



**AGREGANDO+VALOR**  
A UN MUNDO GLOBALIZADO

NIDIA JOSEFINA RÍOS VÁSQUEZ - JAVIER PORTUGAL VÁSQUEZ -  
ARNULFO AURELIO NARANJO FLORES  
compiladores



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA**  
Educar para Trascender

## **Compiladores**

Nidia Josefina Ríos Vázquez  
Javier Portugal Vázquez  
Arnulfo Aurelio Naranjo Flores

**“Agregando + Valor a un mundo globalizado”**, es un libro que contiene los resultados presentados en el Segundo Congreso Nacional de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Sonora.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA**  
Educar para Trascender

2010, Instituto Tecnológico de Sonora.  
5 de Febrero, 818 sur, Colonia Centro,  
Ciudad Obregón, Sonora, México; 85000

Se prohíbe la reproducción total o parcial de la presente obra, así como su comunicación pública, divulgación o transmisión, mediante cualquier sistema o método, electrónico o mecánico (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), sin consentimiento por escrito de Instituto Tecnológico de Sonora.

Primera edición 2010  
Hecho en México

**ISBN: 978-607-7846-31-4**

2010, Instituto Tecnológico de Sonora.  
5 de Febrero, 818 sur, Colonia Centro,  
Ciudad Obregón, Sonora, México; 85000

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, including electronic, electrostatic, magnetic tape, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the written permission of the publisher.

All rights reserved.  
First edition 2010  
Made in México

**ISBN: 978-607-7846-31-4**

**Cómo citar un capítulo de este libro (se muestra ejemplo):**

Arellano A., Ríos N., Carballo, B., González, E. y Castillo A. (2010). *Evaluación del desempeño organizacional con un enfoque por procesos en una empresa productora de cítricos*. En Ríos N., Portugal J. y Naranjo A. (Comp.). *Agregando + Valor a un mundo globalizado*. (pp. 84-90). México: ITSON

## **DIRECTORIO**

**Mtro. Gonzalo Rodríguez Villanueva**  
Rector del Instituto Tecnológico de Sonora

**Dr. Marco Antonio Gutiérrez Coronado**  
Vicerrector Académico

**Mtro. Javier Saucedo Monarque**  
Vicerrector Administrativo

**Dra. María Mercedes Meza Montenegro**  
Secretaría de Rectoría

**Dr. Juan José Padilla Ybarra**  
Director Ingeniería y Tecnología

**Mtro. Arnulfo Aurelio Naranjo Flores**  
Jefe del Departamento de Ingeniería Industrial

**Mtra. María Paz Guadalupe Acosta Quintana**  
Administrador del Programa Educativo de  
Ingeniería Industrial y de Sistemas

**Mtro. Alejandro Arellano González**  
Administrador del Programa Educativo de la  
Maestría en Ingeniería de Sistemas

**Edición literaria**

María Elena Espinoza Arias  
Javier Portugal Vásquez  
Marisela González Román  
Cecilia Ivonne Bojórquez Díaz  
Beatriz Eugenia Orduño Acosta

**Tecnología y diseño**

Blanca Carballo Mendivil  
Beatriz Eugenia Orduño Acosta

**Comité Técnico Científico**

Mtro. Alejandro Arellano González  
Mtra. Elizabeth González Valenzuela  
Mtro. Adolfo Cano Carrasco  
Mtro. René Daniel Fornes Rivera  
Mtra. Luz Elena Beltrán Esparza  
Mtro. Alberto Uribe Duarte  
Mtra. Nidia Josefina Ríos Vázquez  
Mtro. Javier Portugal Vásquez

**Comité científico de arbitraje de artículos**

Mtro. Alejandro Arellano González

Mtra. Elizabeth González Valenzuela

Mtro. Adolfo Cano Carrasco

Mtro. René Daniel Fornés Rivera

Mtro. Jesús Armando Nájera González

Mtra. Luz Elena Beltrán Esparza

Mtra. Laura Elisa Gassós Ortega

Mtra. Irma Guadalupe Esparza García

Mtro. Ernesto Ramírez Cárdenas

Mtro. Alberto Uribe Duarte

Mtra. Martha Rosas Salas

Mtra. Claudia Álvarez Bernal

Mtra. María Paz Guadalupe Acosta Quintana

Mtra. María del Pilar Lizardi Duarte

Mtro. Arnulfo Aurelio Naranjo Flores

Dr. Adolfo Soto Cota

Mtra. Enedina Coronado Soto

Dr. Luis Alberto Cira Chávez

Mtra. Elsa Lorena Padilla Monge

Mtro. Adrián Macías Estrada

Mtro. Moisés Rodríguez Echevarría

Mtro. Iván Tapia Moreno

Mtra. Zulema Isabel Corral Coronado

Mtra. María Elvira López Parra

Dra. Eneida Ochoa Ávila

Dra. Claudia García Hernández

Mtra. Nidia Josefina Ríos Vázquez

Mtro. Javier Portugal Vásquez

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad el conocimiento científico y sus derivados tecnológicos son un producto fundamentalmente de la sociedad, un deber de toda universidad y una de las principales actividades sustantivas del Profesor Investigador contemporáneo. El conocimiento se logra cuando los resultados de las investigaciones se difunde en la comunidad interesada para que se conozcan y comprendan los procesos y hallazgos, de lo contrario se vuelve irrelevante para la misma ciencia y la sociedad. La importancia estriba en crear los medios necesarios para su difusión, con el propósito último de hacerlo llegar a ciertos grupos o sectores sociales para su aprovechamiento directo.

Es por ello que el departamento de Ingeniería Industrial a través de sus Cuerpos Académicos: Sistemas de Gestión de la Calidad y Cadenas Productivas, en el marco del 2do. Congreso Nacional de Ingeniería Industrial y de Sistemas, genera la presente obra con el propósito de difundir a la comunidad académica y científica, resultados de proyectos de generación o aplicación del conocimiento en beneficio de los programas educativos y articular esta actividad con las necesidades del desarrollo social, la ciencia y la tecnología en el país.

**Dr. Marco Antonio Gutiérrez Coronado**  
**Vicerrector Académico**  
Instituto Tecnológico de Sonora  
Marzo de 2010

## ÍNDICE

<i>Capítulo I: Metodología para la aplicación de Manufactura esbelta en empresas productoras de bienes y servicios.</i> Arnulfo Aurelio Naranjo-Flores, Javier Portugal-Vásquez, María del Pilar Lizardi-Duarte, María Paz Guadalupe Acosta-Quintana, Martha Rosas-Salas, Enedina Coronado-Soto, Ernesto Ramírez-Cárdenas, Sara Montes-Hermosillo y Edith Icela Alday-Flores.	10
<i>Capítulo II: Cooperativa de Nopaleras: Estudio técnico de proyecto SIFE en Álamos.</i> Martha Rosas-Salas, María del Pilar Lizardi-Duarte, Javier Portugal-Vásquez, Arnulfo Aurelio Naranjo-Flores, María Paz Guadalupe Acosta-Quintana, Enedina Coronado-Soto, Hilda Verónica Alcaraz-Valdez & Yaheli Hernández-Valenzuela.	29
<i>Capítulo III: Diseño de una estrategia de abastecimiento para una empresa del giro agroindustrial.</i> Javier Portugal-Vásquez, María Rocío Selene Bringas-López, Martha Rosas-Salas, María del Pilar Lizardi-Duarte, María Paz Guadalupe Acosta-Quintana, Arnulfo Aurelio Naranjo-Flores y Enedina Coronado-Soto.	52
<i>Capítulo IV: Distribución de planta para una empresa dedicada a la cría y venta de codorniz japonesa en el Valle del Yaqui.</i> María del Pilar Lizardi-Duarte, Javier Portugal-Vásquez, Martha Rosas-Salas, Enedina Coronado-Soto, Arnulfo Aurelio Naranjo-Flores, María Paz Guadalupe Acosta-Quintana, Astrid Fabiola Beltrán-Ibarra y José Antonio Moroyoqui-Rodríguez.	77
<i>Capítulo V: Integración de la mejora continua del proceso de capacitación para una empresa dedicada a la comercialización de servicios.</i> María Elena Espinoza-Arias, María del Pilar Lizardi-Duarte, Javier Portugal-Vásquez, Jesús Raúl de la O-López.	109
<i>Capítulo VI: Los Modelos de la Triple Hélice y Spin off, como soporte a la responsabilidad social de las Universidades.</i> Enedina Coronado-Soto, Javier Portugal-Vásquez, María del Pilar Lizardi-Duarte, Martha Rosas-Salas y William Carrillo.	120
<i>Capítulo VII: Diseño del proceso productivo de un laboratorio integral de reciclaje en una institución de educación superior.</i> Ernesto Ramírez-Cárdenas, Juana María Luisa García-Muela, Claudia Álvarez-Bernal, Isolina González-Castro, Mario Alberto Vázquez-García, Oscar Ernesto Hernández-Ponce, Luis Enrique Valdez-Juárez y Amanda Hernández-Izquierdo.	135

<i>Capítulo VIII: Estudio técnico para un proyecto de ecoturismo en la región de Buenavista: “Paseo a carreta”.</i> Rafael Arturo Rodríguez-Hernández, Marco Antonio Conant-Pablos, René Daniel Fornés-Rivera, Adolfo Cano-Carrasco, Luz Elena Beltrán-Esparza y Alberto Uribe-Duarte.	151
<i>Capítulo IX: Las actividades agrícolas y su impacto en la calidad de los recursos hídricos: el caso del Valle del Carrizo, Sinaloa, México.</i> María Guadalupe Ibarra-Ceceña.	180
<i>Capítulo X: Validación de la documentación del proceso de producción de un establo de alto rendimiento.</i> Elizabeth González-Valenzuela, Nidia Josefina Ríos-Vázquez, Alejandro Arellano-González, Alberto Torres-Garaygordobil, Luz Elena Beltrán-Esparza y Cynthia Carolina Lugo-Gutiérrez.	197
<i>Capítulo XI: Control de Procesos Industriales con el Gráfico de Control Multivariado T2 de Hotelling.</i> Mucio Osorio-Sánchez, Adolfo Cano-Carrasco, Francisco Javier Encinas-Pablos, Julio César Ansaldo-Leyva, Javier Rojas-Tenorio y Julia Xochilt Peralta García.	215
<i>Capítulo XII: Reestructuración organizacional en el área de Metodología del Departamento de Deportes del Instituto Tecnológico de Sonora mediante, el modelo de Anatomía de la Performance (AOP).</i> Alberto Uribe-Duarte, Marco Antonio Conant-Pablos, Rene Daniel Fornés-Rivera, Adolfo Cano-Carrasco, Luz Elena Beltrán-Esparza y Alejandra Isabel Castro-Robles.	234
<i>Capítulo XIII: Propiedades psicométricas de un instrumento para medir la ‘Gestión del Talento Humano’ en las PYMES de la Región Sur del Estado de Sonora.</i> Nayeli Guadalupe Alarcón-Ruiz, Gisela Margarita Torres-Acuña, Ángel Alberto Valdés-Cuervo y María Lorena Serna-Antelo.	265
<i>Capítulo XIV: Incremento de la productividad en un equipo de corte automático de la planta St. Clair Technologies Guaymas.</i> Carlos Rafael Ruedaflores-Medrano, Rosa María Curiel-Morales, Claudia Álvarez-Bernal, Juana María Luisa García-Muela, Ernesto Ramírez-Cárdenas y Alan Paulino Ibarra-Barrientos.	285
<i>Capítulo XV: Metodología para el diseño de rutas de reparto de productos terminados para micro, pequeñas y medianas empresas.</i> María Paz Guadalupe Acosta-Quintana, Arnulfo Aurelio Naranjo-Flores, Javier Portugal-Vásquez, Martha Rosas-Salas, María	299

del Pilar Lizardi-Duarte, Ana Gabriela Acosta-Quiñonez y Yuliana Guadalupe Quezada-Siqueiros.

- Capítulo XVI: Conocimientos y habilidades en el uso de medios de comunicación electrónicos de los participantes en un Proyecto de Alfabetización Tecnológica.* Sonia Verónica Mortis-Lozoya, Joel Angulo-Armenta, Ángel Alberto Valdés-Cuervo, Amanda María Rivas-Navarro y Jessica Jazmín Sambrano-Osuna. 318
- Capítulo XVII: Evaluación del desempeño organizacional con un enfoque por procesos en una empresa productora de cítricos.* Alejandro Arellano-González, Nidia Josefina Ríos-Vázquez, Blanca Carballo-Mendivil, Elizabeth González-Valenzuela y Alfredo Castillo-Rodríguez. 337
- Capítulo XVIII: Aplicación del Modelo de la Tortuga en la descripción de procesos.* Nidia Josefina Ríos-Vázquez, Alejandro Arellano-González, René Daniel Fornés-Rivera, Adolfo Cano-Carrasco y Pablo Encinas-Martínez. 356
- Capítulo XIX: El pensamiento crítico, el alumno y el maestro.* Antelmo Castro-López y María Cecilia Hernández-Donnadieu. 371
- Capítulo XX: Actitudes hacia la ética profesional de los docentes de Posgrado del Instituto Tecnológico de Sonora.* Antelmo Castro-López y Miguel Ángel Barra-Cota. 387
- Capítulo XXI: Propuesta de un Modelo Andragógico para la Enseñanza de la Ética Profesional.* Antelmo Castro-López, María Cecilia Hernández-Donnadieu, Clara Isabel Gallardo-Quintero, Angélica Crespo-Cabuto. 401

## **Capítulo I: Metodología para la aplicación de Manufactura esbelta en empresas productoras de bienes y servicios**

*Arnulfo Aurelio Naranjo-Flores<sup>1</sup>, Javier Portugal Vásquez<sup>1</sup>, María del Pilar Lizardi Duarte<sup>1</sup>,  
María Paz Guadalupe Acosta Quintana<sup>1</sup>, Martha Rosas Salas<sup>1</sup>, Enedina Coronado Soto<sup>1</sup>,  
Ernesto Ramírez Cárdenas<sup>2</sup>, Sara Montes Hermosillo<sup>3</sup> y Edith Icela Alday Flores<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Profesores de Tiempo Completo del Cuerpo Académico de Cadenas Productivas

<sup>2</sup>Profesor de Tiempo Completo del Cuerpo Académico de Sistemas Productivos

<sup>3</sup>Alumnas de Ingeniería Industrial y de Sistemas  
Unidad Náinari, Instituto Tecnológico de Sonora  
Cd. Obregón, Sonora, México; anaranjo@itson.edu.mx

### **Resumen**

El presente escrito tiene la finalidad de proponer una metodología para la aplicación de Manufactura Esbelta partiendo de la necesidad de un documento que presente información clara y de soporte para la aplicación de esta filosofía en empresas productoras de bienes y servicios. Esta metodología se elaboró mediante la adaptación del ciclo de mejora continua estipulado por Edward Deming (PHVA) en conjunto con los métodos, guías y procedimientos propuestos por otros autores como James Womack, Shigeo Shingo, Luis Cuatrecasas, entre otros. El resultado obtenido obedece a: 1) Planear el análisis de la situación de la empresa, donde se hace necesario identificar la situación problemática, las causas de estas y las acciones que se deben de considerar para la solución del problema; 2) Hacer las acciones establecidas durante la planeación; 3) Verificar los resultados obtenidos de la ejecución de la solución del problema, que en caso de no obtenerse, se retoma la etapa de planeación, pero si los resultados fueron satisfactorios se prosigue con la última etapa que es 4) Actuar llegando al ciclo de mejora continua.

Una de las principales características de esta Metodología es la muestra de las principales herramientas *Lean* y el campo de acción donde estas deben ser aplicadas, además de las herramientas del control de calidad, donde su principal función fue la determinación del problema y sus causas.

La creación de esta metodología permitirá a empresas de la comunidad aplicar esta filosofía, si ese fuera su deseo, sin necesidad de tener que interpretar resultados de otras aplicaciones, o bien, adecuando estas a su giro y tamaño.

### **Antecedentes**

La crisis del petróleo en 1973 provocó que las empresas redujeran sus tasas de crecimiento, y se bajaran significativamente parte de la economía de los países a nivel mundial, sin embargo la empresa japonesa Toyota Motors Company al contrario de las demás presentaba un incremento en su producción e ingresos, ocurrido este hecho las empresas empezaron a preguntarse cuál era el éxito del sistema de producción Toyota, (Ohno, 1991). Este sistema de producción con el paso del tiempo se convertiría en “El Sistema de Manufactura Esbelta”.

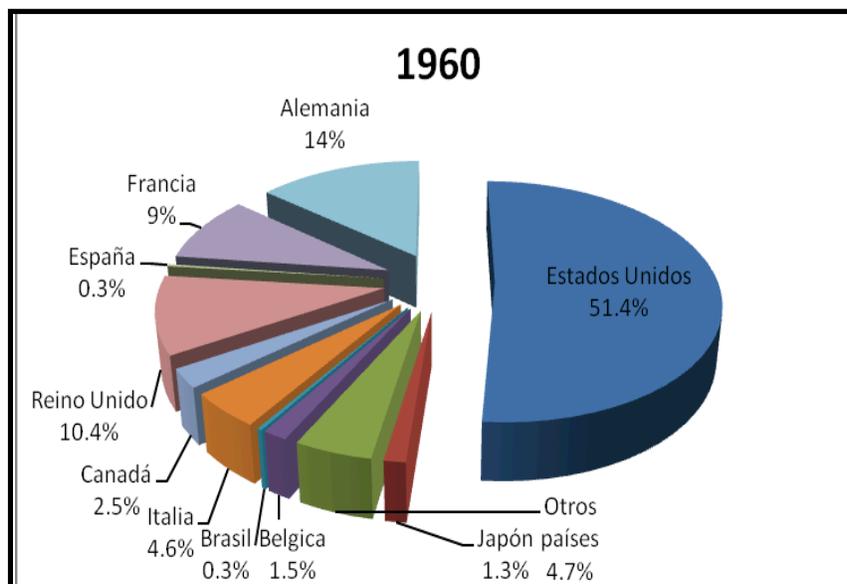
El Sistema de Manufactura Esbelta presenta características como la búsqueda y eliminación de actividades que no agreguen valor a todos los niveles, varias máquinas manejadas por un solo trabajador, “Autonomización”, máquinas y trabajadores que detienen una línea o proceso automáticamente cuando existen anomalías, mecanismos Poka-Yoke de detección de errores para prevenir fallos y simplificar, Justo a tiempo y el Kanban, flujo inverso de información de producción, preparación de empresas proveedoras para fabricar y entregar Justo a tiempo, Mantenimiento preventivo para eliminar las averías en las máquinas, Desarrollo del sistema “SMED”, que consiste en un conjunto de técnicas ideadas por Shigeo Shingo para realizar en menos de diez minutos la preparación de una máquina para otro tipo de fabricación, según Womack et al. (2005) y fabricación de pocas cantidades de productos en muchos modelos.

Fue así como Toyota logró superar el sistema de producción americano, (que la mayoría de las empresas utilizaban para su funcionamiento, el cual consiste en producir grandes cantidades de pocos modelos, a esta forma de trabajar también se le conoce como sistema de producción en masa o serie). A pesar de esto, en muchos sectores de Japón aún utilizaban el sistema de producción americano.

### **Marco de referencia**

El país con mayor producción de automóviles en el año de 1960 era Estados Unidos quien controlaba el mercado con más del 50% del total de producción mundial, seguido por Alemania con un 14 %, Reino Unido con un 10.4%, entre otros; en cambio, Japón

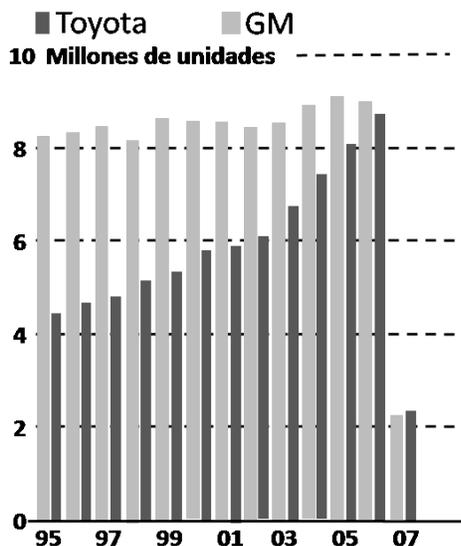
representaba apenas el 1.3%, tendiendo como base el sistema de producción en serie (Ver figura 1).



Fuente: <http://www.ilo.org>

Figura 1. Producción mundial de automóviles en el año de 1960.

Es precisamente en el año 1960 cuando la empresa Toyota cambia el sistema de producción en masa por la producción de pocas unidades de muchos modelos, dando como resultado un crecimiento notable en las siguientes tres décadas aumentando su producción más de 20 veces, hasta llegar a superar al considerado hasta entonces líder de ventas en el mercado, General Motors (GM), durante el primer trimestre del 2007 tal como lo muestra la figura 2.



Fuente: www.yucatan.com.mx

Figura 2. Venta de automóviles de GM & Toyota.

En la figura anterior se aprecia como Toyota produce 2.34 millones de unidades por encima de un 2.26 millones de automóviles vendidos por GM, esta evidencia de que Toyota ha superado a grandes líderes como lo es GM, despierta el interés en empresas de implantar su sistema de producción, por lo que se han diseñado una variedad de propuestas para su aplicación tal como se da a conocer en la figura 3.

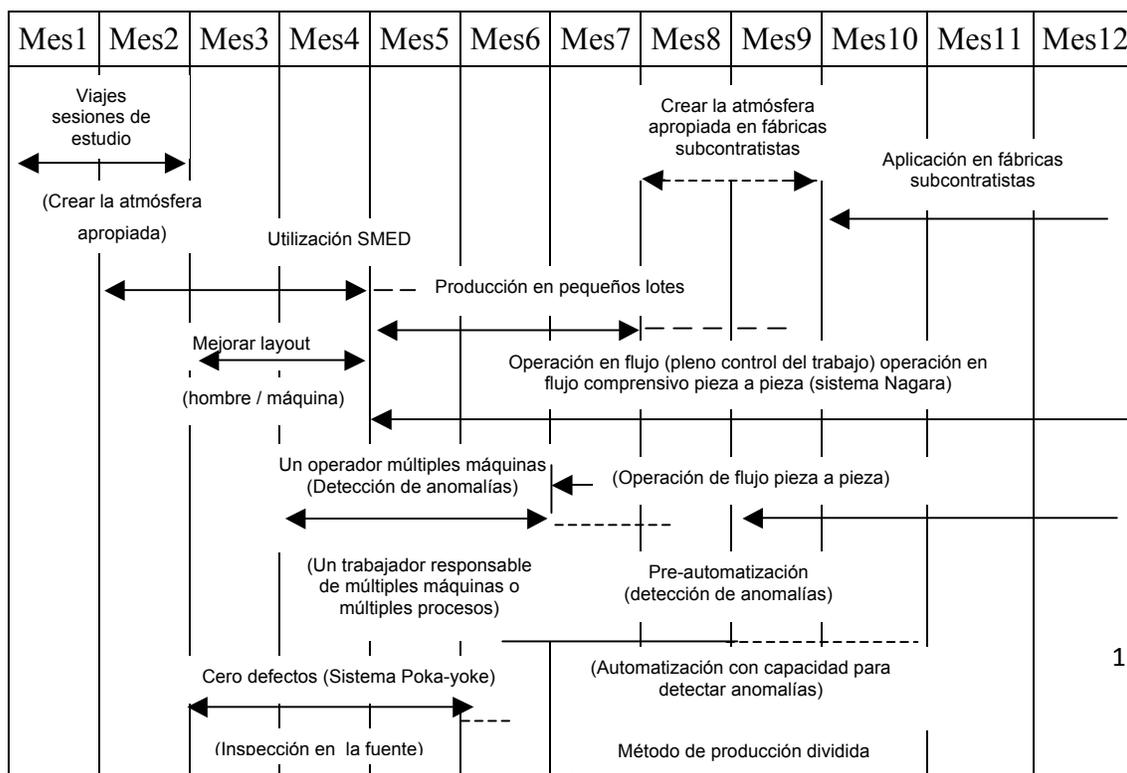


Figura 3. Plan para introducir el sistema de producción Toyota.

La figura 3 presenta un esquema diseñado por Shigeo Shingo, dividido en tres principales etapas: iniciando con la fijación de escenario la cual comprende los primeros dos meses, continuando con la segunda etapa que consiste en la mejora del sistema de producción abarcando desde el segundo mes hasta el término del plan, la tercera y última, comprende los cuatro meses restantes, introduciéndose el sistema Kanban. Este plan como tal al ser uno de los primeros sus especificaciones son orientadas a una empresa manufacturera refiriéndose sólo a sistemas de producción, por lo que no pudiera ser una aplicación con resultados óptimos a empresas de servicios. En la fuente bibliográfica Shigeo hace referencia a que es un plan para empresas medias, sin presentar de una manera específica su aplicación a este tipo de empresas.

Por otra parte, Womack et al. (2005), propone el plan de acción de medidas e iniciativas para lograr una transformación *Lean* en base a cuatro fases: 1) Arrancar, abarca un periodo de seis meses, durante este tiempo se desarrollan actividades que van orientadas a la introducción y el conocimiento del plan entre los empleados que participarán en este; 2) Crear una nueva organización, esta fase comprende los primeros seis meses del segundo año y pretende que los asociados se integren al llamado pensamiento *Lean* siendo más propositivos; 3) Poner en práctica sistemas de explotación, aquí se ponen en práctica una serie de actividades, entre las más destacables según su autor, se encuentran la introducción de la contabilidad *Lean*, la puesta en marcha de una política de trabajo y la introducción de la formación *Lean*; 4) Concluir la transformación, se da en el último año e incluye el final de la transición de la mejora de arriba hacia abajo a la mejora de abajo hacia arriba (ver tabla 1).

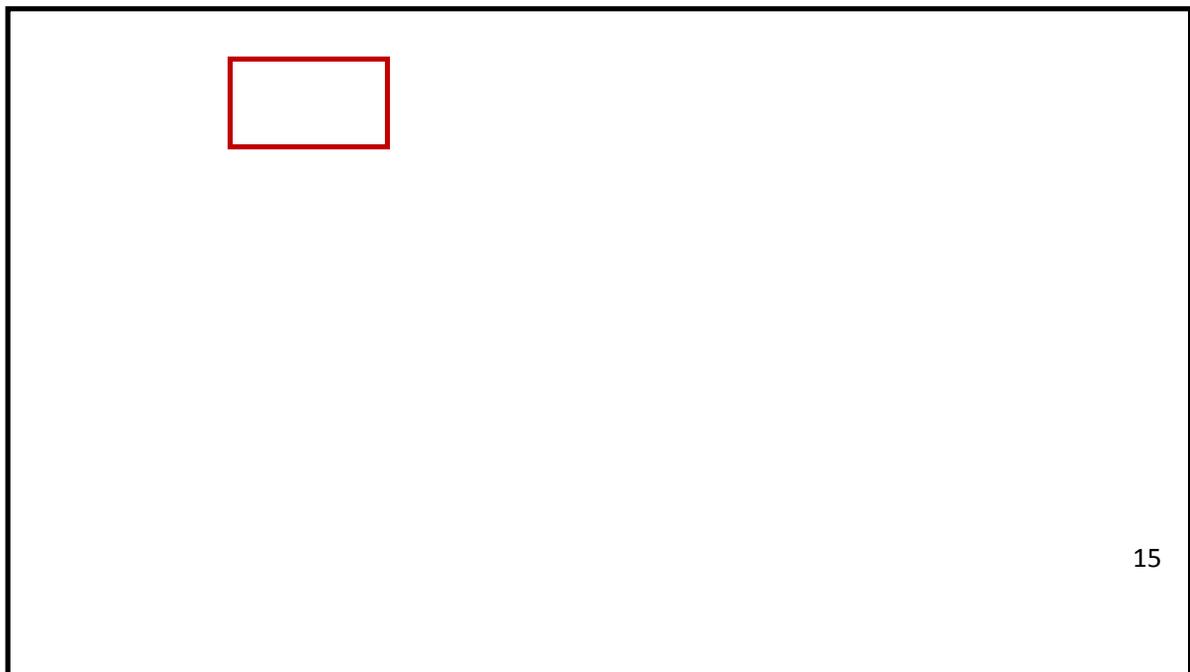
Tabla 1. Calendario de transformación *Lean*.

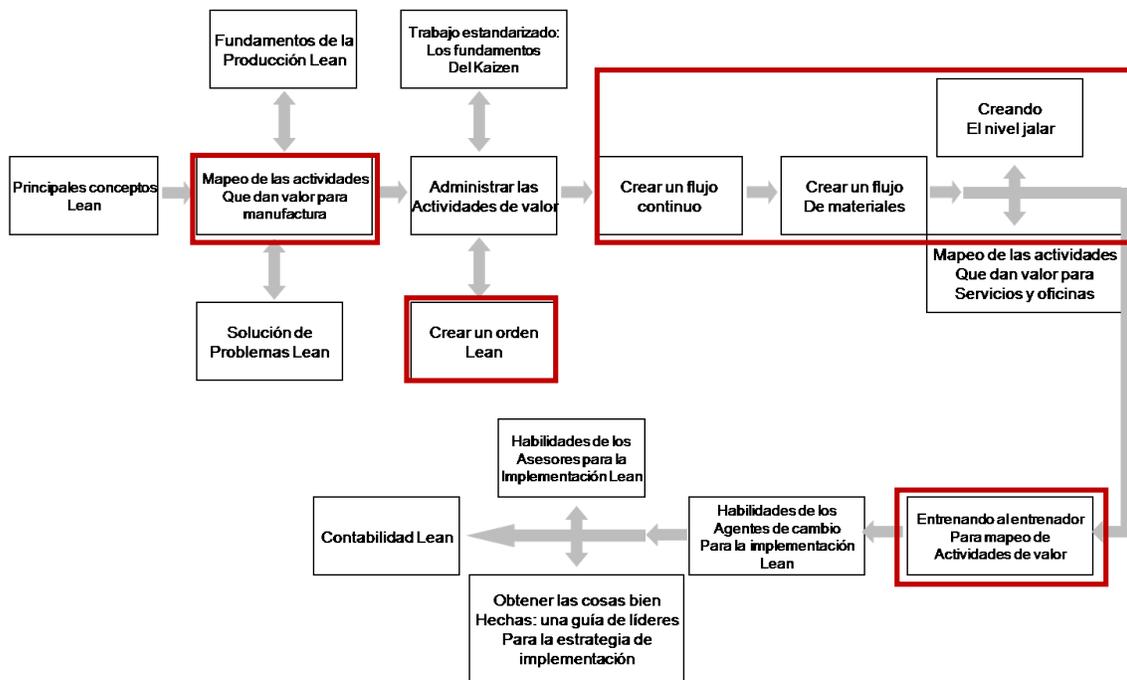
FASE	MEDIDAS ESPECÍFICAS	DURACIÓN
Arrancar	• Encontrar un agente del cambio.	Seis primeros

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender el conocimiento <i>Lean</i>.</li> <li>• Encontrar una palanca.</li> <li>• Cartografiar el flujo de valor.</li> <li>• Empezar los ejercicios kaikaku.</li> <li>• Ampliar el campo de acción.</li> </ul>	meses
Crear una nueva organización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reorganizar por familias de productos.</li> <li>• Crear una función <i>Lean</i>.</li> <li>• Definir una política para los empleados sobrantes.</li> <li>• Eliminar a los que se oponen al cambio.</li> <li>• Inculcar una mentalidad de busca de la “perfección”.</li> </ul>	Seis meses a lo largo del año dos
Poner en práctica sistemas de explotación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducir la contabilidad <i>Lean</i>.</li> <li>• Vincular la remuneración a los resultados.</li> <li>• Implementar la transparencia.</li> <li>• Iniciar el despliegue o puesta en marcha de una política.</li> <li>• Introducir la formación <i>Lean</i>.</li> <li>• Dar a la maquinaria el tamaño apropiado.</li> </ul>	Tercer y cuarto año
Concluir la transformación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar estas medidas a proveedores y clientes.</li> <li>• Desarrollar una estrategia global.</li> <li>• Transición de la mejora de arriba hacia abajo a la mejora de abajo hacia arriba.</li> </ul>	Quinto año

Fuente: Womack, (2005). de etapas y pasos a seguir para la implementación de manufactura esbelta, sin embargo, el periodo de aplicación es muy largo, alrededor de 5 años, y uno de los beneficios de manufactura esbelta es su rápida obtención de resultados. Esta diseñado solamente para empresas productoras de bienes, toma en cuenta dentro de sus etapas los procesos de transformación, mismos que no son aplicables a empresas de servicios.

Lo anterior motiva la búsqueda de un tercer plan de acción encontrándose en el Diagrama *Lean para Manufactura Esbelta* según *Lean Enterprise Institute* (1997-2008) y el cual se muestra en la figura 4.



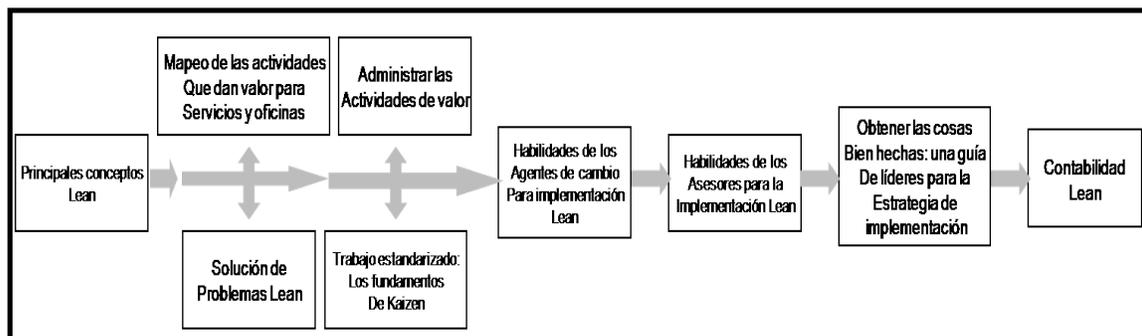


Fuente: <http://www.lean.org>

Figura 4. Diagrama *Lean* para Manufactura.

La figura 4 muestra un diagrama de los pasos que se deben de tomar en cuenta y seguir para la aplicación e implementación de manufactura esbelta en una empresa de fabricación. Este diagrama presenta en sus pasos, una etapa donde se indican las acciones que se deben seguir en la transformación del producto, esta serie de pasos están indicados en dicha figura con recuadros color rojo. Dichas etapas no pueden ser aplicables en una empresa productora de servicios ya que no se presenta ninguna transformación de materias primas para la obtención de un bien tangible por lo que no se pueden identificar actividades que dan valor a un proceso de fabricación, cuando no existe tal proceso, mucho menos se pudiera administrar dichas actividades, ni por supuesto darles un flujo a las mismas. Esto acarrearía una pérdida de inversión en la búsqueda e implantación de estas medidas. Por lo que no es factible la aplicación de dicho diagrama en una empresa de servicios.

La figura 5 presenta el Diagrama *Lean* para oficinas, empresas de servicios y salud, según *Lean Enterprise Institute* (1997-2008), de igual manera que el anterior (figura 5), muestra sólo el esquema de un curso que implanta dicho instituto, por lo que no enfatiza de manera clara y detallada cada proceso que en este aparece.



Fuente: <http://www.lean.org>

Figura 5. Diagrama *Lean* para oficinas, empresas de servicios y salud.

En el diagrama que se presenta en la figura anterior, se puede visualizar la secuencia de pasos a seguir para la aplicación de manufactura esbelta en una empresa productora de servicios. La función de este diagrama es darle énfasis a aquellas actividades generadoras de valor del proceso de la empresa y evitar la inversión en la realización de los pasos aplicables a la manufactura, mismos que fueron indicados en la figura 4. Se puede apreciar a simple vista el por qué este diagrama no podría ser utilizado en empresas productoras de bienes, ya que en ninguno de sus pasos hace referencia a los materiales de producción, ni al flujo de estos, actividades que en una empresa de este tipo son de suma importancia.

Como se puede apreciar existen ya métodos aplicables a las empresas para su introducción a la manufactura esbelta, a pesar de esto en la actualidad no existe un diagrama, esquema, método, manual, entre otros, que indique como aplicar este nuevo sistema de producción a cualquier tipo de empresa, sin importar su giro o su tamaño. Existe gran cantidad de información acerca de esta filosofía, a pesar de esto, gran

cantidad de esta información no se concreta en un solo documento ya que algunos presentan una fase que deja incompleto el procedimiento, además la fuente de estos no siempre es 100% confiable. Esto no quiere decir que no haya datos confiables, sin embargo, muchas veces para tener acceso a ellos es necesario una inversión monetaria.

### **Planteamiento del problema**

En la actualidad existen diversos métodos, técnicas o herramientas que son implementadas en las empresas para aplicar manufactura esbelta. Según la información presentada en los antecedentes existen modelos, planes, diagramas, entre otros, que se han diseñado para la aplicación de manufactura esbelta, los cuales dependen del giro o tamaño de la misma empresa, sin embargo, estos métodos se presentan de una forma muy particular, por lo que no pueden ser aplicados a otro tipo de empresa que no sea al cual esté dirigido, además la información que estos contienen no está presentada de manera clara y detallada para el seguimiento del modelo propuesto, aun siendo el tipo de empresa para la cual está diseñado.

Por lo anterior, se concluye que: **No se cuenta con un proceso metodológico que presente información ordenada sobre la aplicación de la manufactura esbelta en empresas productoras de bienes o servicios.**

### **Objetivo**

Proponer una metodología de manufactura esbelta aplicable a empresas de cualquier giro y tamaño, con la finalidad de que puedan aplicarla para mejorar sus procesos productivos.

### **Método**

A continuación se presenta el procedimiento utilizado para la realización de este estudio, bajo un adaptación del plan para introducir el sistema de producción Toyota, diseñado por Shingo (1990), el Calendario de transformación *Lean* según Womack y Jones

(2005), la Metodología para la implantación del lean management en una empresa industrial independiente y de tamaño medio (Cuatrecasas, 2002) y Experiencias en la Aplicación de Lean (Instituto Andaluz de la tecnología).

**1. Analizar la situación actual:** En este paso se debe asignar el agente de cambio que será el encargado de llevar a cabo la organización de la transformación. Se debe crear una palanca, es decir, una situación que obligue a empezar con la aplicación de lean manufacturing. Una vez definido esto, se identifican los *mudas* por medio de la realización de un mapa de flujo de valor de estado actual, y se priorizan con base en el impacto que estos estén teniendo en la empresa.

**2. Definir problema:** Es necesario que se defina una meta cuantificable, realizando un plan para el cumplimiento de la misma. Aquí también se proponen los métodos como lluvia de ideas y diagrama de Ishikawa para la recolección de información acerca del problema planteado, con el propósito de entender el problema y la situación bajo la cual este ocurre, obteniendo con ello el enunciado del problema.

**3. Establecer acciones para eliminar la causa raíz:** Se debe de realizar un mapa de flujo de valor futuro para la identificación de medidas correctivas, una vez que éstas estén identificadas se realiza un plan maestro, siendo este comunicado al personal involucrado.

Hasta aquí representa la actividad de planear. Ver figura 6

**4. Verificar los resultados:** Este paso se va dando conjuntamente con el paso de la ejecución de acciones, y se verifica si cada acción fue hecha como se planeó, esto se hace comparando los resultados obtenidos con los parámetros ya establecidos en el paso donde se define el problema.

**5. Generar mejora continua:** En este paso la empresa que este aplicando manufactura esbelta exhorta a sus proveedores y clientes a implantar esta filosofía, exigiendo el cumplimiento y calidad requerida por la empresa. Además se debe transformar el típico razonamiento, haciendo conciencia y delegando responsabilidad a los empleados y haciéndolos partícipes del proceso.

## **Resultados**

Los resultados que a continuación se describen, constituyen la metodología de Manufactura Esbelta aplicable a empresas de cualquier giro y tamaño.

### **Analizar de la situación actual**

Como parte de este primer paso de la metodología, se debe designar la persona responsable de conducir el desarrollo del proyecto bajo la filosofía de Manufactura Esbelta. Esta puede ser parte de la empresa, o bien, ser un agente externo. Tener amplio conocimiento acerca de la filosofía, experiencia en la aplicación de Manufactura Esbelta y sus herramientas, además de ser una persona líder, creativa, dinámica, retadora y con orientación a la mejora continua.

El Mapa de flujo de Valor (VSM, por sus siglas en inglés) del estado actual, será una de las principales actividades a realizar el agente de cambio, como parte del análisis de la situación actual. Para esto se requiere que el agente de cambio tenga la información necesaria acerca de todo el proceso de la empresa, desde el tiempo que dura una actividad, la capacidad de producción de la máquina, el flujo de información, entre otras características. El VSM del estado actual permitirá identificar todas aquellas actividades que agregan y no, valor al proceso o servicio final.

### **Definir problema**

Una vez identificadas las actividades que no agregan valor, se deberá definir el problema sobre el cual se desarrollará el estudio. Aunado al problema se deberán establecer metas cuantificables.

Del problema que se haya establecido, se recopila información, cualquiera que sea, que esté relacionada con la situación problemática. Se tiene que considerar cuando ocurre el problema, el tiempo en que se presenta, con qué frecuencia aparece, o si se tiene relación

con algún acontecimiento, entre otros, es decir, describir el comportamiento del problema.

### **Analizar hechos y datos para aislar la causa raíz**

Con los datos recolectados en el paso anterior los responsables deben analizar estos datos y encontrar cual es la causa que está originando la situación problemática, para lograr esto, se recomienda utilizar un diagrama causa – efecto. Este diagrama se realiza con el propósito de apreciar la relación entre una característica (efecto) y los factores (causas) que la afectan.

### **Establecer acciones para eliminar la causa raíz**

Ya que se estableció en el paso anterior la causa raíz del problema se procede a establecer acciones que eliminen esta causa. El paso siguiente es que el analista y su equipo desarrollen el VSM futuro, mostrando en el mapa las acciones correctivas para cada causa raíz. Estas acciones no son otra cosa que herramientas lean.

Ya que esté realizado el mapa de flujo de valor del estado futuro, el último paso es colocar destellos en aquellas partes donde esté localizada la causa principal del problema. Estos destellos representan la acción correctiva que se le aplicará a esta causa. Para que el agente de cambio realice una selección adecuada de estas acciones, a continuación se presenta en la tabla 2 herramientas Lean que se pueden aplicar a cada uno de los muda.

Tabla 2. Herramientas lean para eliminación de mudas.

Herramienta Lean	Muda						
	1 Defectos	2 Espera	3 Proceso	4 Producción	5 Movimiento	6 Inventario	7 Transporte
5's	X		X		X		
Kanban		X		X		X	
Jidoka	X		X				
Poka yoke	X		X				
Justo a tiempo		X				X	X
Andon	X		X	X			
Kaizen	X	X	X	X	X	X	X
Administración visual	X		X		X		X
SMED		X	X				

Fuente: Villaseñor et al. (2007)

Por cada causa raíz es necesario que el agente de cambio y el equipo colaborador, especifiquen con mayor detalle las características de la acción correctiva, empleando la tabla 3.

Tabla 3. Plan de acción para cada causa raíz.

Causa raíz	¿Qué?	¿Quién?	¿Dónde?	¿Por qué?	¿Cuándo?	¿Cómo?
Causa 1	Aplicación de herramienta <i>lean</i>	Responsable	Áreas involucradas. Lugares donde se realizará	Justificación de la acción	Periodo en que se efectuará	Descripción de la forma como se efectuará la acción

- En la primer columna **causa raíz**, como su nombre lo indica el agente de cambio debe colocar el nombre de la causa raíz a la que se va a atacar. Esta columna es indispensable que se llene.
- En la segunda, **¿Qué?**, el agente de cambio coloca el nombre de la herramienta *Lean* que se va a aplicar como acción correctiva a la causa raíz, en esta columna no necesariamente lleva una herramienta, sino que pueden ser varias las que el agente de cambio decida aplicar. Es indispensable el llenado de esta columna.
- **¿Quién?**, el agente de cambio debe colocar el nombre del responsable de la aplicación de esta medida. Para la selección de esta persona el equipo debe de tomar en cuenta el conocimiento sobre las actividades del proceso y sobretodo el conocimiento que tenga sobre la herramienta de la cual estará a cargo. Al igual que en la columna anterior pueden ser mas de una persona, sin embargo si esto ocurre, es necesario que se especifique de que herramienta o actividades estará a cargo cada persona. Es indispensable el llenad de esta columna.

- En la cuarta columna **¿Dónde?** se debe colocar el lugar donde se va a llevar a cabo la aplicación de la segunda columna. Podría resultar que para algunos casos esta columna esté de más ya que es claro el lugar de aplicación, si así fuera el agente de cambio decidirá si la coloca o no; sin embargo, en otros casos pudiera ser que la aplicación de la herramienta sea en dos o varias áreas, y en este caso es indispensable que se llene esta columna.
- En la parte del **¿Por qué?**, el agente de cambio debe justificar la aplicación de la herramienta *Lean*. Simplemente en esta columna se coloca el objetivo de esta herramienta comparándola con las causas que se desean atacar, con el fin de que quede claro el por qué se está utilizando esa herramienta.
- En la sexta columna **¿Cuándo?**, determina el agente del cambio junto con su equipo las fechas en que inicia la aplicación de la medida correctiva y la fecha en que esta finaliza. Es aconsejable que para establecer estas fechas ya se tome en cuenta al responsable de esta medida, ya que el tendrá el conocimiento suficiente para considerar el periodo de tiempo necesario. Esta columna es indispensable que se llene.
- En la última columna **¿Cómo?**, el agente de cambio, el equipo colaborador y el responsable de esa actividad, deben especificar las acciones, recursos humanos y materiales, el flujo, entre otros que tendrá la solución de esta causa, probablemente el llenado de esta columna se expanda, ya que se debe de llenar con el mayor detalle posible. Al igual que la mayoría de las columnas es indispensable el llenado de esta.

Una vez establecido el plan de acción, el agente del cambio y el responsable de cada actividad deben diseñar el entrenamiento y capacitación de todo el personal para crear un ambiente *Lean* dentro de la empresa. Es decir educar al personal y hacerlo consiente de la importancia de aplicar estas acciones y a su vez hacerlo participe en la solución del problema.

Esta capacitación puede ser por medio de pláticas, conferencias con expertos, videos, cursos, entre otros, con el propósito de que cada uno de los empleados entienda cada uno de los conceptos y beneficios para ellos mismos, para sus compañeros, superiores, proveedores de la empresa, y lo más importante el cliente final.

Ya que el personal está informado y convencido de las medidas que se llevarán a cabo para una transformación *Lean*, se realiza el lanzamiento formal de la aplicación de esta filosofía en toda la empresa comunicando a todo el personal los objetivos y metas que se logran al final de esta implantación. Con esto se da paso a la ejecución de las acciones y herramientas establecidas.

### **Ejecutar las acciones establecidas**

El agente de cambio, el equipo colaborador y el representante de la aplicación de cada medida correctiva debe organizar los grupos de trabajo, que serán los encargados de aplicar cada herramienta. Una vez establecidos los grupos de trabajo se lleva a cabo la capacitación especializada de cada herramienta para cada equipo, la forma en cómo esta debe de ser dependerá de cada herramienta *Lean* y de los objetivos que se buscan con su aplicación.

El representante y equipo colaborador deben llevar un registro de cada uno de los datos arrojados durante y después de la aplicación de cada una de las herramientas. Se pueden utilizar como en el paso donde se recopiló información acerca del problema las mismas herramientas, sin embargo en esta ocasión los datos serán de resultados obtenidos antes, durante y una vez finalizada la aplicación de la medida correctiva.

### **Verificar los resultados**

Todo el personal con los resultados ya establecidos deben comparar los mismos antes y después de la aplicación, con el propósito de tener una visión del mejoramiento que se obtuvo.

No es suficiente con que se haya tenido un progreso, el agente de cambio durante el desarrollo de este proceso estableció una meta, basándose en los resultados finales la empresa determina si se cumplió o no con ella. Si se llegó a la conclusión de que la meta fue alcanzada, se difunde esta transformación *Lean*.

Sin embargo si se determinó que la meta no fue alcanzada se debe retroceder hasta el paso donde se identifican los *mudas* en el mapa de flujo de valor del estado actual para cerciorarse de que los desperdicios encontrados son los que realmente existen en la empresa. Esta actividad se realiza con cada uno de los pasos hasta encontrar la desviación que existió en el proceso que no permitió alcanzar le meta. Esto se logra a través del mapa de flujo de valor y la determinación de las mudas para verificar si éstas disminuyeron.

Estas actividades ya son realizadas por el agente de cambio, el equipo colaborador, el responsable de cada medida correctiva y el resto del personal, lo que permitirá una visión más amplia y real de la situación de la empresa.

### **Generar proyectos de Mejora continua**

La filosofía *Lean* no debe utilizarse puntualmente en una empresa y luego abandonarse, sino que debe aplicarse de forma continua en el tiempo por siempre y para siempre. Esto significa que aun que la transformación *Lean* muestre sus primeros resultados en un tiempo aproximado de 6 a 12 meses, no culmina ahí, siempre es necesario seguir buscando palancas para nuevos proyectos, así como retos y metas que impulsen a la empresa a una mejora continua.

La empresa no puede lograr más de una tercer aparte de la transformación sin que sus proveedores y clientes la lleven a cabo. Es por esto que la empresa debe crear palancas para ellos (por ejemplo fijar precios, calidad, tiempos de entrega a proveedores como a clientes), estas palancas deben obligarlos a iniciar con la aplicación de manufactura esbelta.



### Figura 6. Metodología de aplicación de Manufactura Esbelta.

En ella se presenta cada una de las etapas del ciclo de mejora continua, los siete pasos para la solución de un problema, indicando cuáles de ellos corresponden a cada una de las etapas del ciclo PHVA (Planear - Hacer - Verificar - Actuar). Dentro de estos siete pasos se especifican las actividades que deben seguirse para la aplicación de la metodología.

### **Conclusiones**

Una empresa que busca una transformación Lean, presenta la necesidad de indagar y adaptar la información disponible acerca de esta filosofía, otra limitante para estas empresas es la inexistencia de métodos para aplicación de Manufactura Esbelta en cualquier giro y cualquier tamaño que esta tenga. Como resultado principal del estudio es ofrecer una propuesta para la implantación de manufactura esbelta, pudiendo esta aplicarse en cualquier empresa.

Este trabajo representa el punto de partida para futuras investigaciones, ya que puede tener enormes mejoras en su contenido, además de ser complementada con su aplicación real en una empresa de la comunidad. Además esta metodología no incluye un análisis financiero, por lo que el empresario no puede seguir un método para determinar el costo de esta implementación.

### **Referencias**

- Cuatrecasas, Luis (2005). Artículo. Metodología para la implantación del lean management en una empresa industrial independiente y de tamaño medio.
- Feld, William (2001). Lean Manufacturing tools, techniques, and How to use them. Crc press.
- Hobbs, Dennis (2004). Lean Manufacturing implementation. Ross publishing Inc.
- Leyva, Idelfonso (2005). Manufactura Esbelta aplicada en una línea de producción automotriz. Tesis. Instituto Tecnológico de Sonora.
- Marchwinski, Chet y Shook, John (2006). Lean lexicon. The Lean Enterprise Institute.

- Ohno, Taiichi. (1991). El sistema de producción Toyota: Más allá de la Producción a Gran Escala. Ediciones Gestión 2000, S.A.
- Pozo, Augusto y González, Rebeca (1996). La Ruta de la Calidad y las siete herramientas básicas. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Shingo, Shigeo. (1990). El sistema de producción Toyota desde el punto de vista de la ingeniería. Productivity Press.
- Villaseñor, Alberto y Galindo, Edber (2007). Conceptos y reglas de Lean Manufacturing. Limusa Noriega Editores.
- Womack, J. (1991). The machine that changed the world. Harper Collins Publisher.USA.
- Womack, James P. y Daniel T. (2005). Lean Thinking: Como utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa. Gestión 2000.

## **Capítulo II: Cooperativa de Nopaleras: Estudio técnico de proyecto SIFE en Álamos**

*Martha Rosas-Salas<sup>1</sup>, María del Pilar Lizardi Duarte<sup>1</sup>, Javier Portugal Vásquez<sup>1</sup>, Arnulfo Aurelio Naranjo Flores<sup>1</sup>, María Paz Guadalupe Acosta Quintana<sup>1</sup>, Enedina Coronado Soto<sup>1</sup>, Hilda Verónica Alcaraz Valdez<sup>2</sup> & Yaheli Hernández Valenzuela<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup> Profesores de Tiempo Completo del Cuerpo Académico de Cadenas Productivas

<sup>2</sup> Alumnos de Ingeniería Industrial y de Sistemas  
Unidad Náinari, Instituto Tecnológico de Sonora  
Ciudad Obregón, Sonora, México; mrosas@itson.mx

### **Resumen**

México, es uno de los principales productores a nivel mundial del nopal, aportando un 44 por ciento de la producción a nivel mundial. En el estado Sonora ésta planta se da de manera natural debido a que se ubica en una zona árida con clima propicio para su fácil desarrollo.

Un importante productor de nopal a nivel estatal es Álamos, siendo aquí donde se ubica la empresa bajo estudio: Cooperativa de nopaleras de Álamos SC de RL de CV. Dicha cooperativa elabora productos hechos a base de nopal para su venta, sin embargo tienen una producción de manera aislada e intermitente ya que no cuentan con el equipo para la producción.

El objetivo de la presente investigación es elaborar el estudio técnico de la cooperativa de nopaleras de Álamos Sonora para determinar el tamaño, la localización, los equipos de producción así como la distribución adecuada de los mismos y la organización requerida para la producción.

Se estableció una metodología híbrida entre los autores Baca (2006), Erossa (1991) y Ocampo (2009); que consta de los siguientes pasos: Localización del proyecto, el tamaño de la planta de acuerdo a instalaciones ya construidas, la descripción del producto más complejo para su elaboración así como el balance de materia prima lo cual permite conocer el equipo específico para la producción posteriormente se definió la ingeniería del proyecto abarcado desde la determinación del equipo necesario como la justificación del mismo así como la normatividad que las integrantes deben seguir para operar en el centro.

La distribución de planta se adaptó a la infraestructura establecida, logrando colocar cuatro áreas para la producción y el área de almacenamiento. Dentro del marco legal y de inocuidad se encontraron ciertos principios de sanidad e higiene en la materia prima para estar en condiciones apropiadas que lo protejan de contaminantes y que permitan realizar de manera eficaz las operaciones de limpieza y desguatar el nopal.

En conclusión se puede decir que tienen un 50 por ciento más de capacidad de producción de la que realmente están usando, además son capaces de responder a cambios en la demanda y que se lograron colocar cuatro áreas de producción aun con la limitante de la infraestructura.

### **Antecedentes y marco de referencia**

El nopal es endémico de América es un miembro de la familia de las cactáceas (cactus) de la clase opuncia y existen 258 especies reconocidas a nivel mundial, 125 de las cuales se encuentran en México con más de 2000 especies donde se cuenta con una superficie aproximada de 10,900 hectáreas de plantaciones especializadas en Nopal para consumo humano y es en las zonas semiáridas donde existe la variación más amplia, por lo que algunos botánicos consideran a México como el centro de origen de los nopales. (SAGARPA, 2009).

El nopal cabe perfectamente en las llamadas “redes de valor” (Claridades Agropecuarias No. 98), cuenta con propiedades alimenticias y saludables únicas; es 100% orgánico ya que procede de cultivos donde no se han utilizado pesticidas o fertilizantes sintéticos porque es un vegetal saludable para el cuerpo humano, le aporta al comensal proteínas, calcio, hierro, vitaminas A y B, potasio y fibra, por lo que se recomiendan su consumo diario, ya que sus beneficios son muy diversos: ayuda a controlar la obesidad, el colesterol y se usa para aliviar los problemas gastrointestinales, arteriosclerosis y limpieza del colon. (García, López et. al., 2008 ).

En la actualidad la producción de nopal se tiene por lo menos en 32 países, de los cuales siete países son los que aportan el 88 por ciento del total de la producción mundial. El principal país es México, seguido de Túnez, Argentina, Italia, Sudáfrica, Argelia y Chile.

En México las superficies sembradas de nopal, según la revista *claridades agropecuarias No. 98*, están distribuidas en 19 estados, concentrándose la mayor

producción en los estados de Morelos, San Luis Potosí, Tamaulipas, Baja California y el Distrito Federal.

Granados y Castañeda (2000) explican que “el nopal ha representado para los mexicanos en su desarrollo histórico uno de los elementos bióticos más relevantes y de mayor significado cultural, ya que se utiliza como alimento, bebida alcohólica, dulce, forraje, cerco vivo, producto industrial, etcétera, su valor cultural y biótico a quedado marcado en códices, pinturas y bibliografías antiguas; su significado histórico es evidente; también se encuentra en el escudo de la bandera nacional, donde es uno de los símbolos más característicos”.

En el estado Sonora ésta planta se da de manera natural debido a que se ubica en una zona árida con clima propicio (desértico) para su fácil desarrollo, de hecho es tan característico de la región, que en la página oficial del estado de sonora se indica que algunos municipios tienen nombre relacionado con esta planta como el caso de: navojoa (casa del nopal) y nacori (lugar del nopal).

Un importante productor de nopal a nivel estado es Álamos, ubicado al sur de Sonora, con clima seco y suelo árido. Es una de las zonas con menor actividad económica en el estado, siendo aquí donde se ubica la empresa bajo estudio bajo el nombre de Cooperativa de nopaleras de Álamos SC de RL de CV. Dicha cooperativa elabora los siguientes productos hechos a base de nopal para su venta: salsa picante de nopal, mermelada, escuincles, nopal verdura y nopal salmuera.

A finales de 2006 la cooperativa ya aprobada para su apoyo por ITSON pasa a formar parte del equipo SIFE de la universidad (cuyas siglas en inglés según la página oficial de SIFE 2008 son: Students In Free Enterprise) el cual es un programa de jóvenes emprendedores sin fines de lucro que buscan promover la libre empresa regidos por seis pilares (Emprendimiento, ética empresarial, liderazgo, alfabetización financiera,

economía de mercado y sustentabilidad). Dicho grupo emprendedor encontró los problemas que se describen en la siguiente sección.

### **Planteamiento del problema**

Dentro de la cooperativa como empresa productiva se detectaron serios problemas con la producción debido a que no cuentan con maquinaria dentro de las instalaciones, por lo que su producción es casera, en ocasiones de manera aislada lo que las lleva a tener una producción baja e intermitente y productos no uniformes.

Cuenta con un buen producto que además posee identidad corporativa y un mercado potencial, procesos estandarizados, instalaciones físicas entre otras ventajas, todas ellas no se pueden aprovechar al máximo o incluso se desperdician si no se tiene el conocimiento de su capacidad instalada, los insumos anuales en los que incurrirán y la distribución adecuada para dar respuesta ante la demanda del producto. Ante tal situación se establece lo siguiente:

Existe la necesidad de elaborar el estudio técnico de la cooperativa de nopaleras de Álamos para la determinación de los requerimientos necesarios para la producción.

### **Objetivo**

Elaborar el estudio técnico de la cooperativa de nopaleras de Álamos Sonora para determinar el tamaño, la localización, los equipos de producción así como la distribución adecuada de los mismos y la organización requeridos para la producción.

### **Método**

Para realizar el presente estudio técnico se decidió aplicar una metodología híbrida con base a la comparación entre los autores: Baca Urbina 2006, Ocampo 2002, y Erossa 2007. A continuación se describe de manera detallada los pasos a seguir en el desarrollo de la investigación.

**1. *Analizar la localización óptima del proyecto***

En este punto se describe de manera detallada la ubicación de la empresa. Se hizo una descripción a nivel nacional (macrolocalización), así como una localización a nivel estado (microlocalización).

**2. *Determinar el tamaño de planta***

Para determinar el tamaño de una empresa intervienen diversos factores, que contribuyen a conocer el nivel de producción y satisfacción de la demanda del producto que se pretende colocar en un mercado específico.

**3. *Elaborar el programa de trabajo***

Para este paso se determinó un programa de producción acorde al número de trabajadoras, y a la demanda que se necesita abastecer, para la elaboración de este programa se hizo uso de una tabla de apoyo compuesta por tres fases; en la primera se asignaron los turnos de trabajo con sus respectivos horarios, en la segunda se determinó el número de personas que estarán a cargo de la producción por turno de trabajo y por última se definió el número de personas en turno encargadas de la administración de la cooperativa.

**4. *Describir el proceso productivo***

En este apartado se escribe literalmente paso por paso la realización del producto a realizar, consistió en colocar de manera gráfica y en orden vertical cada una de las operaciones del producto más complejo y se utilizó como herramienta de apoyo el diagrama de bloques ya que permite apreciar de manera muy práctica las actividades llevadas a cabo.

**5. *Balancear la materia prima***

Una vez que se ha establecido el proceso productivo, se hizo un cálculo del rendimiento de la materia prima, el cual en primer orden se registró la demanda diaria por producto, a continuación se describe el nombre del producto por orden alfabético y en el tercer apartado se registran en las unidades respectivas la cantidad de insumos por día que se requieren para sacar la producción. Finalmente se escriben las cantidades diarias y anuales necesarias para cumplir con la meta de producción de los insumos principales.

## 6. Establecer la ingeniería del proyecto

El siguiente paso, consistió en determinar el equipamiento necesario que se requiere para la producción, además de realizar una propuesta de distribución de planta para la maquinaria denominada como clave y por último el análisis del marco legal, para iniciar operaciones.

### Resultados

#### 1. Análisis de la localización óptima del proyecto

Para fines del presente trabajo no fue necesario usar técnicas para la localización debido a que no forma parte del estudio el determinar el lugar, el cual estaba ya establecido previamente al estudio, por lo que solamente se centrará este punto en reflejar las características generales del entorno de la empresa a nivel macro y micro.

#### Macro localización

Tabla 1. Situación actual del contexto de la empresa (país, estado y municipio).

Situación actual (Indicadores)	Macro localización		
	México	Sonora	Alamos
Superficie	1,964,375 km <sup>2</sup>	179 503km <sup>2</sup>	6947.47 km <sup>2</sup>
Clima	Cálido (Sur) Templado (Sur) Árido(Centro y norte)	Seco y semiseco	Desértico
Servicios públicos	Luz, electricidad, teléfono, alumbrado, recolección de basura, policía, bomberos, etc.	Luz, electricidad, teléfono, alumbrado, recolección de basura, policía, bomberos, etc.	Agua potable, alcantarillado, salud, electrificación.
Población	109.955.400 Hab.	2 213 370 Hab.	25 000 Hab.
PEA	4.5 millones	23 353	7 500
Actividades económicas	Agricultura, explotación forestal, ganadería, minería, pesca, construcción, electricidad, gas y agua, industria manufacturera, comercio, servicios, transportes.	ganadería, minería, pesca y agricultura	Ganadería. Agricultura, minería y turismo
Escolaridad	Secundaria	Secundaria	Primaria
Principal problemática	Desempleo	Contaminación	Desempleo y migración

Fuente: Censo de población 2000 INEGI.

El desarrollo y consumo de productos regionales representa una oportunidad de crecimiento económico (fortalece la economía interna del país) para contrarrestar la

crisis a través de la creación de empleos. Ocurre todo lo contrario con los productos importados, que además tienen un costo mayor.

### *Microlocalización*

El estado de Sonora aparece como una descripción transición del país hacia lo que viene siendo la empresa bajo estudio, como un punto intermedio de comparación entre los indicadores nacionales y los locales.

Álamos Sonora, ubicado al sur de Sonora, con clima seco y suelo árido, como se apreció a grandes rasgos en la tabla 1, es una de las zonas con menor actividad económica en el estado con una población de 25,000 habitantes donde solo el 30 por ciento de esta población es económicamente activa, dentro de la cual entre el 30 y 20 por ciento gana menos del salario mínimo lo que ocasiona un alto índice de desempleo y migración (López et. al., 2008), siendo aquí donde se ubica la empresa bajo estudio que surge como respuesta a la necesidad de empleo para contrarrestar la migración y hacer crecer el municipio con los recursos regionales que posee, registrada bajo el nombre de Cooperativa de nopaleras de Álamos SC de RL de CV.

### **2. Determinación del tamaño de planta**

Se desean producir lotes de 26 salsas diarias, este dato basado en estudio previo de mercado, sobre el que se realizó además el previo trabajo de tesis sobre estandarización de procesos (Zepeda et. al., 2008). Se tiene como restricción financiera hasta \$60,000 m/n como límite para equipamiento.

La empresa bajo estudio como se mencionó anteriormente elabora lotes de fabricación con bajos volúmenes y de diversos productos, generalmente comercializa sus productos bajo el concepto de “hecho sobre pedido”, por lo que el tipo de sistema productivo que utiliza se clasifica como sistema de producción intermitente.

### **3. Elaboración del programa de trabajo**

Se planea producir de lunes a viernes ocho horas diarias; sin embargo, como ya se tienen las instalaciones construidas el programa de trabajo se determinó como consecuencia del tamaño de la planta.

<b>Medio tiempo</b>	<b>Producción</b>	<b>Administrativo</b>
Turno 1	4 personas	1 persona
Turno 2	4 personas	

Tabla 2. Programa de trabajo de la cooperativa de nopaleras de Álamos, Sonora.

Se trabaja 5 días a la semana ( Lunes a viernes) dos turnos de medio tiempo con cuatro personas trabajando por turno y una persona que se encargue de hacer las compras, la apertura y proveer los insumos diarios necesarios para la producción, así como llevar el control de los inventarios y hacer el trabajo administrativo. En el segundo turno donde habrá 4 personas habrá una persona encargada por semana del cierre del negocio, quien será responsable de dejarlo listo para la persona encargada de la administración al día siguiente.

#### ***4. Descripción del proceso productivo***

**Recepción de materiales.** Los productos se transportan en embalajes adecuados que eviten su deterioro en cualquier sentido. El material se pesa al llegar a la planta para efectos de control de inventarios. Se efectúa una inspección visual de su calidad e inmediatamente después se pasa al almacén respectivo o al área de producción, según se requiera.

**Pesado y selección.** Aquí se inicia propiamente el proceso productivo, ya que este pesado se refiere a la cantidad que se procesará en un lote productivo. No se olvide considerar las mermas propias de proceso al pesar la cantidad inicial de materia prima para el lote. La selección se realiza de forma visual y manual, separando aquellas pencas de nopal que se observen en mal estado y haciendo pasar la materia prima al área de producción en recipientes contenedores para elaborar la diversa gama de productos que hace la empresa.

**Preparación de la salsa picante de nopal.** Se extraen del almacén todos los insumos necesarios para la elaboración de la salsa picante de nopal, tales como el chiltepín, conservadores, especias etc. Se separan en la porción exacta para el lote que se procesará; como es poca cantidad, se transporta manualmente hasta el área de producción.

**Tatemar chile.** Se ponen sobre fuego (estufa) los chiles revisando que no se quemen al punto de quedar carbonizados, una vez tatemados colocar los chiles calientes con unas

pinzas especiales en una bolsa de plástico limpia y seca para que estos suden y poder limpiarlo.

**Limpiar chile.** Se retira la piel quemada del chile usando guantes para evitar el contacto directo de las manos con la materia caliente y posteriormente con un cuchillo picar el chile en una base de acero inoxidable.

**Limpiar nopal.** Se toma una penca de nopal y se pone sobre la base de acero inoxidable donde se procederá a retirarle cuidadosamente y con un cuchillo las espinas, una vez que se cumpla este paso se limpia inmediatamente el área de trabajo para que quede libre de espinas y alguates (retirarlos con una servilleta de tela).

**Cocer nopal.** Sobre la estufa en una olla se ponen a cocer los nopales en agua limpia hasta que estos hiervan, con unos guantes especiales (de tela gruesa) se retira el recipiente de la estufa con mucho cuidado. Una vez cocido el nopal se escurre el agua en el lavabo.

**Mezclar y licuar.** Verter en el vaso de la licuadora  $\frac{1}{4}$  de kg de nopal y agregar el chile serrano, chile verde, chiltepín, ajo y orégano (verificar proporciones), teniendo especial cuidado en que los chiles no tengan tallo. Al momento de mezclar verificar que la licuadora esté bien tapada. Posteriormente la mezcla se vierte en una olla.

**Hervir la mezcla.** La mezcla ya en la olla, se coloca sobre la estufa y se deja sobre fuego durante 10 minutos que es cuando empieza a hervir, cuidando que la mezcla no se pegue y se queme, teniendo sumo cuidado al momento de batirla con el cucharón de acero inoxidable para evitar tener contacto directo con la piel.

**Envasado.** Vaciar con la ayuda de un embudo la salsa en las botellas esterilizadas de 320 ml.

**Esterilizar.** En una olla con agua hirviendo colocar las botellas ya con salsa de tal manera que el agua les llegue al cuello y dejarse hervir por 15 minutos.

**Enfriamiento.** Retirar con unos guantes de tela gruesa la olla de la estufa y colocarse en la mesa de trabajo para posteriormente extraer las botellas con salsa. Dejarse enfriar a temperatura ambiente.

**Etiquetado.** Una vez que las botellas estén frías se procede a etiquetarlas.

**Almacenamiento.** Se debe guardar en un lugar fresco, seco y oscuro (pueden durar hasta un año, sin embargo una vez abierta debe ser refrigerado).

### **5. Balance de la materia prima**

Aunque para el desarrollo de este trabajo se tomó como base el producto más complejo de la cooperativa, la salsa, en este punto se vuelve necesario hacer referencia a los requerimientos de materia prima de todos los productos con motivo de conocer los requerimientos totales.

En la tabla 3 se establece la demanda diaria que se estableció en un previo estudio de mercado hecho por el equipo SIFE-ITSON, en la segunda columna se mencionan los productos que fabrican y en la parte de insumos se señalan aquellos que son comunes a la mayoría de los productos así como las respectivas cantidades diarias y anuales.

Tabla 3. Insumos diarios y anuales de los cuatro principales insumos.

Demanda diaria	Producto	INSUMOS			
		Nopal (kg)	Agua (Lts)	Azúcar(kg)	Sal(kg)
32	Escuincles	3	1.65	1.5	0
1500	Fibra de nopal (Cápsulas)	0.6	0	0	0
25	Mermelada	3	1.5	2.25	0
36	Nopal verdura	3	0	0	0
6	Nopal salmuera	2.61	7.83	0.01	0.104
26	Salsa	4	1	0	0.005
Total de insumos diarios=		<b>16.21</b>	<b>11.98</b>	<b>3.76</b>	<b>0.109</b>
Total de insumos anuales (insumo x 20 días x 12 meses)=		3890.4	2875.2	1082.4	26.16

En

total, la plantación de nopal propiedad de las integrantes de la cooperativa, es de aproximadamente media hectárea, la cual produce un estimado de seis mil pencas al año,

que equivalen aproximadamente a nueve mil kilogramos, lo cual supera por mucho los requerimientos de materia prima anuales. Incluso esa captación de nopal es el doble de la que realmente ocupan para satisfacer la demanda lo cual indica que son capaces de incrementar en un 50 porciento la producción si de materia prima se habla.

Agua: Se requiere de un garrafón de agua de 19 litros diariamente, 12 litros para la producción y el resto para consumo humano. Se recomienda la compra de dos garrafones para llenarlos cada tercer día.

Azúcar: El centro de acopio es pequeño como para tener mucho inventario, y se requieren grandes cantidades de este insumo, por lo que se recomienda que su compra en costales una vez por semana.

Sal: Un kilogramo de sal rinde para la producción de dos semanas, por lo que se recomienda surtir este insumo una vez al mes comprando dos kilos del mismo.

Tabla 4. Balance de insumos secundarios.

Materia prima	Insumos diarios de producción (Kg./CT)					Insumos anuales (Insumo x 20dias al mes x 12meses)=
	Escuincles	Fibra	Mermelada	Nopal salmuera	Salsa	
Chiltepín					0.007	1.68
Chile serrano					0.045	10.80
Chile verde					0.060	14.40
Ajo					0.008	1.92
Aceite de olivo					0.030	7.20
Orégano					0.003	0.72
Limón			0.009			2.16
Bicarbonato de sodio			0.009			2.16
Chile en polvo	0.020					4.80

El nopal verdura no figura en esta tabla porque no requiere de otros insumos extras al nopal, en el caso de las cápsulas aparecen sombreadas debido a que maneja como unidad la cápsula en sí, en vez de gramos o milímetros.

En el caso de los limones 0.009 mililitros es el equivalente a 2 limones, es decir se ocupan 120 kg al año para sacar la producción de mermelada, lo cual no representa mayor problema debido a la abundancia del mismo en la región.

Para el caso de estos insumos que son igualmente importantes se les considera de preocupación secundaria ya que no se requiere contactar proveedores exclusivos puesto que se utilizan en pequeñas porciones diarias, son no perecederos y su compra se puede efectuar una o dos veces por año.

Retomándose nuevamente el proceso productivo de la salsa y con base en el balance de la materia prima requerida, se determinó la conveniencia de que ciertas actividades se automatizarán, sobre todo aquellas que requieren de mayor tiempo y que no agregan valor al producto, obteniéndose a los siguientes resultados:

Tabla 5. Equipo de producción por producto.

EQUIPO PARA LA PRODUCCIÓN	A	B	C	D	E	ECE	EC
Cocineta	X	X	X	X	-	X	X
Ollas	X	X	X	X	-		X
Cuchillos	X	X	X	X	-		X
Colador	X	X	X	-	-		
Esterilizador	X	X	X	-	-	X	
Baño María	X	X	X	-	-	X	X
Selladora	X	X	X	-	-	X	
Licuada	X	X	X	-	-	X	X
Deshidratador	-	-	-	X	X	X	X
Triturador, pulverizador	-	-	-	-	X		
Básculas	X	X	X	X	X	X	X
Pinzas	X	X	X	X	-	X	
Llenadora (inyector)	X	X	-	-	-	X	X
Etiquetadora						X	

A= Salsa B=Mermelada C= Nopal salmuera D=Escuincles E= Fibra

ECE= Equipo de Capacidad Estandarizada EC= Equipo Clave

Tabla 6. Equipo clave para la producción y las diferentes capacidades disponibles en el mercado.

Equipo Clave	Capacidad disponible
--------------	----------------------

Baño María	2.5 litros temp. Max 200 °C temperatura. Min 5°C
Báscula	1 kg, 5 kg, 10 kg
Cuchillos	15 cm
Deshidratador	1 metro cúbico
Estufa	4 quemadores, 6 quemadores
Ollas	3 litros, 5 litros, 10 litros
Licuada	1 litro, 2 litros
Llenadora (inyector)	5 envases por minuto
Mesa de acero inoxidable	Sobre pedido, cualquier dimensión
Refrigerador	9 pie <sup>3</sup>

## **6. Establecer la ingeniería del proyecto**

En la tabla 7 se menciona el equipo necesario para el proceso y las actividades a realizar para cuya determinación se tomaron como base los diagramas de los procesos de productivos con referencia al trabajo de Tesis de Zepeda et. al. (2008) sobre la estandarización de procesos productivos de la misma empresa bajo estudio.

Tabla 7. Descripción de las actividades del proceso productivo de la salsa picante de nopal.

Tabla 8. Monto estimado de costos de equipo de producción.

	Equipo de Producción	Cantidad Requerida	Precio Unitario	Precio Total
<b>Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>			<b>Equipo necesarios</b>
1, 4 y 6	Refrigerador Uso de calor para procesar el nopal	4	600	2400 Estufa
2 y 3	Baño maría Limpiar materia prima	1	2150	2150 Cuchillo y base de acero inoxidable.
5	Lavabo Mezcla de la materia prima	1	13,536	13,536 Licuadora
7	Colador Vaciar contenido	1	367	367 Ollas
8	Olla Esterilizado 2	2	742.65	1485.3 Esterilizadora de mediana capacidad.
9	Licuadora Inspección	1	1199	1199 Ninguno
10	Báscula Eléctrica Llenado	1	2,196	2,196 Embudo o llenadora
11	Juego de cuchillos Etiquetado	1	300	300 Etiquetadora automática
	Basurero	2	300	600
			<b>Total</b>	<b>28 218.3</b>

Tabla 9. Monto estimado de costos de equipo de oficina.

<b>Equipo de Oficina</b>	<b>Cantidad Requerida</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
Escritorio	1	500	500
Silla de trabajo	1	400	400
Caja registradora	1	1200	1200
		<b>Total</b>	<b>2100</b>

En lo concerniente al área de producción, se tomó en cuenta todo el equipo necesario basado en el análisis del proceso productivo para que la fabricación de los productos pudiera llevarse a cabo sin dificultad, sin embargo por la limitante del espacio solo se dio prioridad al equipo del que no se puede prescindir y cuyas dimensiones se adaptaran a la instalación.

Se está proponiendo que se adquiriera una cocineta de cuatro quemadores en vez de una estufa, puesto que no se requiere para ninguna de las actividades el horno de esta última, además de que la cocineta no ocupa mucho espacio y satisface la necesidad de cocción de la materia prima.

Es insustituible la adaptación de un lavabo por cuestiones de limpieza: lavado de utensilios, limpieza de materia prima y aseo de las manos.

La compra de dos ollas número 32 que caben perfectamente en la cocineta de 4 quemadores y que son capaces de cocer hasta 3.5 kg de nopal cada una, cada día se necesita cocer nueve kilos y medio aproximadamente para sacar la producción de salsa, mermelada y nopal salmuera.

Un juego de 4 cuchillos cocineros (de 15 cm aproximadamente), de hoja gruesa y rígida el cual es el más adecuado para trocear, considerando uno por persona por turno, debido a que quitarle las espinas al nopal es uno de los procesos que más tiempo lleva y se requiere de la participación de todas, todos los productos requieren que el nopal esté libre de espinas. Es de los materiales más importantes.

Se requiere además de una báscula de preferencia electrónica por dos razones muy importante, la precisión para evitar pérdidas del producto (controlar la cantidad de materia prima utilizada) y además no ocupan de mucho espacio. Se recomienda una con capacidad de 10 kilogramos.

Una licuadora de preferencia de vidrio por ser más higiénico y con el fin de evitar los malos olores que guarda el plástico, una con capacidad de un litro es suficiente, el nopal ya cocido ocupa poco espacio.

Necesitan un deshidratador para el nopal destinado a la elaboración de la fibra, pero debido a que las capacidades encontradas en el mercado no se adaptan, se tendrá que seguir con el tardado método tradicional.

Se recomienda la compra de un equipo contenedor de fluidos con válvula (parecido a un porta garrafón) para el proceso de llenado de la salsa y la mermelada, debido a que ocupa poco espacio y ayudaría a reducir el tiempo de esta actividad en casi un 50 por ciento.

Se necesita además de un refrigerador que funja como almacén de materia prima y producto terminado en el caso de la salsa, la mermelada y el nopal verdura. Además también se vuelve indispensable un anaquel que haga las veces de almacén.

Y además se recomienda también la adquisición de equipo para baño maría para la favorecer la conservación de los productos envasados.

Se debe contar además con un contenedor de desechos orgánicos (desechos de producción)

La mesa de acero inoxidable es equipo imprescindible y ya se cuenta con ella, que se adecúa perfectamente al centro, también se cuenta con un tanque de gas estacionario para cocinar.

En lo que respecta al área administrativa, se requiere de un escritorio, caja registradora, una silla y un depósito para basura, además de artículos simples de papelería un cuaderno, lápices y plumas.

### ***Normatividad***

Según las normas de seguridad e higiene industrial de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2009) se debe: en lo que concierne a la higiene hacer uso de: de tapabocas y redes para el cabello. Y en lo que respecta a la seguridad: batas y guantes de tela gruesa para evitar quemaduras; por las altas temperaturas presentadas en la región también es necesario contar con equipo de refrigeración.

Tener muy bien identificada la línea de gas y cerrar muy bien las válvulas al término de las actividades, además contar con un extintor de incendios y de ser posible que el piso sea de material antiderrapante.

### ***Distribución de la planta***

Dentro de la cooperativa, es necesario contar con espacios específicos para las actividades que ahí se realizan, sin embargo es importante tener presente la limitante del espacio, ya que existe una construcción de dos cuartos de 28 m<sup>2</sup>.

Como se ha mencionado anteriormente en el proceso de producción, las operaciones más representativas es la producción de salsa y en base a este se puede determinar que se debe contar con un espacio de Recepción de Materia Prima que es parte fundamental para dar comienzo a la transformación del nopal en los diferentes productos, ya limpio es trasladado a un espacio para cocimiento y que a su vez este espacio permita la esterilización de los envases que así lo requieran.

Una vez que el nopal haya sido procesado, se necesita otro espacio para el llenado y sellados de los productos, así como el de dejar enfriar los mismos para que no afecte su tiempo de vida y por último pasar al área de etiquetado y almacenamiento de los productos terminados.

Por el giro alimenticio de esta cooperativa se propuso una distribución de planta por proceso; es decir, que una operación es continua a la otra y así sucesivamente, esto con la finalidad de aprovechar al máximo los espacios continuos y que no exista gran flujo de materiales que impidan el proceso establecido.

Se utilizó el método de distribución Sistemática de las instalaciones de la planta, conocido como SLP, donde como primer actividad ayudó a identificar departamentos y

actividades, como en la cooperativa tiene dos cuartos, el más amplio se tomó para producir, es decir para llevar a cabo todos los procesos que se requieran para la transformación del nopal, que está constituido por área de recepción de materia prima, área de cocción, esterilización, llenado y etiquetado. El segundo y más pequeño se estableció para oficina administrativa y almacén de productos terminados.

Sin embargo, la limitante del espacio es un factor considerable para determinar las áreas; para optimizar el espacio se hace una comparación entre las operaciones fundamentales que se requieren de acuerdo al proceso productivo más complejo, que para fines de esta investigación, se ha mencionado que el proceso de las salsas es el que se tomó como base. En la tabla 10, se realizó una correlación y clasificación de dichas áreas, ya que algunas pueden en conjunto con otras y sin interferir en su tiempo.

Tabla 10. Clasificación de las áreas para la producción.

<b>Áreas</b>	<b>Importancia</b>	<b>Comentarios</b>
Recepción de MP	Necesario	Para evitar que los productos terminados se contaminen con residuos del nopal (espinas), se destinará un área especial para esta actividad.
Esterilización	Necesario	Ésta es una operación importante, pues los envases que se manejan son plásticos y necesitan ser esterilizados por medio de calor, así que se puede realizar en el área de cocimiento.
Cocción	Necesario	Es una de las actividades más importantes, ya que tres de los cinco productos necesitan ser sometidos a temperaturas más altas, para cocimiento del nopal.
Llenado	Necesario	Se determinó que la actividad del llenado de los envases pasa formar parte importante de los productos terminados.
Sellado	Ordinaria	Actividad de importancia ordinaria que se puede trabajar a la par con el llenado y pueden ser continua una a la otra.
Enfriado	Ordinaria	De la misma manera que la actividad anterior, un área específica para enfriado es de importancia normal.
Etiquetado	Necesario	Actividad que da al producto terminado su presentación para su venta y comercialización, y requiere de un espacio físico.
Almacén de productos	Necesario	Es importante un lugar destinado únicamente para guardar y mantener en inventarios el producto
Oficinas administrativas	Necesario	Para control y dirección de la misma empresa se debe contar con una oficina.

De acuerdo con el análisis de la tabla anterior se determinó que son cuatro áreas en las que se puede clasificar uno de los dos cuartos con los que cuenta la cooperativa. En seguida se realizó la tabla relacional de las operaciones que se llevan a cabo de acuerdo a su rol de importancia dentro de la misma empresa. A continuación en la tabla 11 se puede observar dicha relación entre las áreas y su código de importancia; y en la figura 2 el diagrama general de relación de actividades conocido como diamante.

Tabla 11. Códigos de cercanía entre las áreas que comprende la Cooperativa.

<b>Áreas</b>	<b>Letra</b>	<b>Orden de proximidad</b>
Recepción de MP	A	Absolutamente necesaria
Cocción	A	Absolutamente necesaria
Llenado	E	Especialmente importante
Etiquetado	I	Importante
Almacén	A	Absolutamente necesaria
Oficinas	E	Especialmente importante

En la elaboración de del diagrama se puede observar que de acuerdo a las operaciones fundamentales el orden óptimo para distribuir las es por proceso, donde las actividades se encuentran en orden de acuerdo al proceso productivo, esto con la finalidad de aumentar la productividad y disminuir traslados del nopal que pueda generar retrasos en las mismas y/o se contamine con otros residuos. Además que es la más acorde al lugar, a la cooperativa ya que el lugar que se dispone para producción es una habitación de 16m<sup>2</sup>, lo cual es la principal limitante para el orden y acomodo de la maquinaria. Así como para el cuarto contiguo que es de una superficie de 12m<sup>2</sup>. En la figura 1 se establece el diagrama general de relación de actividades.

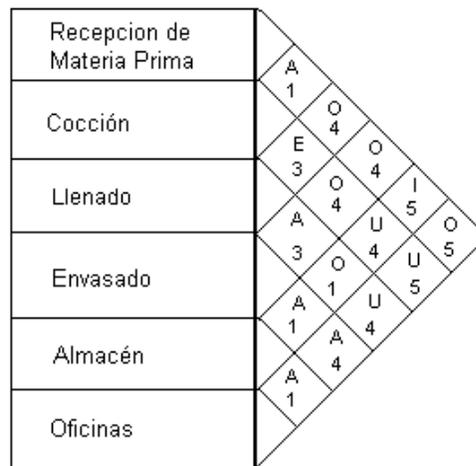


Figura 1. Diagrama general de relación de actividades.

Por medio del programa de software ACAD, se elaboró la siguiente propuesta de distribución de acuerdo a las medidas de los equipos que se proponen para su instalación en la cooperativa. El cual se puede apreciar en la figura 2. .

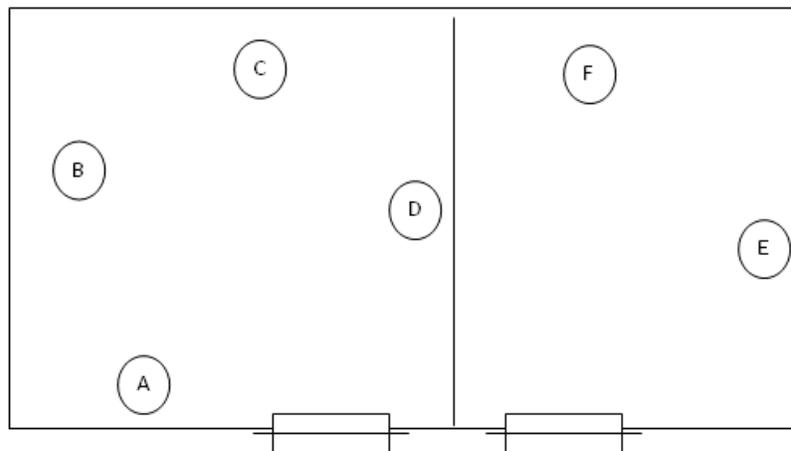


Figura 2. Propuesta de distribución por proceso.

Como se puede observar en la figura 2, el área de recepción de la materia prima y todo el proceso que conlleva el limpiar el nopal se realizaría en la parte de la entrada (A), por consiguiente se traslada al área de cocimiento (B) donde se contará con el equipo necesario para la transformación del nopal independientemente del producto que se elabore una vez que se tenga el producto elaborado y procesado es llevado al área de envasado (C), para dar las presentaciones correspondientes de los mismos, y por último

se coloca en un repisa para enfriado y etiquetados para el producto final en almacén (E). Como parte fundamental de la dirección y administración de la empresa se contará también con un área para dicha actividad (F).

### ***Marco Legal***

De acuerdo a Normas Oficiales Mexicanas, todo negocio debe cumplir con un marco legal así como de inocuidad, la Cooperativa de Nopaleras, de acuerdo al giro de proceso alimenticio debe cuidar principalmente la calidad, sanidad e higiene de los productos que está ofreciendo, desde el momento en que están siendo preparados, así como los requerimientos de la distribución de planta. Lo que se pretende lograr es garantizar que las operaciones se realicen higiénicamente desde la llegada de la materia prima hasta obtener el producto terminado.

Existen ciertos principios de sanidad e higiene que la cooperativa debe dar seguimiento y mantener un control como lo es que la materia prima, en este caso lo es el nopal, debe estar en condiciones apropiadas que lo protejan de contaminantes, debe estar alejado de los productos terminados, para evitar contaminación cruzada y en condiciones óptimas que permita realizar eficazmente las operaciones de limpieza y desguatar el nopal.

Los equipos y los utensilios para manipulación de alimentos deben ser de un material que no transmita sustancias tóxicas, olores ni sabores. Las superficies de trabajo deben ser lisas y se recomienda evitar el uso de maderas y de productos que puedan corroerse. Por ello es mejor el acero inoxidable.

Según la NOM-017-STPS-2008: Equipo de protección personal; todas las integrantes de la cooperativa que procesen o no el nopal deben mantener la higiene personal, llevar ropa protectora, calzado adecuado y cubre bocas, red para el cabello. Todos ellos deben ser lavables o desechables. Y mantenerse al margen con accesorios como anillos y pulseras.

La NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo; las condiciones de almacenamiento deben ser óptimas tanto en temperaturas, humedad, ventilación e iluminación.

## **Conclusiones**

De acuerdo al objetivo planteado al inicio del presente proyecto, éste se ha alcanzado ya que se conocen el tamaño de planta, la localización, se establece con detalle el equipo a utilizar para elaborar los productos de la cooperativa.

Se sabe que tienen un 50 por ciento más de capacidad de producción de la que realmente están usando y que son capaces de responder a cambios en la demanda, pero a la vez se está consciente de la limitante del espacio y de que en determinado tiempo será necesario ampliar las instalaciones si quieren crecer.

En cuestión de la distribución de planta se tuvo la limitante de la infraestructura, sin embargo se lograron colocar cuatro áreas donde se puede producir, así como un espacio de oficina y almacén de los productos e insumos.

Para cuestiones de marco legal e inocuidad, lo más destacado es mantener la sanidad de la materia, tanto en los utensilios como las personas que lo procesaron, su debido equipo de protección.

## **Recomendaciones**

Se recomienda que si se pretende aumentar la capacidad de producción, se amplíen las instalaciones del centro de acopio o de la cooperativa.

Para conocer más a fondo de la factibilidad económica se recomienda, dar continuidad a este estudio técnico con la evaluación financiera.

Si se desea colocar los productos a ventas a gran escala, sería importante remplazar los envases de plástico que se utilizan para la salsa, mermelada y nopal salmuera por recipientes de vidrio que son más higiénicos, y prolongan el tiempo de vida. Además de hacer inversión en la compra del código de barras, así como la información nutrimental de los productos.

## **Referencias**

Baca Urbina, Gabriel, (2006). *Evaluación de Proyectos*, Quinta Edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana. México.

- Erossa M., Victoria E., (1991). *Proyectos de inversión en ingeniería, su metodología*. 2da edición Editorial LIMUSA, México.
- García L. Mónica., et. al. (2008). Determinación del tack time de Cooperativa de Nopaleras en la localidad de Álamos, Sonora. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Sonora.
- Muther, Richard, (1981). *Distribución de Planta* Cuarta Edición, Barcelona, España, Editorial Hispano Europea.
- Ocampo, José E., (2002) *Costos y evaluaciones de Proyectos* Primera Edición, Editorial CECSA, México.
- Sánchez G., Diodoro et. al. (2000). *El Nopal: Historia Fisiología, Genética e Importancia Fruticula*. Editorial TRILLAS. México.
- Sapeg Ch., Nassir, et. al., (1998 ). *Preparación y Evaluación de Proyectos* 3ra Edición, Editorial Mc Graw Hill, Colombia.
- Schroeder, Roger. (1993). *Administración de Operaciones*, Edit. Mc Graw-Hill, Tercera Edición, México.
- Zepeda L. Anna et. al. (2008). Estandarización de los procesos productivos de una empresa dedicada a la elaboración de alimentos a base de nopal para la mejora de sus niveles de producción, Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Sonora.

### **Referencias de internet**

- Contacto Pyme, gobierno de México. Consultado el 17 de marzo de 2009.  
<http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=9&g=2>
- INEGI, gobierno de México. Consultado el 17 de marzo de 2009.  
<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/comunicados/endutih08.asp>
- Noticias, Ecuador. Consultado el 9 de febrero de 2009.  
<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/el-nopal-penetra-el-mundo-281318-281318.html>
- Sagarpa, gobierno de México. Consultado el 9 de febrero de 2009.  
<http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/df/fichatecnopal.pdf> 09/02/09
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social, gobierno de México. Consultado el 17 de marzo de 2009. <http://www.stps.gob.mx>
- SIFE, internacional. Consultado el 20 de marzo de 2009. [www.sife.org](http://www.sife.org)

### **Capítulo III: Diseño de una estrategia de abastecimiento para una empresa del giro agroindustrial**

*Javier Portugal-Vásquez<sup>1</sup>, María Rocío Selene Bringas López<sup>2</sup>, Martha Rosas Salas<sup>1</sup>, María del Pilar Lizardi Duarte<sup>1</sup>, María Paz Guadalupe Acosta Quintana<sup>1</sup>, Arnulfo Aurelio Naranjo Flores<sup>1</sup> y Enedina Coronado Soto<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup> Profesores de Tiempo Completo del Cuerpo Académico de Cadenas Productivas

<sup>2</sup> Alumna de Maestría en Ingeniería en Logística y Calidad  
Unidad Náinari, Instituto Tecnológico de Sonora  
Ciudad Obregón Sonora, México; javierpv@itson.mx

#### **Resumen**

El proceso de aprovisionamiento es una de las funciones básicas que realiza cualquier organización, de ello depende la planeación de los suministros de los materiales en las cantidades, fechas de entrega y calidad, que son requeridos por el proceso de transformación, favoreciendo que los productos lleguen al cliente en las condiciones establecidas. Es por ello que el presente proyecto se realizó con la finalidad de diseñar el proceso de aprovisionamiento que sea capaz de satisfacer los requerimientos de la demanda de los clientes de una empresa dedicada a la elaboración y venta de frituras a base de harina de trigo y papa industrializada en la región.

La principal problemática que se encontró en la organización fue que la planeación de la producción se realiza de manera empírica, lo que provoca el exceso de materia prima en inventarios y en ocasiones se llegue a escasez en los mismos. De igual manera, se repercute en el proceso de aprovisionamiento ya que no se tiene definido este proceso, quienes son los responsables de llevarlo a cabo y cuáles son las necesidades de la organización.

Basado en la anterior se planteo el objetivo de diseñar el proceso de aprovisionamiento que sea capaz de satisfacer los requerimientos de la demanda de los clientes de una empresa dedicada a la elaboración y venta de frituras a base de harina de trigo y papa industrializada en la región.

El método utilizado fue elaborar un pronóstico de la demanda de los productos críticos de la empresa, plan agregado y plan maestro de producción para con ellos obtener la planeación de los requerimientos de los materiales y ajustarlos a las órdenes de compra; así mismo se definieron las políticas de producción y se documentó el proceso de aprovisionamiento.

Entre los principales resultados obtenidos se encuentran el diseño del proceso ideal que la empresa deberá seguir para adquirir sus principales materias primas, la determinación de las

políticas de producción e inventario bajo el lote económico de producción y la cantidad económica de pedido y las estrategias de compras.

Los beneficios que se esperan se encuentran en minimizar la inversión en el inventario, reducir las pérdidas por daños, obsolescencia y artículos perecederos, obtener un inventario suficiente para que la producción no carezca de materias primas, cooperar con compras para lograr adquisiciones económicas, hacer predicciones sobre necesidades del inventario y lo más importante cumplir los requerimientos del cliente en fecha y cantidad.

### **Antecedentes y marco de referencia**

En la actualidad las empresas enfrentan un entorno cada vez más cambiante y que determina su funcionamiento, es decir, día a día luchan por lograr una mayor eficiencia y competitividad. El éxito que logren depende en gran medida del cómo se relacionen con un extenso número de variables externas a la organización tales como: el comportamiento de los mercados, los costos, las innovaciones tecnológicas, aspectos sociales, culturales, políticos y la competencia, lo que contribuye a que las empresas que deseen conservarse en el mercado desarrollen capacidades que le permitan introducirse, mantenerse y ampliarse en el mercado. Todas las empresas tanto productivas como de servicios desarrollan su actividad en un ambiente altamente competitivo, se requiere por tanto anticiparse al entorno para poder establecer las estrategias más adecuadas para adaptarse al mismo.

Además de dichos factores, se encuentra el cliente, quien exige cada vez mayor calidad en el producto o servicio, variedad de los mismos, impone sus preferencias, gustos, hábitos de consumo, lugar, forma de pago y entrega; por tanto hacen que las empresas opten por la innovación continua de sus productos, lo que se traduce en una sustitución rápida de los mismos por otros, es decir, hacen que el llamado ciclo de vida de un producto se reduzca cada vez más.

Debido a esto la adquisición de materiales, suministros, servicios y equipo de la calidad apropiada representan un constante desafío para las organizaciones que desean obtener

una contribución máxima en esta área (Leenders, 2000). Además un factor importante que contribuye a la mala gestión de la empresa es que están estructuradas a menudo como una jerarquía de unidades funcionales, ocupándose sólo de sus objetivos particulares e ignorando el resultado global (IMNC, 2003).

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, surge el concepto de logística, la cual se basa en que el flujo de materiales debe ser considerado en su integridad y no de forma segmentada, constituyendo una de las principales tareas de la dirección; se relaciona de una forma directa con todas las actividades inherentes a los procesos de aprovisionamiento, fabricación, almacenaje y distribución de productos (Anaya, 2000).

La logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes (Ballou, 2004). El propósito de la logística es proporcionar el producto, en la cantidad, estado, lugar, momento y por el costo adecuado. Está asociada a los ciclos de Aprovisionamiento-Producción-Distribución.

Por otra parte, la gestión de aprovisionamiento es uno de los mayores problemas que se plantean en la empresa, supone mantener unas existencias de productos que permitan atender la demanda de los clientes y que, al mismo tiempo, los costos de gestión y almacenaje de los materiales sean mínimos; siempre y cuando se mantenga un nivel de servicio al cliente aceptable.

La gestión de aprovisionamiento es el conjunto de operaciones que realiza la empresa para abastecerse de los materiales necesarios cuando tiene que realizar las actividades de fabricación o comercialización de sus productos. Comprende la planificación y gestión de compras, el almacenaje de los productos necesarios y la aplicación de técnicas que

permitan mantener las existencias mínimas de cada material, procurando que todo ello se realice en las mejores condiciones y al menor costo posible (Escudero, 2003).

Una buena política de aprovisionamiento contribuye con los objetivos generales de la empresa a través de una buena gestión del inventario, en las mejores condiciones de abastecimiento y calidad. Para ello se establecen líneas de coordinación entre los distintos departamentos o secciones y se definen las necesidades y los presupuestos.

Con el propósito de lograr una óptima gestión de aprovisionamiento se deben alcanzar, entre otros, los siguientes objetivos: calcular las necesidades de la empresa logrando un inventario suficiente para que la producción no carezca de materias primas y demás suministros, minimizar la inversión en inventarios; partiendo de una buena gestión de inventarios se pueden reducir al máximo los costos de almacenamiento por pérdidas, daños en el producto, por obsolescencia o baja de artículos perecederos, etcétera (Escudero, 2003). El cumplimiento de dichos objetivos puede llevarse a cabo mediante una óptima planeación de la producción y con un proceso de aprovisionamiento acorde a dicha planeación.

Es mediante esta planeación que se puede desarrollar un proceso de aprovisionamiento eficiente y acorde a las necesidades de las organizaciones, independientemente si estas se encuentran en el sector público o privado, con el propósito de mantener existencias de productos que permitan atender la demanda de los clientes, con un costo de gestión y almacenaje mínimos; siempre y cuando se mantenga un nivel de servicio al cliente aceptable.

Dentro del sector productivo se encuentra el rubro de confitería y botanas, el cual es un sector que a nivel mundial tiene un valor aproximado de \$74,000 millones de dólares. El mercado estadounidense es el más grande del mundo y su valor es de alrededor de \$24,000 millones de dólares. De esta cantidad, más de 6,000 millones corresponden a las papas fritas. La mayoría de estos productos listos para su consumo, está elaborada a base

de papa, harina de trigo o maíz, piel de cerdo y grasas vegetales, aunque también se incluyen las palomitas, cacahuates, nueces y semillas; los cuales pueden estar condimentados con sal, chile, limón, cebolla, queso, chiles jalapeños, entre otros (Loperena, 2007).

Las botanas son una categoría que abarca diversos mercados, amplios rangos de edad y con la ventaja de ser un alimento armónico para cualquier momento y situación. Aún cuando pareciera que no hay una estacionalidad marcada, la producción de botanas tiene un comportamiento cíclico ligado a las ventas del producto, donde la producción y las ventas están relacionadas a ciertas épocas del año principalmente cuando aumentan las convivencias familiares o hay la concurrencia masiva de personas a eventos sociales, deportivos, educativos, entre otros. Enero es un mes donde la producción disminuye considerablemente (Canacintra, 2004). Un público clave para esta industria, sin duda son los niños, las compañías lo saben y por ello, unen sus productos a la fuerza de series televisivas, películas de estreno o licencias de personajes de gran impacto.

En México el mercado de botanas saladas representa ingresos de alrededor de \$2,000 millones de dólares anuales. Los mexicanos consumimos, en promedio, 3.28 kilogramos de botanas cada año. Las papas fritas y las botanas hechas a base de maíz son el segmento principal y representan casi el 50% del mercado mexicano ([www.industriaalimenticia.com](http://www.industriaalimenticia.com)). Según el Tercer Directorio Nacional de Fabricantes de Botanas existen cerca de 127 productores distribuidos en todo el país y la mayor concentración de estas empresas se da en el Distrito Federal con 20 %; Jalisco con 17 %, y Nuevo León con 14 % (Canacintra, 2004).

En el estado de Sonora, específicamente en Ciudad Obregón, se encuentra una organización dedicada a la elaboración y venta de frituras a base de harina y papa industrializada principalmente, la cual actualmente cuenta con una plantilla de 13 empleados, dos puntos de venta ubicados dentro de la ciudad y uno más en la Ciudad de

Navojoa Sonora, así mismo es la única empresa del giro en la región que tiene registrada una marca para el producto que elabora y comercializa ante el Instituto Mexicano de Protección Industrial. Su mercado abarca a dulcerías, abarrotes, revendedores y público en general.

En entrevistas con los administradores de la empresa, comentan que el proceso de elaboración de sus productos es básicamente artesanal, no se cuenta con maquinaria o equipo automatizado para la elaboración de frituras, es decir esto se realiza por el personal manualmente. Se ha analizado la capacidad instalada de sus tres freidores y dos de estos (los destinados a la elaboración de los duros), están subutilizados, por ende se trata de un producto con elevados costos de producción y poco margen de utilidad, existe inconsistencia en los métodos, es decir los operadores que realizan los procesos, no los realizan de forma estándar, lo cual origina producto inconsistente y defectuoso; altos tiempos de preparación y por ende baja productividad, así como exceso de recorridos para llevar el producto terminado al área de anaqueles.

Es importante mencionar que la empresa se enfrenta diversos problemas, entre los que destacan: la planeación de la producción se realiza diariamente, esta se fundamenta en la experiencia del empresario y por ende, el proceso de aprovisionamiento se lleva a cabo en condiciones similares. Es por ello que es común que no se calculen las compras de materia prima necesaria, que no se establezcan las necesidades de producción y los niveles de existencias en determinados puntos de la dimensión del tiempo, que no se dispongan de las materias primas y demás elementos de fabricación, en el momento oportuno y en el lugar requerido y que esto conlleve a incumplimientos de los pedidos en fechas estipuladas con los clientes.

La planeación de la producción es una de las actividades fundamentales que se deben realizar en las organizaciones, independientemente de su tamaño, con el fin de obtener mayor eficiencia del área de producción. Básicamente se refiere a determinar el número

de unidades que se van a producir en un período de tiempo, con el objetivo de prever cuáles son las necesidades de mano de obra, materia prima, maquinaria y equipo, que se requieren para el cumplimiento del plan de producción.

El punto de partida para planear la producción lo constituye la estimación de la demanda que la empresa proyecta realizar en un período de tiempo determinado con base en lo producido en períodos anteriores más el crecimiento esperado del mercado y con ello establecer el proceso de aprovisionamiento en equilibrio a los requerimientos de la organización.

Por otra parte, en el entorno de la pequeña y mediana empresa es común que se tomen decisiones de dicha naturaleza conforme a la experiencia o a la percepción de los tomadores de decisiones, es decir, se realiza de manera empírica. Por consiguiente se obtienen grandes inversiones en el inventario, altos costos de almacenamiento, pérdidas por daños y obsolescencia del producto, entre otros, que afectan la rentabilidad de la organización. Así mismo en ocasiones, se llegue a la carencia de las materias primas necesarias para cubrir las necesidades de los clientes y se afecte la imagen de la empresa ante los mismos. (Infopyme, 2009).

### **Problema**

En lo que concierne a la empresa bajo estudio, esta no es la excepción, actualmente la empresa realiza la planeación de la producción diariamente, se fundamenta en la experiencia del empresario y por ende, el proceso de aprovisionamiento se lleva a cabo en condiciones similares. Lo anterior ocasiona compras innecesarias de materia prima, el establecimiento inapropiado de las necesidades de producción y altos niveles de existencias en determinados puntos de la dimensión del tiempo, la falta de las materias primas y demás elementos de fabricación, en el momento oportuno y en el lugar requerido y que esto conlleve a incumplimientos de los pedidos en fechas estipuladas con los clientes; por lo tanto se plantea lo siguiente: ¿Cuál deberá ser el proceso de

aprovisionamiento de los productos críticos de la empresa dedicada a la elaboración de frituras que cumpla con los requerimientos del cliente?.

### **Objetivo**

El objetivo del presente proyecto es diseñar el proceso de aprovisionamiento en la empresa dedicada a la elaboración de frituras, que permita cumplir con los requerimientos del cliente.

### **Método**

El método utilizado contempló sujetos, materiales y procedimiento bajo los cuales se logró desarrollar el proyecto y cumplir con dicho objetivo. El sujeto bajo estudio es el departamento de producción de la empresa dedicada a la elaboración de frituras, específicamente el proceso de aprovisionamiento para los productos críticos. Los materiales utilizados fueron: los registros de la demanda mensual en un período de 3 años, enero de 2005 a febrero de 2008, de los productos que elabora la empresa para realizar la clasificación y el Software WinQSB versión 2.0 para la elaboración de los pronósticos de los productos críticos.

De acuerdo a la bibliografía consultada se estableció el procedimiento, para lograr el proyecto se llevaron a cabo las siguientes etapas:

1. **Obtener los productos críticos mediante la clasificación ABC.** En este primer paso se recabó la información sobre la demanda mensual de todos los productos que se elaboran en la empresa y el correspondiente costo unitario en el sistema de información del período enero de 2005 a febrero de 2008, los datos se clasificaron bajo el criterio de costo total, se estableció que hasta el 85% representan los productos críticos y se utilizaron para realizar el pronóstico.
2. **Analizar el comportamiento de la demanda de los productos críticos de acuerdo a método de pronóstico considerados en software Win QSB 2.0.** Se eligieron los

productos críticos del paso anterior, se graficó la demanda mensual, y se determinó el comportamiento de la demanda empleando hojas de Excel, se eligió el método de pronóstico con base en el comportamiento de la demanda y se introdujo la información en el programa WinQSB 2.0. Se realizaron varias corridas en el programa variando el ciclo estacional y el método de pronóstico, el criterio de selección fue seleccionar el pronóstico con menor error (MAD) de cada método para su posterior uso en la Planeación Agregada de Producción.

3. **Elaborar los escenarios de producción por medio del Plan Agregado de producción.** Del paso anterior se recabó la información sobre las cantidades pronosticadas a vender por mes de cada uno de los productos tipo A, se determinaron los días laborados del período a pronosticar y con la información de los costos, se elaboraron dos planes de producción. Los planes de producción fueron: a) producción exacta variar sólo fuerza de trabajo, y b) fuerza de trabajo constante variar inventario sólo permitir faltantes. Por último se eligió el plan más económico.
4. **Determinar las necesidades netas de producción de los productos críticos a través de la elaboración del Plan Maestro de Producción.** En este paso se seleccionó la información de los requerimientos de producción mensual de cada producto tipo A, se asignó el porcentaje representativo de la demanda de cada producto, se determinaron la capacidad de producción, inventarios iniciales, las cantidades netas de producción y los requerimientos del plan maestro de producción y con esto se determinó el insumo para las políticas de inventario, basados en la metodología propuesta por Chase (2005).
5. **Determinar las políticas de producción e inventario conforme al lote económico de producción y el modelo de la cantidad económica de pedido.** Se determinaron las políticas de producción para los productos críticos mediante el lote económico de producción, así mismo el tiempo de entrega de cada materia prima, el costo total, costo de mantener, costo de pedir y el nivel de servicio, para con ello establecer la política de inventarios; la cual incluyó la cantidad a ordenar Q y el punto de reorden

R conforme al modelo de la cantidad económica de pedido EOQ recomendado Chase (2005).

6. **Determinar las cantidades de las órdenes de compra de cada materia prima mediante el Plan de Requerimiento de los Materiales.** De acuerdo a la información del Plan Maestro de Producción, la lista de materiales, del estado del inventario y a las políticas de producción e inventario, se determinó el Plan de Requerimientos de los materiales en el cual se incluyen las órdenes de compras liberadas y la cantidad programada de cada materia prima, así como el tiempo en que se colocarán las órdenes de compra.
7. **Diseñar el proceso de aprovisionamiento y definir su documentación.** En este paso se diseñó el proceso de aprovisionamiento que deberá llevarse a cabo en la empresa con el objetivo de adquirir sus insumos, se definió el plan de compra, se seleccionaron y evaluaron a los proveedores de acuerdo a criterios establecidos por el tomador de decisiones, los cuales fueron: calidad del producto, precio, forma de pago y servicio por parte del proveedor; basado además en los requerimientos y políticas de la empresa, basados en Domínguez (1995)

## **Resultados**

### **1. Obtener los productos críticos mediante la clasificación ABC**

Entre los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto, se encuentran los productos clasificados como A, B y C, esto es, del total de 36 productos: 8 son A que representan el 86.33% del costo, 8 son clasificados como B y como C los restantes 20 productos que equivalen al 4.5% del costo, como puede observarse en la Tabla 1, donde solo se muestran los productos A y B.

Tabla 1. Clasificación ABC.

	Productos	Total Producción Kg	Costo Total \$	% Costo	% Acumulado	Clasificación
1	Duro c/20	333,442.63	5,085,000.22	53.09	53.09	A
2	M rueda harina	50,099.38	953,892.20	9.96	63.05	
3	M rueda harina 500 gr.	38,938	688,423.84	7.19	70.23	
4	Rueda papa	27,398.93	467,425.83	4.88	75.11	
5	Tornillo	18,663.61	355,355.13	3.71	78.82	
6	Hojuela	16,109.68	261,524.56	2.73	81.55	
7	Cuadro harina	12,575.52	239,437.90	2.50	84.05	
8	Tubo	11,470.15	218,391.66	2.28	86.33	
9	Cuadro c/chile	9,647.03	183,679.60	1.92	88.25	
10	Cuadro harina 500gr	7,830.25	138,438.82	1.45	89.70	B
11	Rueda papa 500 gr.	11,915.25	133,081.43	1.39	91.09	
12	Durito c/20	6,742.00	128,367.78	1.34	92.43	
13	Mixto	4,214.83	80,250.46	0.84	93.26	
14	Rueda harina grande	3,971.86	75,624.21	0.79	94.05	
15	Cuadro papa	4,340.23	74,044.32	0.77	94.83	
16	Churro harina	3,393.01	64,602.95	0.67	95.50	

Así mismo los productos críticos fueron: Duro c/20, M rueda de harina, M rueda de harina de 500, Rueda de papa, tornillo, hojuela, cuadro de harina y tubo los cuales se utilizaron para realizar el pronóstico de la demanda.

**2. Analizar el comportamiento de la demanda de los productos críticos de acuerdo a método de pronóstico considerados en software WinQSB 2.0.**

Mediante el análisis de la demanda de los productos clasificados con A, se determinó que el comportamiento presenta una marcada estacionalidad anual, es decir un ciclo estacional de 12 meses para todos los productos A, por consiguiente se estableció que el método de pronóstico más conveniente es Winters. El patrón de comportamiento se muestra en la figura 1.

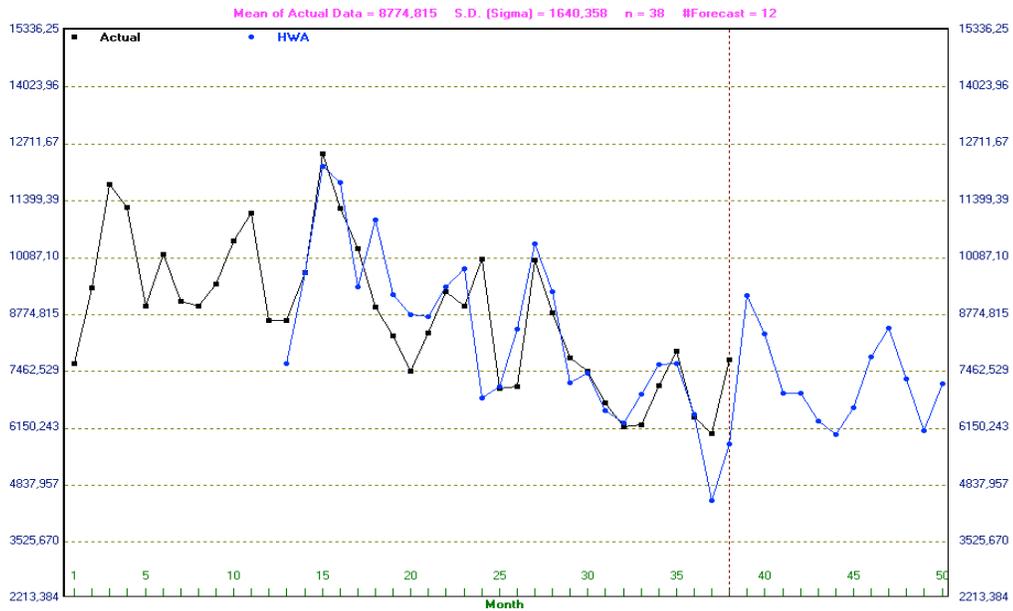


Figura 1. Comportamiento de la demanda de los productos críticos.

Con el uso del Software WinQSB 2.0, se establecieron las cantidades pronosticadas para el período de planeación y la, desviación media absoluta (MAD), cabe hacer mención que el software se ejecutó, para la obtención de los menores MAD, esto permite determinar el mejor ajuste posible entre la serie de tiempo de los datos reales y los pronósticos, dando como resultado los valores que se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Pronósticos y desviación media absoluta (MAD) por producto.

	Duro c/20	M Rueda Harina	M rueda Harina 500 gr	Rueda Papa	Tornillo	Hojuela	Cuadro de Harina	Tubo
Mar-08	9,207.89	1,300.00	821.96	522.45	362.36	450.00	248.81	263.00
Abr-08	8,332.09	1,513.00	459.79	553.86	383.53	403.00	163.80	270.00
May-08	6,960.97	1,427.00	531.63	560.80	462.70	479.00	258.88	250.00
Jun-08	6,970.98	1,183.00	510.46	512.44	436.88	469.00	253.81	267.00
Jul-08	6,309.64	1,116.00	257.29	379.37	314.05	394.00	113.81	150.00
Ago-08	6,008.62	1,244.00	504.13	535.69	324.22	405.00	221.81	326.00
Sept-08	6,635.30	1,405.00	187.96	531.65	399.39	403.00	325.81	267.00
Oct-08	7,804.18	1,551.00	509.79	638.02	493.57	479.00	291.81	326.00
Nov-08	8,467.69	1,445.00	338.63	518.07	372.74	416.00	201.81	333.00
Dic-08	7,297.09	1,959.00	1,090.46	884.98	570.91	729.00	473.81	393.00
Ene-09	6,097.70	1,147.00	190.29	334.72	131.08	305.00	143.81	179.00
Feb-09	7,188.51	1,373.00	255.13	561.19	230.26	397.00	212.80	291.00
MAD	759.14	354.53	180.44	207.28	106.93	136.00	117.49	89.46

### **3. Elaborar los escenarios de producción por medio del Plan Agregado de producción**

Con las cantidades pronosticadas de la demanda de los productos críticos (clasificación A) se utilizaron para elaborar dos escenarios de planes agregados de producción, uno para el producto A más vendido que se elabora en un solo equipo y el otro para todas las frituras A; las cuales se elaboran en otro equipo. Así mismo se construyeron dos escenarios para conocer la mejor estrategia de producción en base al costo total de operación. Los escenarios fueron: a) producción exacta variar sólo fuerza de trabajo, y b) fuerza de trabajo constante variar inventario sólo permitir faltantes. Los resultados de los escenarios se muestran en la tabla 3

Tabla 3. Costos asociados a Planes de Producción.

	<b>Costo de tiempo Corrido</b>	<b>Costo de Materiales</b>	<b>Costo General de Fabricación</b>	<b>Costo por Desabasto</b>		<b>Costo Total</b>
Plan A	85,302,30	1,148,613,53	97,754,34		1,331,670	\$1,992,005
	40,850,10	570,105,76	49,379,24		660,335,1	
Plan B	84,496,59	1,137,764,51	96,831,02	17,587,05	1,336,679,2	\$2,089,525,5
	38,070,79	531,317,62	46,019,64	137,438,29	752,846,33	

Como puede observarse, en la tabla 3, el escenario producción exacta variar sólo fuerza de trabajo se eligió para elaborar el Plan Maestro de Producción por ser el más económico, es 4.67% más barato que el plan fuerza de trabajo constante variar inventario sólo permitir faltantes.

### **4. Determinar las necesidades netas de producción de los productos críticos a través de la elaboración del Plan Maestro de Producción.**

En este paso se desagregaron el plan agregados de producción, con la validación del tomador de decisiones de la empresa. Se asignó el porcentaje representativo de la demanda de cada producto, inventarios iniciales, las necesidades netas de producción y los requerimientos del plan maestro de producción. Para el plan maestro de producción

para el producto duro c/20 se asignó el 100%, ya que este se elabora independientemente de los demás productos. Los inventarios iniciales fueron tomados con valor inicial de cero, y las necesidades netas de producción se determinaron mediante el prorrateo de la demanda diaria, es decir, se dividió la cantidad del Plan Agregado entre el número de semanas por mes como puede observarse en la Tabla 4.

Tabla 4. Plan Maestro de Producción: Producto Duro c/20 Marzo – Abril 2008.

MESES		Marzo 08				Abril 08			
Plan Agregado DURO C/20		9207,89				8332,09			
Plan Agregado PIA por mes	100%	0,00				0,00			
SEMANAS		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Plan Agregado kg por semana		2301,97	2301,97	2301,97	2301,97	2083,02	2083,02	2083,02	2083,02
Inventario en exceso sobre Plan Agregado		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pedidos en curso		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Necesidades Netas de producción		2301,97	2301,97	2301,97	2301,97	2083,02	2083,02	2083,02	2083,02
Plan Maestro Producción Inicial		2301,97	2301,97	2301,97	2301,97	2083,02	2083,02	2083,02	2083,02

### **5. Determinar las políticas de producción e inventario conforme al lote económico de producción y el modelo de la cantidad económica de pedido**

Las necesidades netas de producción de cada producto crítico se utilizaron para determinar las políticas de producción y de inventario, se recabó la información de la demanda anual de los productos críticos, la cual se obtuvo mediante la suma de la demanda mensual de cada producto. El tiempo de entrega de cada materia prima es de 1 día y se laboran 304 días/año.

Se determinó la política de producción conforme al Modelo del tamaño de lote de producción, para ello fue necesario calcular los costos de preparación, el costo de conservación o de mantener, la tasa a la cual se colocan los artículos en el inventario y el número de unidades que se demandan por periodo.

Se muestra una breve explicación de cada costo involucrados en el manejo de inventarios para la empresa en estudio uno de ellos y el correspondiente cálculo numérico.

- **Costo de pedir (K)**

Este es un costo fijo, independientemente del número de unidades pedidas o producidas. Se incurre en el cada vez que se coloca un pedido o que se prepara la máquina para una corrida de producción. Factores a considerar para el cálculo:

- Conservación y mantenimiento del equipo = \$ 57,216 / año
- Producción generada = 132,170.88 kg./año

$$\text{Costo de pedir } K = \frac{\text{Conservación y mantenimiento del equipo}}{\text{Producción generada}}$$

$$K = \frac{57,216 \$ / \text{año}}{132,179.88 \text{ Kg} / \text{año}}$$

$$\mathbf{K = 0.43 \$ / kg.}$$

Por lo tanto, cada vez que se prepara la maquinaria para una corrida de producción se incurre en un costo de \$0.43 por lote de producción.

- **Costo de mantener (H)**

Este es un costo por periodo por cada artículo en inventario, puede incluir: gastos generales del almacén, seguros, requerimientos de manejo especial, entre otros. También es importante considerar el costo de oportunidad del dinero comprometido en inventario que podría haberse usado o invertido.

$$H (\text{costos de mantenimiento del inventario}) = ic + \sum \text{costos}$$

- ✓  $i =$  Tasa de rendimiento bancaria = 7.71 % anual (información recabada de la página de HSBC el día 5 de mayo de 2009), capitalizable cada 28 días.

Para calcular el interés efectivo mensual, se utiliza la siguiente fórmula:

Donde  $m = 360 / 28 = 12.85$  periodos /año

$$I_{ef} = \left(1 + \frac{In}{m}\right)^m - 1$$

$$I_{ef} = \left(1 + \frac{0.0771}{12.85}\right)^{12.85} - 1$$

$$I_{ef} = 0.0799 \text{ anual}$$

$$I_{ef} = 0.0799 / 12 \text{ meses}$$

$$\mathbf{I_{ef} = 0.006658 \text{ mensual}}$$

✓ **c = Costo inventario almacenado = Es el costo de producir cada unidad de producto.**

Tabla 5. Costo de producción de los productos críticos.

Duro c/20	11.08 \$/unidad	14.77 \$ / kg
M rueda harina	21.57 \$/unidad	14.38 \$ / kg
M rueda harina de 500 gr	9.97 \$/unidad	15.94 \$ / kg
Rueda de papa	28.53 \$/unidad	19.02 \$ / kg
Tornillo	21.57 \$/unidad	14.38 \$ / kg
Hojuela	15.64 \$/unidad	10.42 \$ / kg
Cuadro de harina	21.57 \$/unidad	14.38 \$ / kg
Tubo	21.57 \$/unidad	14.38 \$ / kg

Otros costos = \$4566.94 al año (costo asignado solo al área de almacén de producto terminado, 19 m<sup>2</sup>) = Se divide el costo general del almacén, entre la producción almacenada, resultando la suma de estos costos como 0.0514 \$ / kg.

Para este cálculo se consideraron los siguientes costos: Renta local, Seguro local, Energía eléctrica, Fumigaciones, Conservación y mantenimiento del local, ver Tabla 6.

Tabla 6. Costo de mantener de los productos críticos.

Productos	i Mensual	c \$/ kg	Otros Costos \$/ kg	Costo H
Duro c/20	0.006658	14.77	0.0514	0.1497
M rueda harina	0.006658	14.38	0.0514	0.1471
M rueda harina 500gr	0.006658	15.94	0.0514	0.1575
Rueda papa	0.006658	19.02	0.0514	0.1780
Tornillo	0.006658	14.38	0.0514	0.1471
Hojuela	0.006658	10.42	0.0514	0.1207
Cuadro harina	0.006658	14.38	0.0514	0.1471
Tubo	0.006658	14.38	0.0514	0.1471

El costo de preparación para los productos es de \$ 0.43 /kg, los costos de mantener son: Duro c/20 \$ 0.1497/kg, las frituras de harina \$ 0.1471/kg, frituras de harina en presentación de 500 gr \$ 0.1575/kg, frituras de papa \$ 0.1780/kg y para la Hojuela \$ 0.1207/kg. El lote económico de producción para el producto Duro c/20 es de 1,473.4 kg, el tiempo que se invierte en fabricar el lote completo es de 4 días y cuesta \$ 51.29; este se calculó de la siguiente manera:

Donde:

- D Demanda
- Co Costo de preparar la producción
- Ch Costo de mantenimiento
- r<sub>2</sub> Demanda
- r<sub>1</sub> Producción.

$$Q = \sqrt{\frac{2CoD}{Ch[1-(r_2/r_1)]}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2(0.43)(87280.66)}{0.1497[1-(7273.38/9477)]}}$$

$$Q = 1473.4 \text{ Kg}$$

Asimismo se calcularon para los siguientes productos obteniendo como resultado: para el producto M Rueda de Harina 481.88 kg, tiempo de 5 días y costo de \$ 29.94; M

Rueda de Harina de 500gr 285.5 kg, en un tiempo de 10 días y un costo de \$ 17.16;  
Rueda de Papa 278.07 kg, en un tiempo de 8 días y cuesta \$ 20.34.

El producto Tornillo tiene un lote de producción de 255.22 kg, se invierte en elaborarlo 11 días con un costo total de \$15.20; para la Hojuela el lote económico de producción es de 303.49 kg, tiempo de 10 días y cuesta \$15.20; Cuadro de Harina lote de 207.05, tiempo de 13 días y costo de \$ 12.17 y para el Tubo el lote de producción es de 217.11 kg, se fabrica en 12 días y tiene un costo total de \$ 13.22. Además se obtuvieron los niveles máximos del inventario de cada producto y el número óptimo de pedidos como se observa en la Tabla 7.

Tabla 7. Lote económico de producción de los Productos Críticos.

	<b>Qópt (Kg)</b>	<b>Tiempo (días/lote)</b>	<b>Inventari o Máximo Kg</b>	<b>Costo Total</b>	<b>Numero de Pedidos</b>
<b>Duro c/20</b>	1473.40	4.04	342,60	51,29	59,24
<b>M rueda harina</b>	481.88	5.21	203,52	29,94	34,58
<b>M rueda harina 500</b>	285.50	9.73	108,93	17,16	19,82
<b>Rueda papa</b>	278.07	7.82	114,28	20,34	23,50
<b>Tornillo</b>	255.22	10.57	103,35	15,20	17,56
<b>Hojuela</b>	303.49	10.39	125,95	15,20	17,56
<b>Cuadro de harina</b>	207.05	13.32	82,74	12,17	14,06
<b>Tubo</b>	217.11	11.97	89,87	13,22	15,27

Por otra parte, se determinaron las políticas de inventario de la materia prima principal de los productos críticos, la cantidad óptima de pedido Qópt, el punto de reorden, el costo total, cada vez que se ordena se incurre en un costo por pedido y el costo de mantener en el inventario. El costo total de la política de inventarios de los productos críticos es de \$ 291.72 al año. Ver tabla 8.

Tabla 8. Política de inventarios de los Productos Críticos.

	<b>Demanda (Kg/año)</b>	<b>Qópt (Kg)</b>	<b>Punto de Reorden (Kg)</b>	<b>Costo de Pedir</b>	<b>Costo de Mantener</b>	<b>Costo Total (\$/año)</b>
<b>Duro c/20</b>	87280.66	710	287	\$53.18	\$53.18	<b>\$106.36</b>
<b>M rueda harina</b>	16663.00	313	55	\$23.03	\$23.03	<b>\$46.07</b>
<b>M rueda harina 500</b>	5657.53	176	19	\$13.89	\$13.89	<b>\$27.78</b>
<b>Rueda papa</b>	6533.25	178	21	\$15.87	\$15.87	<b>\$31.73</b>
<b>Tornillo</b>	4481.69	162	15	\$11.95	\$11.95	<b>\$23.89</b>
<b>Hojuela</b>	5329.00	196	18	\$4.29	\$11.80	<b>\$16.09</b>
<b>Cuadro de harina</b>	2910.75	131	10	\$9.63	\$9.63	<b>\$19.25</b>
<b>Tubo</b>	3315.00	140	11	\$10.27	\$10.27	<b>\$20.55</b>
					Total	\$291.72

Las políticas de inventarios, específicamente el lote económico de producción, la cantidad económica de pedido y el punto de reorden para los productos críticos forman parte de los insumos que se utilizaron para determinar las cantidades de las órdenes de compra en la siguiente etapa de este procedimiento.

**6. Determinar las cantidades de las órdenes de compra de cada materia prima mediante el Plan de Requerimiento de los Materiales.**

De acuerdo a los requerimientos brutos de cada producto se determinaron los requerimientos de las materias primas y de los insumos necesarios para la elaboración de los productos: pastas, bolsas y aceite. Los lotes de producción de cada producto crítico al mes se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Número de Lotes de Producción mensual de los Productos Críticos.

	Duro c/20	M Rueda Harina	M rueda Harina 500 g	Rueda Papa	Tornillo	Hojuela	Cuadro de Harina	Tubo
	1480 kg/lote	482 Kg/lote	286 Kg/lote	278 kg/lote	255 Kg/lote	303 kg/lote	208 Kg/lote	217.2 Kg/lote
Mar-08	6	3	2	2	2	2	2	2
Abr- 08	5	3	2	2	1	2	1	1
May-08	5	3	1	2	2	1	1	1
Jun-08	4	3	2	2	1	1	1	2
Jul-08	4	2	1	2	1	1	1	0
Ago-08	4	3	1	2	2	2	1	2
Sept-08	5	3	2	1	1	1	1	1
Oct-08	5	3	1	3	2	2	1	1
Nov-08	6	3	3	2	2	2	2	2
Dic-08	4	5	1	3	1	2	1	2
Ene-09	5	2	2	1	1	1	1	0
Feb-09	4	2	0	1	1	1	1	1
# pedidos	57	35	18	23	17	18	14	15

Una vez establecidas las emisiones de los lotes de producción se determinaron las emisiones de pedidos planificados para las pastas, bosas y aceite los cuales se detallan en Tabla 10.

Tabla 10. Pedidos mensuales de pastas para elaborar los Lotes de Producción de los Productos.

	Duro C/20	M Rueda Harina	Rueda de Papa	Tornillo	Hojuela	Cuadro Harina	Tubo
	PP 10x10	RHP	RPP	PTP	HPP	C25M	TUP
Disponible	2000	3000	300	300	200	200	200
Mar-08	7455	0	178	162	196	131	140
Abr- 08	7455	626	178	324	392	262	280
May-08	0	1252	178	324	196	131	140
Jun-08	7455	939	178	324	196	131	280
Jul-08	7455	802	178	162	196	131	140
Ago-08	0	1115	178	324	392	262	280
Sept-08	7455	1780	356	324	392	131	140
Oct-08	7455	1291	534	324	196	131	140
Nov-08	0	1604	356	486	392	262	280
Dic-08	7455	2093	534	162	392	262	420
Ene-09	7455	802	178	324	196	131	140
Feb-09	0	626	178	162	196	262	0

Las estrategias que se proponen para llevar a cabo el aprovisionamiento de las materias primas de los productos críticos fueron: definir día de compras para cada materia prima de acuerdo a las necesidades de la empresa, establecer calendario de requisiciones por semana, llevar a cabo el registro de los pedidos, establecer el procedimiento de aprovisionamiento, realizar alianza con los proveedores para que en se realicen compras de materia prima en volúmenes altos para alcanzar mejores descuentos pero que se efectúen entregas periódicas.

De acuerdo a la información obtenida en esta etapa, los requerimientos y políticas de la empresa, y además con la selección y evaluación de los proveedores se definió el plan de compra en el siguiente paso del procedimiento.

### 7. Diseñar el proceso de aprovisionamiento y definir su documentación

En la última etapa con la validación del empresario se definió el proceso de aprovisionamiento general que deberá seguir la empresa para adquirir sus productos, en este participan principalmente el Gerente General, encargado de planeación de la producción y el administrador de compras e inventario quienes realizarán las actividades descritas en el proceso (ver Figura 2).

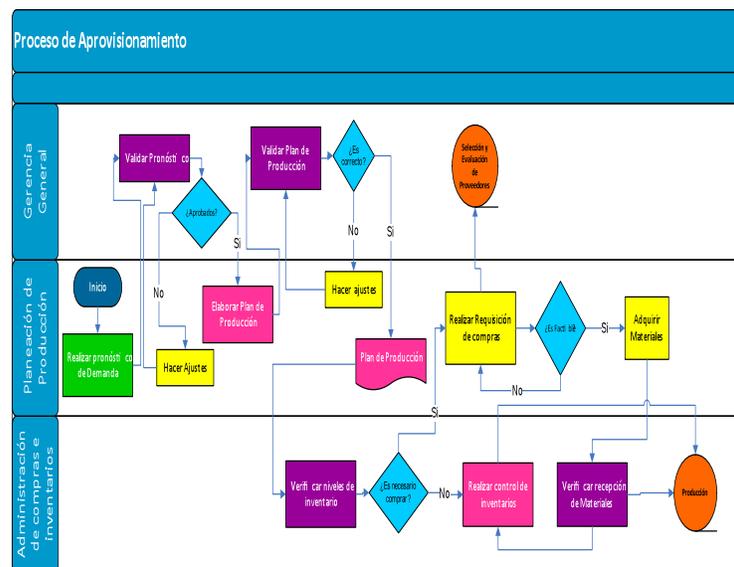


Figura 2. Proceso de Aprovisionamiento

Se documentó el proceso de Aprovisionamiento, se describieron las actividades que se deberán llevar a cabo para lograr el abastecimiento. Además se diseñó una ficha que contiene los datos generales de los proveedores y un formato para la selección y evaluación de los proveedores; ambos incluyen los criterios de evaluación: calidad del producto con 70% de peso sobre la decisión, el precio 20%, forma de pago 5% y el servicio que brinda 5%.

Así mismo se elaboró la lista de materiales, formatos de requisición de materiales, de requisición de compras y de control de los inventarios, la lista de verificación, formato para la recepción de los materiales y el formato para la selección y evaluación de los proveedores; con el objetivo de controlar el proceso de aprovisionamiento.

### **Conclusiones**

Cabe mencionar que de acuerdo a los resultados obtenidos se cumplió con el objetivo de diseñar el Proceso de Aprovisionamiento para la empresa que permitirá cumplir con los requerimientos de sus clientes, mediante la planificación de la producción de los productos críticos. Durante el desarrollo del proyecto se encontraron diversas dificultades, entre las que destacan principalmente la obtención de la información para el cálculo de la demanda de los productos, puesto que en la organización sólo se tiene registro de las ventas.

Por otra parte, cabe indicar, que la gestión de aprovisionamiento se ocupa del proceso de adquisición de productos que pueden ser materias primas, materiales, partes, piezas, etc., desde los proveedores hasta el inicio del proceso productivo en las empresas. Esta función es clave dentro de toda actividad empresarial, lleva implícita la toma de un conjunto de decisiones que deben contribuir al logro de un eficiente y eficaz funcionamiento del sistema logístico.

Las decisiones fundamentales en el proceso de aprovisionamiento están dirigidas a dar respuesta a los siguientes interrogantes: dónde comprar, cómo comprar, a quien comprar

y en qué condiciones comprar, tomando en cuenta 4 indicadores básicos que son: Precio, calidad, condiciones de pago y plazos de entrega.

Cuando el número de productos a gestionar es muy grande resulta conveniente clasificarlos utilizando un determinado criterio, la técnica más manejada ha sido el método ABC, la cual puede ser utilizada para la configuración de una estrategia de compras con el objetivo de tener un mayor control sobre los productos más importantes.

Cabe hacer mención que este tipo de estudios requiere de información de la demanda de los productos y los costos de inventario, sin embargo generalmente son difíciles de obtener ya que no se llevan registros ni controles sobre ellos, lo cual hace difícil su obtención y por lo tanto realizar el proceso de planeación de la producción.

## **Referencias**

- Anaya Tejero, J. J. “Logística Integral. La gestión operativa de la empresa”. Editorial ESIC, Madrid, 2000
- Ballou H. Ronald, “Logística, administración de la cadena de suministros”, Pearson, México, 2004
- Chase B. Richard, Jacobs F. Robert, Aquilano J. Nicholas, “Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva”, 10 Edición, MCGraw Hill, México, 2005
- Davis K. Roscoe, McKeown G. Patrick, “Modelos cuantitativos para administración”, Grupo Editorial Iberoamérica, II edición, México, 1986.
- Domínguez Machuca, “Dirección de operaciones; aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. McGraw Hill, España, 1995
- Escudero Serrano, María José. “Gestión de Aprovisionamiento”, Thomson Editores, España, 2003
- Everett E. Adam, “Administración de la producción y las operaciones; conceptos, modelos y comportamiento humano”. Prentice Hall Hispanoamericana, S. A., México, 1991
- Fogarty w. Donald, Blackstone H. John, “Administración de la producción e inventarios”, CECSA, II edición, México, 2005
- Heizer, Jay, Render Barry. “Dirección de la producción: decisiones estratégicas. 4 edición, Prentice Hall, Hispanoamericana, s. a. 1997 España

Leenders Michiel, Fearon e. Harold, England B. Wilbur. “Administración de compras y materiales”, II edición, CECSA, México, 1997.

Nahmias, Steven. “Análisis de la producción y operaciones”, I edición, CECSA, México, 2004.

Narasimhan L. Seetharama, McLeavey W. Dennis, Billington J. Peter. “Planeación de la producción y control de inventarios”. II edición, Prentice Hall, México 1996

Render, Barry, Heizer, Jay. “Principios de administración de Operaciones”. I edición, Prentice Hall Hispanoamericana, S. A., México, 1996.

Schroeder, Roger G. “Administración de operaciones: casos y conceptos”, II edición, McGraw Hill Interamericana, México, 2005.

Vollmann, Thomas E. “Planeación y control de la producción: Administración de la cadena de suministros”, V edición, McGraw Hill Interamericana, México, 2005.

### **Referencias de internet**

Aragón H. Yehoshua, Cazares N. Fernando, 2007. “Implementación de mejoras en el área operativa de una empresa productora de frituras para su exitosa integración al distrito internacional de negocios Pyme de ciudad Obregón”.

Bellini Franco, 2004. Universidad de Santa María, “Investigación de operaciones” Curso de la escuela de administración y contaduría <http://www.investigacion-operaciones.com/Modelo%20Inventarios.htm>

Conevyt, 2007. Consejo Nacional de educación para al vida y el trabajo, “Ley estatal de educación“,PDF,[http://bibliotecadigital.conevyt.org.mx/normateca/WEB%20NORMA TECA/11%20LEYES%20ESTATALES/19%20Ley%20Educaci%C3%B3n%20Sonora.pdf](http://bibliotecadigital.conevyt.org.mx/normateca/WEB%20NORMA%20TECA/11%20LEYES%20ESTATALES/19%20Ley%20Educaci%C3%B3n%20Sonora.pdf), febrero de 2008.

Dell’Agnolo, Marco Antonio, 2003, Costos de inventarios, HTML, <http://www.monografias.com/trabajos10/stocks/stocks>. HTML, febrero de 2008

Felipe Valdés Pilar, Rodríguez Aynat Blanca, 2002, Logística del aprovisionamiento. Técnicas cuantitativas para su gestión, HTML, <http://www.uh.cu/facultades/economia/Contenido/ILaempresayelsocialismoencuba/ponenciascontribucion/IC4pilarblancaponencia408.doc>, febrero de 2008.

Fundidep.2004,“Diagramadepareto”,HTML,[http://www.fundibeq.org/metodologias/herramientas/diagrama\\_de\\_pareto.pdf](http://www.fundibeq.org/metodologias/herramientas/diagrama_de_pareto.pdf), enero de 2008.

Gómez E. Giovanni, 2001. “El modelo de la cantidad económica de pedido (CEP o EOQ)”, HTML, <http://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/21/eqq.htm>, febrero de 2008.

Infopyme, 2007. “Planeación de la producción”, Caja de herramientas, HTML, <http://www.infomipyme.com/Docs/GT/Offline/planprod.htm>, enero de 2008.

Latin American Markets, 2004. “México industria de botanas”,HTML, <http://www.latinamerican-markets.com/mexico---industria-de-botanas> , enero de 2008.

Loperena, Félix, 2007. “Primera vez: el mercado de botanas saladas”, HTML,<http://radioformula.com.mx/programas/ruizhealy/primeravez.asp?ID=55932>, enero de 2008

Quijano, Ponce de León. 2003 “Pronósticos: Modelo cualitativo de pronósticos y aplicaciones, modelos de series de tiempo,” HTML, <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/serietiempo.htm>, enero de 2008.

Reales A. Hernando, 2003. “Pronósticos de demanda, HTML, <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/mar/planestra4hernando.htm>, febrero de 2008

Universidad Miguel Hernández de Elche, 2007. “Manual del diseño de procesos”, HTML,<http://calidad.umh.es/es/procesos.htm>, julio de 2008.

## **Capítulo IV: Distribución de planta para una empresa dedicada a la cría y venta de codorniz japonesa en el Valle del Yaqui**

*María del Pilar Lizardi-Duarte<sup>1</sup>, Javier Portugal Vásquez<sup>1</sup>, Martha Rosas Salas<sup>1</sup>, Enedina Coronado Soto<sup>1</sup>, Arnulfo Naranjo Flores<sup>1</sup>, María Paz Guadalupe Acosta Quintana<sup>1</sup>, Astrid Fabiola Beltrán Ibarra<sup>2</sup>, José Antonio Moroyoqui Rodríguez<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup>Profesores de Tiempo Completo del Cuerpo Académico de Cadenas Productivas

<sup>2</sup>Alumno de Ingeniería Industrial y de Sistemas  
Unidad Náinari, Instituto Tecnológico de Sonora  
Ciudad Obregón, Sonora, México; plizardi@itson.mx

### **Resumen**

Este proyecto se realizó en una Granja de Codorniz Japonesa, la cual se dedicara a la producción de huevo y carne de codorniz, el fin de este proyecto fue lograr el diseño del proceso productivo para este tipo de empresa que cumpla con la normatividad aplicable y que facilite la integración de esta empresa al Distrito Internacional de Agronegocios PYME ubicado en Ciudad Obregón, ya que en la actualidad la empresa se encuentra en etapa de incubación. El objetivo de este proyecto fue diseñar la distribución física de esta empresa dedicada a la cría y venta de Codorniz Japonesa de la localidad que permita incrementar la productividad en ella.

Se realizó una investigación basada en diferentes autores, iniciando con el producto a analizar y llegando hasta el diseño del proceso y de la planta en que se realizaría dicho proceso. Primeramente se familiarizó con la empresa bajo estudio, después se analizó la demanda del producto, continuando con un análisis de las normas aplicables al proceso, para continuar con el diseño de la distribución de planta, y finalmente la simulación del proceso diseñado para identificar cuellos de botella; finalmente se llevó a cabo una evaluación económica para determinar la factibilidad de implementación del proyecto.

Unos de los resultados más impactantes fue el diseño de la distribución de planta más adecuada y cumpliendo con la normatividad aplicable, misma que se le proporcionó al empresario ya que con ella reducirá tiempo en el proceso cumpliendo con los

requerimientos y normatividades, contribuyendo a una mejora de desempeño y por consiguiente un incremento en la productividad.

### **Antecedentes y marco de referencia**

De acuerdo a la Organización para la cooperación y el desarrollo económico (2008) los gobiernos de todo el mundo reconocen la importancia de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) y su contribución al crecimiento económico, al empleo, a la cohesión social y al desarrollo local. Las pequeñas empresas tienen que jugar un importante papel en cuanto a aliviar la pobreza y a sacar a regiones y países del subdesarrollo, o a facilitar la transición de la economía dirigida a la economía de mercado.

Los polos o las zonas industriales pueden reforzar la capacidad de las pequeñas empresas para competir con éxito a nivel internacional sin dejar de explotar su fortaleza local. Los polos son redes de producción formadas por empresas que se vuelven fuertemente interdependientes y crecen juntas aprovechando, por ejemplo, las sinergias en la cadena del valor añadido, estrategias de mercado, aprendizaje mutuo y especialización beneficiosa. En zonas industriales esto se da cuando las empresas optan por la proximidad física para situarse y funcionar. A menudo, los polos abarcan alianzas con universidades, institutos de investigación, servicios empresariales con profundos conocimientos y clientes (Deymor, 2002).

El Centro Guadalajara o GDL (2008) menciona que en Brasil la asistencia de la PYME surgió como consecuencia del proceso de planificación con el objeto de evitar la concentración económica, la polarización a través de la retribución regresiva del ingreso y la presión demográfica hacia la marginalidad de vastos sectores de la población.

Por otra parte en Japón las medidas de asistencia tuvieron carácter legal al ser dictada en 1949 la ley de Promoción de la Modernización de la PYME; a través de ella se da

asistencia financiera supeditada al incremento de la productividad y la integración entre empresas del sector; además se intensificó el diagnóstico tecnológico, la capacitación y la consultoría en la industria y el comercio.

Porter (1996) aporta a la teoría empresarial moderna, misma que señala que la competitividad es productividad. Este axioma posiblemente sea realidad al mundo empresarial de las grandes empresas norteamericanas y del primer mundo, no así para el tercer mundo y para la realidad centroamericana y mucho menos para el mundo empresarial de las micro, pequeñas y medianas empresas.

En México existen diversos programas de apoyo a las pequeñas y medianas empresas, uno de ellos es el Fondo de Apoyo a la Micro, Pequeña y Mediana Empresa (Fondo PyME), el cual tiene como objetivo Promover el desarrollo económico nacional, a través del otorgamiento de apoyos a proyectos cuyo propósito sea el fomento, creación, desarrollo, consolidación, viabilidad, productividad, competitividad y sustentabilidad de las PYME's.

La tabla 1, se muestran algunos proyectos de apoyo a las PYME's existentes, por parte de la Secretaría de Economía por más de 26 millones de pesos en los últimos años.

Tabla 1. Programa de Apoyo a las PYME's en México.

Ejercicio Fiscal	Nombre del Proyecto	Organismo Intermedio	Categoría de Apoyo	Aportaciones (pesos)		
				SE	OTROS	Total
2003	Constitución de un Fondo de Garantía para facilitar el Apoyo Crediticio de las Micro y Pequeñas Empresas del Estado de Jalisco Atendidas por las Uniones de Crédito	Gobierno del Estado de Jalisco	Fondo de Garantía	5,000,000	5,000,000	10,000,000
	Constitución de un Fondo de Garantía y Crédito, que sirva de Intermediario entre la Banca de Desarrollo o Privada y las Uniones de Crédito Afiliadas al Consejo Mexicano de Uniones de Crédito A.C.	CONUNION y NAFIN	Fondo de Garantía	5,000,000	5,000,000	10,000,000
2004	Programa de Financiamiento a través de Entidades de Ahorro y Crédito Popular	NAFIN	Fondo de Garantía	5,000,000	5,000,000	10,000,000
	Fortalecimiento del Fideicomiso UNICRESE	UNICRESE - FIFOMI	Fondo de Garantía	4,704,000	4,896,000	9,600,000
	Compra de un Sistema de Control y Administración de Cartera que Permita al Fideicomiso UNICRESE Atender y Acreditar a un Mayor Número de MIPyMEs	UNICRESE - NAFIN	Fortalecimiento de IFNBs	3,000,000	3,000,000	6,000,000
2005	Adquisición de un Sistema de Control de Cartera y Metodologías Crediticias a favor de las MIPyMEs del Estado de Colima	Centro Empresarial de Colima	Fortalecimiento de IFNBs	132,250	132,250	264,500
	Creación de un Área de Atención Empresarial PyME en Cajas de Ahorro y Crédito Popular	Planet Finance México	Fortalecimiento de IFNBs	2,772,000	2,845,000	5,617,000
2007	Homologación Contable y Sistema de Transparencia en el Sector de las Microfinanzas	Pro Desarrollo	Fortalecimiento de IFNBs	500,000	504,868	1,004,868
				<b>26,108,250</b>	<b>26,378,118</b>	<b>52,486,368</b>

Fuente: Fonaes (2008).

En la tabla anterior se muestra que en México existen apoyos a las pequeñas y medianas empresas, así como el incremento en el monto económico anualmente, el cual se observa que en el año 2007 fue de 52 millones aproximadamente, sin embargo debido a la desinformación sobre dichos programas, estos no son aprovechados en su totalidad.

Un espacio en donde hay información sobre programas de apoyo a la PYME es la página del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), entre estos menciona que actualmente en el Estado de Sonora, el gobierno municipal de Cajeme ha decidido participar activamente en el desarrollo económico y social de la comunidad, por tal motivo propicia un acercamiento con el ITSON para realizar conjuntamente con el sector

productivo acciones concretas que conduzcan a la obtención de impactos en la reconversión económica y social de la región.

El informe 2007-2008 del rector del ITSON, comenta que una de las acciones viables se ha considerado el desarrollar parques industriales en virtud de que con ellos pueden incrementar la competitividad, fomentar la modernización, crear fuentes permanentes de empleo, aumentar la oferta de bienes de consumo, contribuir a la preservación ecológica, reducir el consumo de agua y fomentar la capacidad de investigación y desarrollo tecnológico.

Además comento, que uno de los parques en planes de desarrollo es el Distrito Internacional de Agronegocios PYME, que tiene por objeto integrar a pequeñas empresas en un ecosistema en donde se forme una cadena de valor que incluya desde la comercialización de los productos, su producción y una red de proveeduría con apoyo tecnológico y logístico; en un espacio estratégicamente diseñado y con apoyos de primer nivel con la finalidad de impulsar su crecimiento.

El proyecto de dicho parque, fue presentado por el ITSON al sector productivo regional. Con un total de 60 naves industriales y la generación de aproximadamente 900 empleos, se prevé que se convertirá en corto plazo en un detonador de la economía regional.

Según Rodríguez Villanueva (2009), Rector del Instituto Tecnológico de Sonora, este proyecto es impulsado de manera conjunta por el ITSON, Gobierno del Estado, Ayuntamiento de Cajeme, Canacintra y Secretaría de Economía.

En esta primera fase, dijo, un total de 65 empresas han manifestado su interés por instalarse de inmediato en el Parque. El proyecto responde a las necesidades de desarrollo en inteligencia de mercados, tecnologías, logística, suministro y

financiamiento de las PYME's, que además compartirán los apoyos que brinde el ITSON, instituciones públicas y bancos.

Algunas de las ventajas que podrán compartir las empresas instaladas en el distrito son Transferencia de tecnología, participación en programas de ahorro de energía eléctrica, capacitación, acceso a servicios, descuentos y subsidios oficiales. A su vez se exige a los interesados que firmen una carta de intención, colaboren con el diagnóstico de los proyectos, participen en la capacitación y en el diseño conjunto de un plan de negocios.(ITSON, 2009).

La creación del CETIDE es una muestra palpable de lo que se puede con el esfuerzo conjunto de las instancias oficiales, instituciones educativas y sectores productivos, comentó el Rector del ITSON. El impulso a las pequeñas y medianas empresas, así como volver la vista hacia el mercado interno, son dos acciones indispensables para que México sortee con éxito la actual crisis económica que aqueja a los Estados Unidos y por ende a la gran mayoría de los países, señaló Rodríguez Villanueva. El 99 por ciento de las empresas instaladas en México son Pymes; en ellas trabaja el 72 por ciento de la población económicamente activa, pero en conjunto estas empresas sólo generan el 52 por ciento de la producción nacional, precisó. Para incrementar la productividad y rentabilidad de las Pymes, agregó, es necesario incorporarlas al desarrollo tecnológico y a las nuevas estrategias organizativas y de comercialización a través de servicios como los que ofrece el CETIDE.

El director general del IPN recordó que ambos factores han permitido el crecimiento de economías emergentes como las de Brasil, India, Corea e Irlanda, entre otros países. “Si México quiere alcanzar más desarrollo económico y social tiene que invertir mayores recursos en la generación de conocimiento y en infraestructura como la del CETIDE”.

Con este proyecto se busca minimizar dicha problemática y se impulsará el desarrollo de las empresas para que puedan competir con ventaja en la economía regional y con productos de calidad para el mercado internacional. .

El gobierno del estado de Sonora menciona que en Cajeme las PYME's están dispersas en la mancha urbana y tienen limitaciones de crecimiento, además originan problemas entre los vecinos, debido a la poca capacidad que tienen para construir sus propias naves industriales.

Una de las micro empresas interesadas en los programas de apoyo brindados por el CETIDE es la **Granja de Codorniz Japonesa** anteriormente ubicada en el Ejido Campo 60 la cual inicio sus operaciones como un negocio familiar, empezando con un pequeño criadero hace dos años con una capacidad aproximadamente de 300 aves de codorniz productoras de huevo en un establecimiento propio, los clientes que adquirían este producto eran dos personas encargadas de distribuir las en algunos restaurantes de Cd. Obregón y estos mismos los comercializaban con recetas propias.

Es en el 2008 cuando la empresa cambia su propósito para incursionar en la producción y comercialización más extensa de carne y huevo de codorniz, con este nuevo propósito se ve la necesidad de crear una nueva asociación de un grupo de personas que solicitarán un préstamo al Gobierno del Estado de Sonora para iniciar dicho proyecto, contando con una propiedad para dicha empresa, el cual está ubicado en calle 900 entre 11 y 13 con una dimensión de 3500mts<sup>2</sup>. Por otra parte el producto que se le brindara a la sociedad es el huevo de codorniz y la carne de esta, ya que cuentan con nutrientes alimenticios así como proteínas, vitaminas, minerales, contando un bajo contenido en colesterol lo contrario a los huevos gallina.

El propósito de este proyecto es abrir mercado en la localidad permitiéndose expandir a nivel regional, nacional e internacional, ya que hoy en día en la localidad no existe este tipo de granjas, ni producción ni comercialización de la misma.

En la actualidad la empresa no cuenta con establecimiento físico definido para la producción del producto, tampoco contempla el proceso determinado, y no posee aprovisionamiento de materia prima e insumos esenciales para llevarla a cabo ya que la sociedad que el empresario está por comenzar necesita crédito económico para establecerla.

Tomando en cuenta los datos brindados por el empresario se tiene que la codorniz es originaria de China y Japón. Se explota actualmente en Francia, Alemania, Inglaterra, Italia, Estados Unidos, Venezuela y Colombia.

Los huevos de la codorniz son más ricos en vitaminas y minerales de mejor sabor que los de gallina. Además seis huevos de codorniz equivalen en peso a uno de gallina. Inicialmente no se contaba con un sistema de higiene e inocuidad en la ubicación física anterior a este nuevo proyecto. Tampoco se cuidaba la calidad del agua suministrada a cada uno de las aéreas productivas, así como la iluminación ya que esta ave requiere por lo menos cuatro horas diarias de luz solar y tranquilidad para el momento de la incubación. Así también el abastecimiento de materia prima e insumos era inadecuado ya que la ubicación era inapropiada.

### **Problema**

La empresa actualmente cuenta con algunos impedimentos para que le permita lograr la integración al mercado regional y nacional, como también considerar la opción de expandir sus productos. Algunos de sus principales problemas son: no cuenta con un diseño de ubicación física establecida, y se desea lograr que esta distribución física cumpla con la normatividad aplicable a este giro de empresas, además no tiene

determinado los procesos y áreas a seguir para que la empresa sea eficiente, por otro lado el empresario desea integrarse al Distrito Internacional de Agronegocios PYMe, y quiere contar con un diseño de procesos y un diseño de planta acorde a las características requeridas a las empresas a instalarse en el distrito, como condiciones de seguridad, inocuidad, contaminación cruzada, entre otras, todo ello para eficientar el funcionamiento de la empresa bajo estudio.

Por lo tanto se plantea la siguiente pregunta de investigación, **¿Cuál es la distribución física más eficiente de una empresa dedicada a la cría y venta de Codorniz Japonesa de la localidad?**

### **Objetivo**

Diseñar la distribución física de una empresa dedicada a la cría y venta de Codorniz Japonesa de la localidad que permita incrementar la productividad de la empresa.

### **Método**

El procedimiento se basó en el método de planeación sistemática simplificada de distribución (PSSD) y parte de la metodología de la simulación.

**1 Familiarizar con la empresa bajo estudio.** Se realizaron visitas a la empresa, y determinaron las dimensiones de las instalaciones, se conoció el proceso de reproducción de huevos y carne de codorniz, se tomaron tiempos de ejecución de actividades del proceso.

**2 Analizar la demanda del producto.** Se revisó un estudio de mercado previo para obtener datos como la cantidad de personas que consumirían el producto huevo o carne de codorniz, y consideraciones de calidad y el sabor de este mismo.

**3 Analizar las normas aplicables al proyecto.** Se analizaron las normas aplicables al giro de la empresa, para cumplir con los requerimientos para una distribución física, considerando aspectos como manipulación de carne, reproducción de huevos, seguridad higiene e iluminación, contaminación y protección personal para los empleados.

4. Con el análisis de las operaciones de cada proceso de valor agregado, se realizó un diagrama de flujo para **identificar en cada actividad, requerimientos de material, personal y maquinaria.**

**5 Diseñar la distribución de planta.** Con el software Acad Versión 2000, utilizando el método de PSSD, se siguieron los siguientes pasos:

- a) **Definir la maquinaria, equipo y herramientas a utilizar.** Se detectaron necesidades de maquinaria, equipo y herramientas en función a la capacidad de producción requerida a instalar y satisfacer las expectativas de los clientes. Se realizaron cotizaciones con proveedores, para conocer el costo y características técnicas de cada uno.
- b) **Registrar las áreas y obtener los requerimientos de espacio.** Se delimitó para cada área el espacio requerido, considerando las restricciones de espacio, además de tomar en cuenta el equipo propuesto en cada proceso.
- c) **Definir las razones de cercanía.** Se determinaron las razones y códigos que se utilizaron para evaluar cada una de las alternativas propuestas, estos códigos se usaron en el software Acad 11, también se tomó en cuenta el flujo que tendrían los materiales y el personal, y las buenas prácticas de manufactura dentro de la industria alimenticia, para conocer las necesidades de la empresa en términos de inocuidad y contaminación cruzada.
- d) Con las áreas establecidas y los valores de cercanía asignados, se **elaboró el diagrama de relaciones** utilizando el software Acad. 11, el tipo de relación entre áreas se hizo con los requerimientos de normas y del flujo del proceso.

- e) **Generar alternativas de distribución.** Se construyeron alternativas de distribución para ser evaluadas, considerando restricciones de espacio y las normas. Esto con el software Acad. 11.0, generando las propuestas de distribución para la nueva planta.
- f) **Seleccionar la mejor alternativa.** Se definieron criterios de decisión como: flujo de proceso, inocuidad, costos, seguridad, capacidad de la maquinaria, y permitir satisfacer la demanda, así se seleccionó la mejor alternativa.
- g) **Diseñar a detalle la mejor alternativa.** Se dibujó a detalle la mejor distribución marcando los requerimientos individuales, y sirvió para guiar la instalación de la nueva empresa.

**6 Simular el proceso.** Se simuló el proceso productivo de la empresa en la alternativa seleccionada para evaluar los comportamientos de los mismos en tiempo real, reflejando los niveles de producción de cada modelo de simulación. Para esta etapa se desarrolló un modelo del proceso y se analizaron e interpretaron los datos obtenidos.

**7. Determinar los costos en base al estudio técnico.** Por medio de cotizaciones y datos de distintos proveedores y empresarios del proyecto, se ordenó y determinó el monto de los recursos económicos para la realización del proyecto. Así se determinó la inversión inicial en activo fijo.

## **Resultados**

La codorniz japonesa es un ave acondicionada para la producción de huevos y carne a gran escala. Los rendimientos de postura pueden ser del 70% en un primer año llegándose a un crecimiento del 85% entre los 90 y 120 días de edad. Una codorniz puede llegar a poner entre 300 y 500 huevos por año. Existen diferentes tipos de codorniz, las que son para producir huevo, las de engorda y las reproductoras.

En cuanto al paso uno, **familiarizarse con la empresa bajo estudio**, es una empresa dedicada a la cría y engorda de codorniz japonesa, se empezó por conocer su proceso productivo, desde el inicio que es la recepción o compra del ave, hasta su desarrollo o proceso de engorda e incubación del huevo, hasta que este sea un producto terminado, ya sea en marqueta de carne de codorniz, o cartera de huevo para consumo humano. Con base a información proporcionada por el empresario, se realizó un diagrama de proceso productivo, para la producción del huevo de codorniz, figura 1.

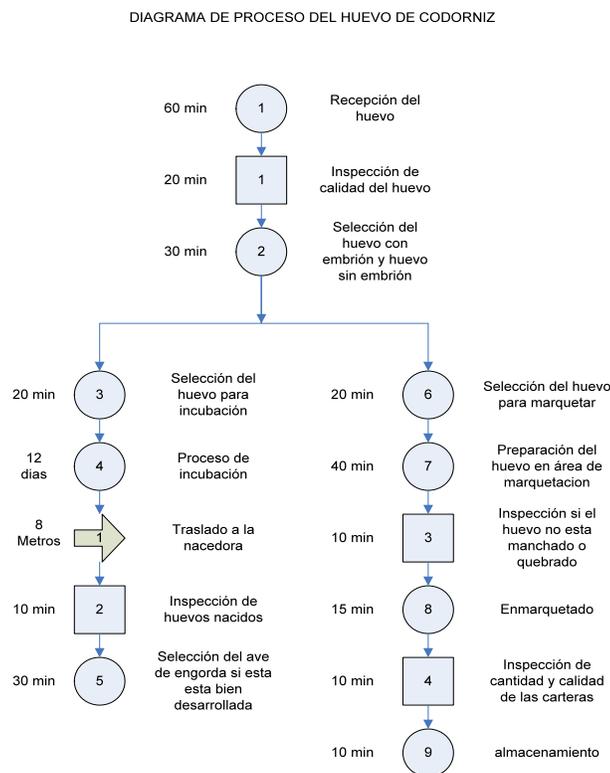


Figura 1. Diagrama del proceso productivo del huevo de codorniz.

El proceso de huevo de codorniz, inicia con la recepción del mismo, se obtiene en una única compra a productores de la localidad, el ciclo de esta ave se repite, esto significa que las mismas aves que se obtendrán para producir huevos, serán las que se utilicen para su reproducción, los huevos obtenidos se clasifican en dos, el primer tipo son

huevos para consumo humano y el otro tipo son huevos para incubar, mismos que servirán para el proceso de engorda y para el proceso de producción, siguiendo el proceso con una breve inspección de calidad para verificar si el huevo no sobrepasa el límite de tiempo que requiere para su comercialización, este no debe ser más de seis o siete días, en seguida se seleccionan los huevos ya sea que puedan ser utilizado para consumo humano o para incubación, esto se determina si el huevo en su interior tiene embrión, se toma para incubación y cuando no es así el huevo es seleccionado para consumo humano, cuando se toman para consumo humano pasa a un proceso de empaquetado el cual consiste en colocar los huevos en carteras de 17 huevos equivalentes a 1 kg, seguido por una inspección que permitirá verificar que el producto vaya en buenas condiciones por ejemplo que las carteras no contengan huevos quebrados, y en seguida pasa al almacén de producto terminado para ser distribuido para su venta.

Si el huevo no se maneja para la venta de consumo humano, será utilizado para incubarse, el primer paso de este proceso es la selección del huevo, seguida de la colocación en la incubadora donde dura doce días, después se coloca por tres días en una nacedora con el fin de esperar a que los huevos se partan, finalmente se selecciona el ave, puede ser para engorda o para producción, los huevos se seleccionan por su sexo ya que la mayoría de las aves machos se utilizan para engorda, la minoría se pasa a producción para así seguir con el ciclo.

Por otro lado, el proceso productivo de la carne de codorniz se muestra en la figura 2.

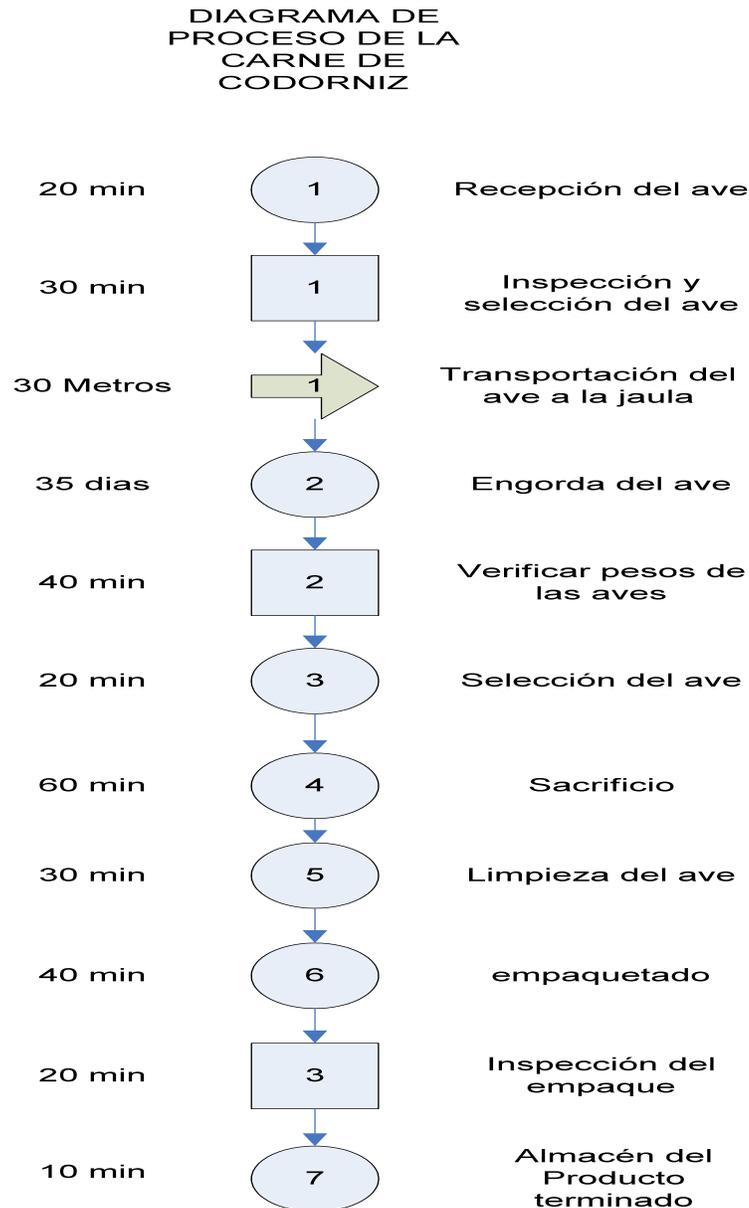


Figura 2. Diagrama del proceso productivo de la carne de codorniz.

El proceso de carne de codorniz, empieza con la recepción del ave, seguido de una inspección de calidad para evitar tener aves enfermas y/o deformes, esto es perjudicial para la población de aves, por que podrían contagiar alguna enfermedad, después se transportan a las jaulas de engorda y durante 35 días se alimentan con purina para que esta alcance el peso mínimo que es de 200 gr, después se verifican pesos para

seleccionar la que cumpla con el peso, estas aves se pasan al área de sacrificio, para lo cual se introducen a una caldera de agua a alta temperatura para facilitar el paso de limpieza o desplumado, se despluma y se limpia los intestinos de las aves, para proseguir al área de empaquetado en marquetas de 1kg, posteriormente se pasa por una inspección de empaque para verificar si el producto está en óptimas condiciones, después se almacena en producto terminado, o bien cuarto frío para ser comercializarlo.

De acuerdo a la organización de aves del mundo y cría de codornices, menciona que estas aves son muy delicadas y que se estresan fácilmente por lo que hay que tener paciencia y un horario fijo para todo lo que se refiere a alimentación, cuidados tanto de los huevos como la carne, recomiendan que solo una persona se encargue de recoger huevos y alimentar a los animales.

A pesar de que en México el consumo de codorniz es aún incipiente, este tipo de huevo y carne destaca por su sabor, valor nutrimental y precio accesible, siendo en su mayoría clientes de estos productos, restaurantes y supermercados. Este proyecto se torna como una oportunidad de negocio dentro de la avicultura, gracias a la baja inversión que exige, así como a los altos rendimientos que trae aparejados.

La tabla 1 presenta una comparación entre una gallina y una codorniz.

Tabla 1. Ventajas de la codorniz sobre la gallina.

<b>VENTAJAS DEL AVE DE CODORNIZ SOBRE LA GALLINA</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• 1000 codornices ocupan el espacio de 100 gallinas.</li><li>• Tres huevos de codorniz equivalen a 1 de gallina, siendo de mejor valor nutrimental los de codorniz.</li><li>• Una codorniz pone un huevo cada 22 horas, la gallina lo pone con un lapso de 26 horas.</li><li>• Un huevo de codorniz pesa 1 gramo, el de gallina 57 gramos.</li><li>• Para producir una docena de huevos de codorniz es necesario 300 gramos de alimento; para una docena de huevos de gallina requiere 2.2 kilos.</li><li>• El huevo de codorniz tiene 0.7% de colesterol, el de gallina 7%.</li><li>• La postura de la codorniz es constante y pareja durante todo el año, la gallina sufre períodos de baja postura. Esto significa que la codorniz siempre es constante en el desempeño de fertilidad.</li><li>• Las codornices no son atacadas por enfermedades infectocontagiosas, las gallinas sí.</li><li>• La codorniz se encuentra madura para comenzar a poner huevos a los 42 días de nacida; la gallina en cambio a los 58.</li><li>• Una sola persona puede fácilmente encargarse de un criadero de codornices; en lo referente a gallinas, hacen falta al menos dos.</li></ul>

Una vez definido las ventajas del ave de codorniz sobre la gallina, se prosiguió con **el análisis de la demanda del producto** mediante un estudio de mercado realizada por el empresario.

Se obtuvieron por medio de encuestas opiniones del público en general sobre sus hábitos de consumo del ave de codorniz, así como sus productos de huevo y carne, se aplicaron en total 1106 encuestas, 428 en Cd. Obregón, 142 personas en Navojoa y 536 en Hermosillo, dando por resultado que la mayoría de las personas les gustaría consumir productos de codorniz ya sea huevo o carne.

Los resultados más importantes de la encuesta fueron:.

- En cuanto a cómo se valora el consumo de productos de codorniz en la salud y nutrición humana, 920 personas acordaron que era excelente el consumo de estos productos, tan solo 11 personas no conocen ni quieren saber de este producto.
- Referente a si las personas optarían por probar este tipo de productos, 1081 personas de las diferentes regiones concluyeron que si probarían los productos mientras que solo 25 expresaron que no.

Un breve análisis del estudio revela que el 96% de las personas en Cd Obregón decidieron probar los productos de codorniz, a la mayoría le parecieron muy buenos, y así se puede concluir que la gente de esta ciudad serían buenos consumidores de estos productos, por lo que recomiendan los productos. En Navojoa y Hermosillo Sonora, la encuesta arrojó resultados más favorables, lo cual sustenta que el producto de codorniz es muy bueno en la salud y nutrición humana según la organización mundial de la salud (OMS). Cerca del 98% de la población en Navojoa y Hermosillo optaron por volver a consumir estos productos.

Una vez esto, se procedió con el paso 3, referente al **Análisis de la Normatividad aplicable al proyecto** con base a Normas Oficiales Mexicanas, satisfaciendo los lineamientos requeridos para la producción y comercialización de productos de codorniz para consumo humano, la tabla 2 muestra puntos donde impactan estas normas dentro de la empresa.

Tabla 2. Normatividad aplicable a la empresa bajo estudio.

<b>NORMA</b>	<b>Áreas de desempeño</b>	<b>Aplicación de la norma en el proceso</b>	<b>Fuente</b>
Norma Oficial Mexicana <b>NOM-001-STPS-1999</b>	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad e higiene.	Áreas de proceso, y de soporte, colores de las paredes claros para no afectar la salud visual del personal, especificaciones de pisos.	<a href="http://www.stps.gob.mx">www.stps.gob.mx</a>
Norma Oficial Mexicana <b>NOM-002-STPS-2000</b>	Condiciones de seguridad – prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.	Mantenimiento adecuado para la empresa y personal para evitar aéreas inseguras y previniendo riesgos para la salud del trabajador.	<a href="http://www.stps.gob.mx">www.stps.gob.mx</a>
Norma Oficial Mexicana <b>NOM-004-STPS-1999</b>	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.	Sistema de protección y los dispositivos de seguridad en la maquinaria sean adecuados para evitar riesgos de maquinaria y equipo que genere la operación.	<a href="http://www.stps.gob.mx">www.stps.gob.mx</a>
Norma Oficial Mexicana <b>NOM-008-ZOO-1994</b>	Especificaciones zoo-sanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y dedicados a la industrialización de productos cárnicos.	Se desarrollaron las aéreas de producción en base a especificaciones zoo-sanitarias que señala dicha norma para el buen funcionamiento de estas.	<a href="http://www.senasicasagarpa.gob.mx">www.senasicasagarpa.gob.mx</a>
Norma Oficial Mexicana <b>NOM-009-ZOO-1994</b>	Proceso sanitario de la carne.	Proceso sanitario para cumplir una buena calidad en base a la carne del ave, para cumplir con las especificaciones de inspección del proceso.	<a href="http://www.senasicasagarpa.gob.mx">www.senasicasagarpa.gob.mx</a>
Norma Oficial Mexicana <b>NOM-017-STPS-2001</b>	Equipo de protección personal - selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	Criterios para elegir el equipo de protección personal como Botas, lentes, guantes para trabajadores logrando inocuidad en el área.	<a href="http://www.stps.gob.mx">www.stps.gob.mx</a>
Norma Oficial Mexicana <b>NOM-025-STPS-1999</b>	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	El área de las casetas deberá de contar con la cantidad de luxes indicados por la norma para cada tipo de área, esta información se encuentra en la página de la secretaría del trabajo y previsión social. Además de contar con un programa de mantenimiento de cada una de las luminarias instaladas dentro del área.	<a href="http://www.stps.gob.mx">www.stps.gob.mx</a>
Norma Oficial <b>026-STPS-1998</b>	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	El área deberá contar con señalamientos de peligro, obligación y advertencia, para llevar de manera adecuada cada actividad realizada dentro del área y para seguridad de los trabajadores.	<a href="http://www.stps.gob.mx">www.stps.gob.mx</a>

Norma Oficial Mexicana <b>NOM-009-CONAGUA-2001</b>	Condiciones para la salubridad e higiene en los sanitarios.	Salubridad e higiene para el mantenimiento de sanitarios, contando con servicio de limpieza para la salud del personal que labora en la empresa.	<a href="http://www.conagua.gob.mx">www.conagua.gob.mx</a>
Norma Oficial Mexicana <b>NOM-012-ZOO-1993</b>	Control de alimentos para aves.	Alimentación de las aves controlada e inspeccionada por el empresario y personal que labora para un control adecuado de alimentación por ave.	<a href="http://www.senasica.sagarpa.gob.mx">www.senasica.sagarpa.gob.mx</a>
Norma Oficial Mexicana <b>NOM-051-ZOO-1995</b>	Condición adecuada para el trato de aves.	Regula y controla el trato adecuado del personal para el ave condición que servirá para su buen trato físico.	<a href="http://www.senasica.sagarpa.gob.mx">www.senasica.sagarpa.gob.mx</a>
Norma Oficial Mexicana <b>NOM-061-ZOO-1999</b>	Alimentación adecuada para las aves.	Porciones adecuadas de alimentación, basándose en proteínas y nutrientes para la buena nutrición de estas.	<a href="http://www.senasica.sagarpa.gob.mx">www.senasica.sagarpa.gob.mx</a>

El objetivo de esto fue adecuar el diseño de la empresa conforme lo que marcan los organismos normativos.

Una vez analizada la normatividad se prosiguió **determinar los requerimientos de espacio, maquinaria, herramientas y equipo para el proceso de producción de huevo y carne con valor agregado en la empresa**, la descripción fue a partir del seguimiento de cada actividad que se realiza en los procesos según información brindada por el empresario, considerando aspectos establecidos por la normatividad. La tabla 3 muestra las áreas de valor agregado del proceso de huevo y codorniz y su respectiva descripción.

Tabla 3. Áreas de Valor Agregado a Evaluar.

Nombre del Área	Descripción
Caseta de engorda	Área donde se mantendrán aquellas aves destinadas para la comercialización de la carne de codorniz.
Caseta de engorda 2	En esta área se mantendrán aquellas aves destinadas para la comercialización de la carne de codorniz.
Caseta productora	En esta área se mantendrán aquellas aves destinadas para la reproducción de huevo y ave de la misma.
Caseta productora 2	En esta área se mantendrán aquellas aves destinadas para la reproducción de huevo y ave de la misma.
Almacén de materia prima	Área de resguardo de la materia prima que se utilizara en el proceso productivo.
Mantenimiento	Lugar donde se encuentra la herramienta necesaria para el mantenimiento y servicio de la granja.

Sacrificio	Esta área es de vital importancia ya que aquí se sacrifica el ave de engorda para así comercializar su carne.
Área de limpieza del producto	Se limpia el producto ya sea de huevo o codorniz antes de tal manera que esté listo para pasarlo a empaquetar.
Empaquetado	Después de realizar la limpieza al producto se pasa por empaquetado para llevarlo a producto terminado.
Almacén de Producto terminado	En esta área se almacena todo aquel producto que está listo para su venta.
Baños y Regaderas	Área de vital importancia para la higiene de los empleados antes y después de sus labores.
Oficina	Área que requiere la empresa para el manejo de sus actividades.
Incubadora	Área donde se colocan los huevos para su desarrollo.

Posteriormente se elaboró un estudio para conocer la maquinaria, herramientas y equipo que requiere la empresa de acuerdo a su giro. Esto se muestra en las tablas 4, 5 y 6.

Tabla 4. Maquinaria requerida para la empresa.

<b>MAQUINARIA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>COSTO</b>
Maquina soldadura de corriente	1	Generador de corriente para fundir metales y dejarlos pegados completamente	\$4,786.96
Compresor de aire	1	Maquina que disminuye el volumen de una determinada cantidad de aire y aumenta su presión por procedimientos mecánicos.	\$2,303.48
Generador Briggs-Stratton	1	Maquina que proporciona potencia protegiendo a la empresa de una interrupción eléctrica.	\$7,178.96
Sistema de agua para beber	2	Proceso de potabilización para la calidad del agua que se consumirá.	\$5,608.70
Rotomartillo	2	Taladro de percusión para perforar concreto y ladrillo facilitando más el trabajo.	\$1,389.57
Motobomba a gasolina	1	Bombeara de agua trasladándola de un lugar a otro por medio de una manguera.	\$4,500.00
Fumigadora Truper	5	Limpieza y desinfección para el agua y polvo.	\$3,350.00
Maquinas de aspirado	3	Limpieza en el área de sacrificio	\$4,500

Tabla 5. Herramientas requeridas para la empresa.

<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>COSTO</b>
Manguera reforzada	1	Transportadora de agua con gran potencia.	\$433.91
Cavador reforzado	3	Herramienta que se utiliza para superficies planas duras o de concreto.	\$1,160.87
Carretilla Truper	5	Transportadora de herramientas de un lugar a otro facilitando su manejo.	\$3,691.30
Bascula reloj	2	instrumento de precisión que tiene como función medir y pesar distintas cantidades de masa	\$1,450

Tabla 6. Equipo requerido para la empresa.

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>COSTO</b>
Computadora HP pavilion	2	Recibe y procesa datos para convertirlos en información útil para la empresa.	\$25,000
Multifuncional HP	2	Múltiples funciones en uno solo para facilitar aun más el trabajo en la empresa.	\$5,200
Centro de trabajo	2	Equipo destinado para un mejor desempeño en la oficina.	\$9,000
Paquete sanitario Orion Fore	2	Instalación para el saneamiento y salubridad e higiene.	\$3,880
Regadera Rugo especializada	3	Equipo utilizado para desechar virus mediante un baño antes y después del entrar a la empresa.	\$1,260
Comedero	40	Instalación para el alimento del ave.	\$1,200
Bebedero de tubo pvc	40	Instalación para el consumo de agua para el ave.	\$1,200
Base para cancelera	13	Instalación para mejor comodidad del ave.	\$3,250
Charola de lamina galvanizada	40	Equipo utilizado para el excremento del ave.	\$4,800
Guante de carnaza	10	Equipo para la higiene del ave y el empleado.	\$500
Overol reforzado especializado	5	Equipo para la higiene del ave y el empleado.	\$2,500
Lente profesional	10	Equipo para la higiene del ave y el empleado.	\$147.88
Bota jardinera ajustable	5	Equipo para la higiene del ave y el empleado.	\$540
Incubadora	1	Equipo para la incubación del producto especificado.	\$12,000
Refrigeradores	3	Conservación del producto terminado en temperatura adecuada.	\$54,000
Minisplit	2	Mantenimiento de áreas refrigeradas.	\$12,000
Transporte refrige	1	Equipo para la transportación del producto con temperatura adecuada.	\$120,000

Después de conocer la maquinaria, herramientas y equipo a utilizar en la empresa, se prosiguió con el **diseño de la distribución de planta**. Para la puesta en marcha de la empresa, el empresario cuenta con un terreno en donde la ubicara, con dimensiones de

50mts de ancho por 70mts de largo. El diseño de la distribución de planta fue aplicando la metodología PSSD de distribución de planta, por medio de Acad versión 11.0.

Una vez identificadas las áreas de la empresa se elaboró la lista de **relaciones de cercanía** de acuerdo al tipo de actividad realizadas en estos espacios y sus valores. (Ver tabla 7).

Tabla 7. Relación de Cercanía.

<b>Clave</b>	<b>Valor</b>	<b>Cercanía</b>
A	100	Absolutamente Necesario
E	50	Especialmente Importante
I	20	Importante
O	10	Ordinario
X	-50	Indeseable

Después se definieron las razones que los departamentos tienen entre sí, estas razones se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Razones de cercanía.

<b>Código</b>	<b>Razón</b>	<b>Descripción</b>
01	Flujo de Materiales	Los departamentos que tengan este código estarán relacionados respecto a algún flujo de materiales
02	Aprovechamiento del Espacio	Aquellos departamentos que tengan este código tendrán la prioridad del aprovechamiento de espacio en sus áreas
03	Supervisión	Las áreas con este código son aquellas que deben estar en constante supervisión ya que son de importancia para ellas.
04	Inocuidad	Departamentos o áreas que son de suma importancia su cuidado respecto a cualquier tipo de contaminación
05	Seguridad e higiene	Representa aquellas áreas que deben cumplir con normas de seguridad e higiene establecidas anteriormente.

Esto se obtuvo tomando en cuenta las necesidades de cada área, las normatividades aplicadas, también se realizó un análisis del equipo de trabajo.

La figura 3 presenta el **diagrama de relaciones** que muestra las relaciones entre los diferentes departamentos con los que cuenta la empresa, considerando su importancia de cercanía y su relación.

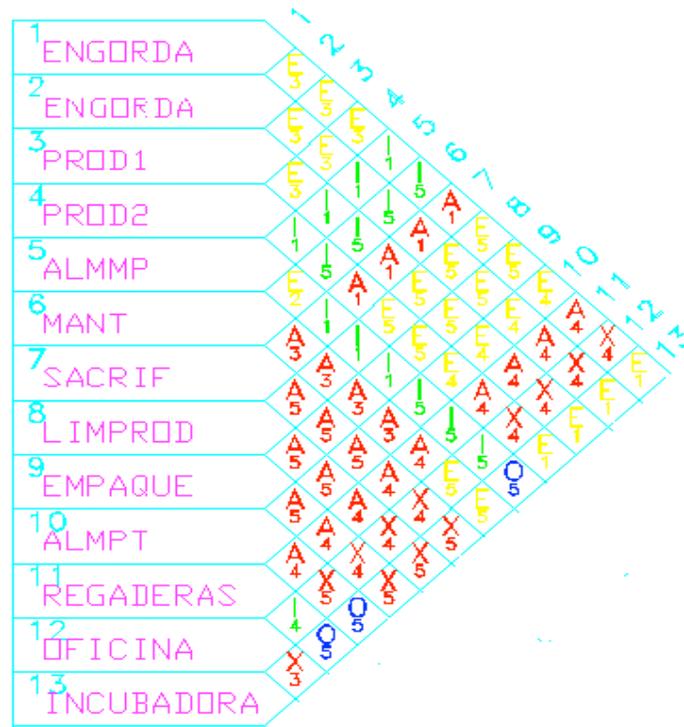


Figura 3. Diagrama de relaciones.

Una vez realizado el diagrama de relaciones, que sirvió para establecer la vinculación de cada una de las áreas se **desarrollaron diferentes alternativas de distribución**.

Se generaron tres alternativas de distribución para la empresa, se evaluaron con el software Acad 11, la primera propuesta obtuvo un score de 1255833, y se muestra en la figura 4.



Figura 4. Propuesta 1 de distribución.

Esta primera propuesta consiste en la alineación de las áreas del proceso productivo, almacenes, oficinas, y el área de limpieza del personal; sin embargo el espacio utilizado por esta implica que haya un desaprovechamiento del área física.

La segunda propuesta de distribución se muestra en la figura 5, obtuvo un score de 934051, un menor score que la primer propuesta generada, esto significa que la distribución se apega más al proceso y a lo especificado en las razones de cercanía programadas en el acad 11.



Figura 5. Propuesta 2 de distribución modificada.

Adicionalmente se generó la tercera alternativa, que al ser evaluada obtuvo un score 639000, lo que significa que alineación de las áreas y el aprovechamiento del espacio físico es el óptimo en base a las razones de cercanía y las relaciones de cada una de las áreas. Ésta se presenta en la figura 6.

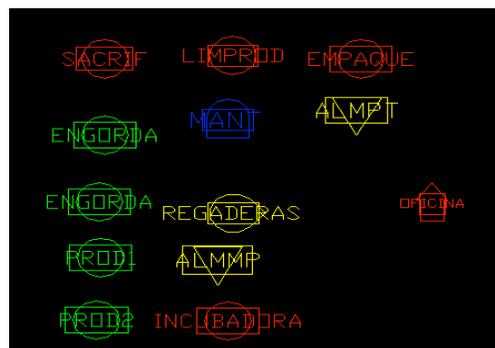


Figura 6. Propuesta 3 de distribución modificada.

Una vez generadas las tres alternativas de distribución, se optó por evaluarlas para poder **seleccionar la mejor alternativa** para la empresa en cuestión.

La mejor opción de distribución según el score es la tercera alternativa, ya que tiene un cumplimiento de criterio de cercanía mayor que las otras dos. Cada una de las alternativas se evaluó con base a los criterios marcados en la tabla 9, los cuales fueron establecidos a criterio del empresario y de los analistas.

Tabla 9. Ponderación por puntos de las alternativas propuestas.

	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Cal	valor	Cal	valor	Cal	valor
Flujo de materiales	25	9	22.5	10	25	10	25
Aprovechamiento del espacio	15	4	6	7	10.5	9	13.5
Supervisión	15	8	12	8	12	9	13.5
Inocuidad	25	8	20	8	16	10	25
Seguridad e higiene	20	8	16	9	18	10	20
TOTAL	100		76.5		81.5		97

Después de haber analizado las alternativas de distribución se puede observar que la alternativa más favorable es la tres, ya que es la que tiene mayor ponderación, por lo tanto en base a la evaluación realizada, se considera que es la mejor distribución para la empresa. Por lo tanto se prosiguió con la elaboración del **diseño a detalle** de esta alternativa.

A continuación se presenta la distribución a detalle de la empresa con la mejor alternativa con el propósito de una mejor apreciación de cada una de las áreas, así mismo plasmando las dimensiones expresadas en metros. Las cuáles se muestran en la figura 7.

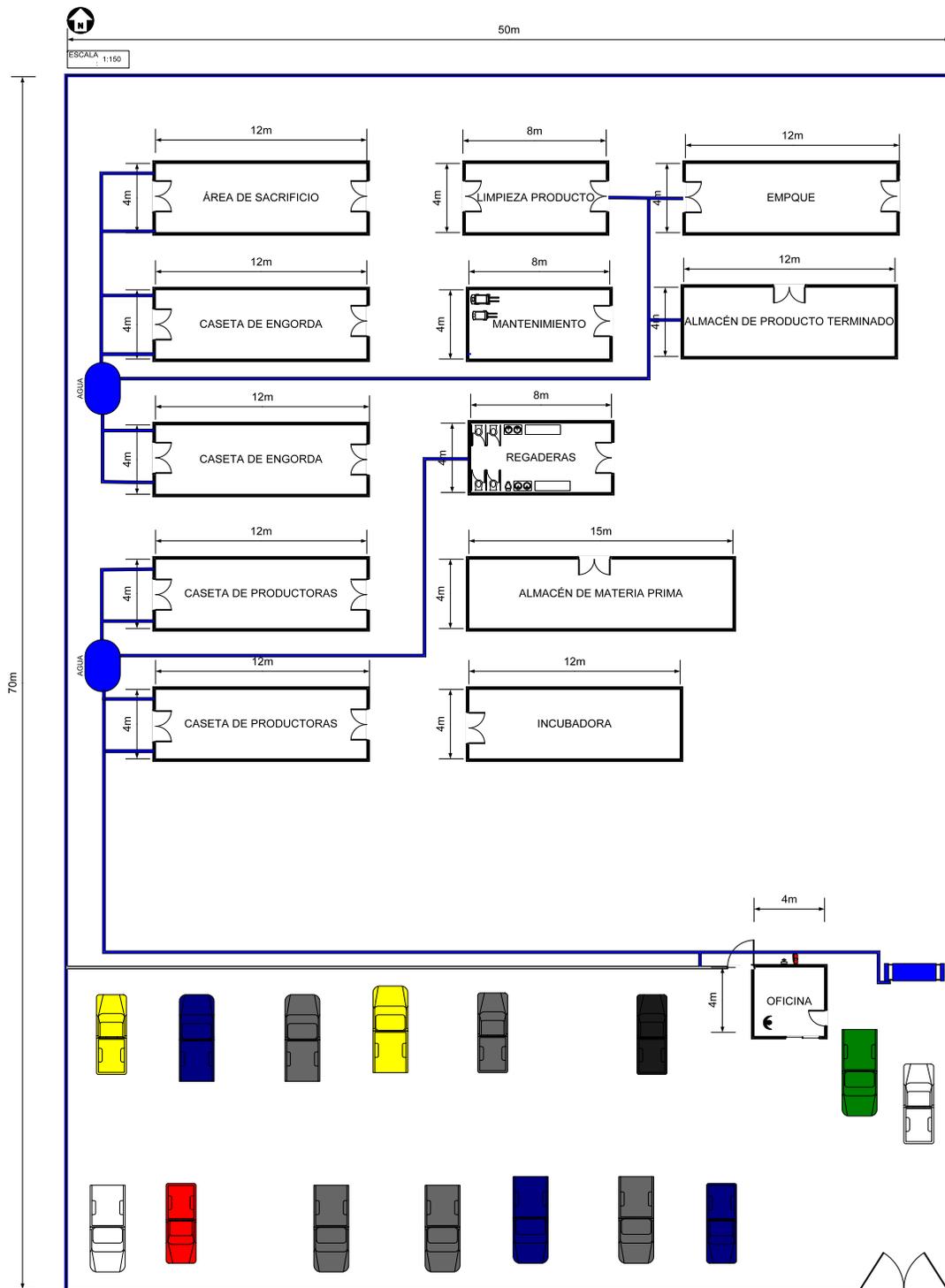


Figura 7. Distribución a detalle de la empresa.

La distribución consiste en dos casetas de reproducción, dos casetas de engorda y el área de sacrificio, además las áreas de limpieza del producto, empaque y áreas de soporte de la empresa,

Después se prosiguió a realizar la **simulación del proceso**, donde fue necesario definir una serie de estatutos que permitieron que el análisis pudiera llevarse a cabo, locaciones (locations), entidades (entities), llegadas (arrivals), y la elaboración del proceso (processing).

Se programó el modelo, introduciendo, primeramente, las locaciones que se necesitaron para cada procedimiento del proceso seleccionado; después se introdujo cada una de las entidades que representaron los procesos.

Las locaciones o los subprocesos que se definieron en el modelo de simulación son; recepción, engorda, engorda2, productora, productora2, verificación de peso y selección, sacrificio y limpieza, empaque, almacén de producto terminado, inspección y selección de huevo, preparación de huevo para enmarquetar, enmarquetado, proceso de incubación, nacedora, inspección, selección de ave de engorda y productora.

Siguiendo con el proceso se presentan las entidades que se utilizaron para la elaboración del modelo, éstas representan la transformación que ocurre en el proceso como es el ave de codorniz, codorniz pequeña, codorniz bajo peso, así como sus productos que son carne, huevo, kg de carne, y kg de huevo. La llegada de materia prima es de 300 codornices por día. Una vez definido lo anterior se elaboró el proceso, es aquí donde se asignan los estatutos propios del programa que controlan el modelo.

Con esto se determinó el tiempo de simulación del modelo y las cantidades o lotes de cada uno de los productos a simular, acercándose, de esta manera, a lo requerido por la demanda.

Después de introducir los datos requeridos como son las locaciones, entidades y las llegadas de materia prima, se llevó a cabo el análisis del layout arrojado por la simulación del proceso, en donde se muestra un flujo y el establecimiento de cada uno de los campos anteriormente mencionados, y se realizó la validación del modelo.

La validación del modelo de simulación se realizó con la secuencia lógica comprobando que el funcionamiento del mismo fuera correcto desde el punto de vista del proceso que representa; dicha comprobación se llevó a cabo mediante varias corridas del modelo y ajustes en cuanto a cuestiones técnicas del software.

El resultado de la simulación del proceso arroja resultados favorables para la empresa, con una producción que sobrepasa lo estimado para el empresario, en base a la demanda de kilogramos de huevo se obtuvo un resultado 3071 kg de huevo en 13 semanas, lo cual indica que diariamente se tendría una producción de 33.34 kg de huevo al día, lo que sobrepasa lo estimado que era de 17 kg de huevo en la evaluación económica, por otro lado en la demanda del kilogramos de carne se obtuvieron 3212kg de carne en 13 semanas, lo que indica que por día se produce 34.81kg de carne diario, sobrepasando lo estimado que era de 23kg de carne diarios.

La simulación del proyecto indicó que si se puede realizar la producción requerida para cubrir las expectativas del empresario, y se procedió llevar a cabo el **estudio económico y la evaluación económica**, para tener más argumentos, para que al momento de tomar la decisión esta pueda ser más confiable.

Se determinó el análisis y resultado obtenido por la evaluación determinando el monto de los recursos necesarios para la realización del proyecto, así como el costo total de operación, entre otra serie de indicadores, mostrando si el proyecto es económicamente factible de realizar o no.

Para llevar a cabo el proyecto es necesario considerar que deberá tener una inversión inicial, dicha inversión se calculo por medio de la compra de maquinaria, equipo y

herramientas a utilizar, así como los gastos de operación que se tendrían por tres meses, dando como resultado una inversión total de \$485,469.00 m.n. en activo fijo.

Mediante la elaboración de la evaluación económica se determino los ingresos que tendrían la empresa en cinco años, determinando los precios de la comercialización de kilogramos de huevo y carne de codorniz donde el precio unitario varía dependiendo de cada año, por ejemplo el ingreso de el kilogramo de huevo el primer año es de \$165,000 vendiendo un total de 5500 kgs a un costo por kilo de \$30.00. por otro lado el precio de el kilogramo de carne de codorniz es de \$48.00 pesos, vendiendo la cantidad de 8,000 kgs de carne se obtiene un ingreso de \$384,000 al año, lo que da un ingreso total el primer año de \$549,000.

Los costos fijos y los variables son: sueldos, energía eléctrica, mantenimiento, renta entre otros, siendo un total de \$430,500 por el primer año. Cabe mencionar que los datos fueron proporcionados por el empresario.

Dado que la empresa está en incubación, el empresario requiere solicitar un financiamiento de \$400,000 a pagar en tres años, con una tasa de interés del 20%.

Cabe mencionar que todo inmobiliario se deprecia a razón de 10%, 25% y 30%, varía según el tipo de maquinaria, y un 5% se deprecia en relación con la construcción, el primer año tuvo una depreciación de \$51,609, por lo tanto el estudio que se realizo tiene una vida útil y de este se obtiene la depreciación acumulada con la suma de las cantidades a través de los años, y a partir de ahí se obtiene el valor de salvamento, el cual es la diferencia entre la depreciación acumulada y el valor inicial.

Este estado de resultados determinó si la empresa genera utilidades o perdidas en las operaciones, para la elaboración del mismo fue necesario conocer sus presupuestos, cargos por depreciación, así como también de determino el impuesto que se paga el cual

es un porcentaje congelado de 20% con una Tmar de 30%, posteriormente se calcularon los flujos netos de efectivo por medio del mismo método arrojando un resultado de -\$12,630 el primer año, el segundo año \$74,743 de ganancia y el tercer año \$457,826 netos de ganancia.

Se evaluó el proyecto de inversión con la finalidad de establecer la rentabilidad. La tasa mínima aceptable de rendimiento (Tmar), fue consultada con el empresario quien tomo la decisión de un 30%, debido a que es el mínimo porcentaje que se debe de tomar.

Para obtener el valor presente neto (VPN), se determino en una hoja de cálculo donde fue necesario conocer el porcentaje de la Tmar (30%), y con los flujos netos de efectivo durante los años que se realizó en el estado de resultados, obteniendo del mismo una cantidad cuyo valor es positivo de \$142,897.24, lo cual indica que es conveniente aceptar la inversión.

Para el cálculo de la tasa interna de rendimiento (TIR), se ingresaron los flujos netos de efectivo (FNE) en la hoja de cálculo donde se manejo la función TIR, el cual arrojó un porcentaje que corresponde a un 77%, ya que el proyecto es de buen rendimiento, dicho porcentaje es mayor que la Tmar, de lo que se puede y considera tomar la decisión de realizar la inversión.

### **Conclusiones**

El objetivo establecido en el proyecto se logró cumplir satisfactoriamente, ya que se llegó a proponer al empresario mejoras en toda la empresa, las cuales ayudarían a la organización a mejorar tanto su productividad, como la calidad de su producto y el proceso productivo.

Con la implementación de la alternativa tres, se puede demostrar que el acomodo de las áreas dentro de la empresa permiten cumplir con la inocuidad y la calidad del producto,

y que esta desarrollada siguiendo normas para las buenas prácticas de manufactura; sin embargo, el proyecto es a largo plazo y por tal motivo se recomienda continuar buscando mejoras, principalmente para el proceso de producción para mejorar la productividad.

Así mismo con los resultados de la simulación de procesos se concluye que se cumple favorablemente la demanda proyectada por los inversionistas para cada proceso; los cuales se pretenden producir 8000 Kg de carne y 5500 Kg de huevo por año.

Un punto importante es aclarar que de llevarse a cabo este proyecto, es necesario considerar todos los aspectos de inversión, en cuanto a recursos financieros que se requiere para construir la empresa, para ello es posible conseguir financiamiento por parte de organizaciones adecuadas para ello. Se requiere evaluar diferentes cotizaciones de maquinaria, herramienta y equipo apta para el crecimiento futuro con proveedores confiables que proporcionen seguridad al trabajador cuidando que este sea de diseño ergonómico para mantener un buen ambiente de trabajo el cual depende del bienestar y comodidad del mismo.

Por otro lado es necesario hacer hincapié en el desarrollo de este tipo de proyecto, ya que además de que los inversionistas obtengan beneficios financieros, en México son escasos los proyectos de esta dimensión, mismos que son necesarios como punto de partida para la realización de otros nuevos.

Para el desarrollo de la alternativa propuesta, se hacen las siguientes recomendaciones:

- ✓ Para el mejor funcionamiento de esta propuesta, se recomienda llevar a cabo el registro tanto de las entradas de materia prima, como de la salida de producto terminado, especificando la cantidad de aves que entran al proceso, como la cantidad de aves que salen, para evitar las pérdidas dentro del mismo.
- ✓ Se recomienda que se estudie la posibilidad de integrar un área de valor agregado, para poder adentrarse a una mayor cantidad de mercados.

- ✓ En investigaciones a futuro se recomienda la implementación de 5'S. esto con la finalidad de tener una buena organización en las áreas de trabajo, maximizar la higiene y seguridad del personal, así como la inocuidad del producto en proceso y terminado.

## **Referencias**

Azarang, M. y García, E. (1996). Simulación y análisis de modelos estocásticos. 2ª edición Mc Graw.

Aquilano N., Chase R., Jacobs R, (2001); Manual de operaciones de manufactura y servicios, Colombia, Editorial McGraw-Hill.

Kepner, C. y Tregoe, B. (1989). El nuevo directivo racional: Análisis de problemas y toma de decisiones. México: McGraw-Hill.

Muther, R. (1981). Distribución De Planta. España, Editorial Hispano Europea

Niebel, B. y Freivalds, A. (2004). Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11ª edición. México: Alfaomega.

Porter M., (1998), Ventaja competitiva, creación y sostenimiento de un desempeño superior, México, Editorial Continental, S.A. de C.V., Decimosexta reimpresión.

Páginas de Internet:

[http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/5slascincos/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/5slascincos/) Extraída el 22/02/08

[http://www.eufic.org/article/es/seguridad-alimentaria calidad/contaminacion-alimento/artid/contaminacion-cruzada/](http://www.eufic.org/article/es/seguridad-alimentaria%20calidad/contaminacion-alimento/artid/contaminacion-cruzada/) Extraída el 28/02/08

[http://www.globalexpan.com/Nmarkets\\_smes\\_es.html](http://www.globalexpan.com/Nmarkets_smes_es.html) Extraída el 22/02/08

<http://www.isop.com.mx/lean%20manufacturing/5s.htm> Extraída el 28/02/08

<http://www.itson.mx/paip/ubicacion%20PAIP.jpg> Extraída el 21/02/08.

<http://saeti2.itson.mx/frameset.aspx> Extraída el 21/02/08

<http://www.miespacio.org/cont/gi/foda.htm> Extraída el 22/02/08

<http://www.oecd.org/dataoecd/46/5/2737368.pdf> Extraída el 22/02/08

[http://www.stps.gob.mx/noms\\_stps.htm](http://www.stps.gob.mx/noms_stps.htm) Extraída el 15/02/08

<http://www.sicbasa.com/tuto/AMECIDER2007/Parte%202%5CJorge%20Antonio%20Mej%C3%ADa%20Rodr%C3%ADguez.pdf> Extraída el 22/02/08

<http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/04081008381.html> Extraída el 22/02/08

## **Capítulo V: Integración de la mejora continua del proceso de capacitación para una empresa dedicada a la comercialización de servicios**

*María Elena Espinoza-Arias<sup>1</sup>, María del Pilar Lizardi-Duarte<sup>2</sup>, Javier Portugal-Vásquez<sup>2</sup>, Jesús Raúl de la O López<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Profesor de Tiempo Completo del Departamento de Ingeniería Industrial

<sup>2</sup>Profesor de Tiempo Completo del Cuerpo Académico de Cadenas Productivas

<sup>3</sup>Alumno de Ingeniería Industrial y de Sistemas

Unidad Náinari, Instituto Tecnológico de Sonora

Ciudad Obregón, Sonora, México; meespinoza@itson.mx

### **Resumen**

La empresa dedicada a la generación, distribución y comercialización de energía eléctrica en México, CFE en su Zona Obregón se divide en áreas, siendo una de las más importantes para la empresa la denominada Atención al Cliente y Servicios de Apoyos Logísticos, en la cual después de realizar un análisis, se identificó una situación problemática debido a que no existe una operación eficiente del proceso de capacitación; por lo que se plantea la siguiente pregunta: “¿Qué acciones se deben implementar para la mejora del proceso de capacitación actual de la empresa, Zona Obregón? Por lo anterior se estableció el objetivo de realizar propuestas de mejora al proceso de capacitación actual para contribuir a brindar un servicio de calidad a los empleados atendidos a través del proceso de capacitación impartido en CFE, Zona Obregón. El objeto bajo estudio fue el proceso de capacitación de la empresa, en la Zona Obregón; en la investigación se utilizó el siguiente procedimiento: Se generó un listado de las actividades del proceso bajo estudio, después se elaboró un diagrama de flujo con dichas actividades, posteriormente se compararon con las propuestas por los expertos en el área, a partir de lo cual se generó la propuesta de actividades a contener por el proceso, con la cual se elaboró un diagrama de flujo, y posteriormente se desglosaron las actividades a un segundo nivel de detalle. En la obtención de resultados se identificaron 15 actividades que actualmente se llevan cabo dentro del proceso, y al ser comparadas con las propuestas por cuatro expertos en el área de capacitación de personal, se generó una propuesta de 24 actividades a integrar el proceso de capacitación. Finalmente se describieron las actividades a un segundo nivel de detalle, e indicaron los responsables

de ejecutarlas, con la finalidad de que se contara con una guía de las acciones básicas a ejecutar para la obtención de los resultados deseados. El realizar esta investigación representó una experiencia exitosa para mejorar la capacitación en la empresa, integrando la mejora continua del proceso, y de implementarse la propuesta se contribuirá a brindar así un servicio de calidad a los empleados atendidos a través del proceso de capacitación impartido en CFE, Zona Obregón.

### **Antecedentes y marco de referencia**

En México a partir del día 10 de octubre del año 2009, según lo publicado por el Diario Oficial de la Federación (Secretaría de Gobernación, 2009), por decreto presidencial sólo existe una compañía dedicada a la generación, distribución y comercialización de energía eléctrica, misma que es Comisión Federal Electricidad (CFE), la cual está organizada por divisiones que se encargan de suministrar el servicio de energía eléctrica a la República Mexicana.

Una estas es la División Noroeste, que está comprendida por todas las unidades de los estados de Sinaloa y Sonora, que van desde las ciudades de Mazatlán hasta Nogales de dichos estados. En el estado de Sonora, esta división cuenta con plantas generadoras para la distribución, transmisión y abastecimiento de energía eléctrica para sus habitantes, misma que a su vez se divide en diferentes zonas, una de ellas es la Zona Obregón, que cuenta con la venta y distribución de energía eléctrica, operando en el Parque Industrial de Ciudad Obregón (Comisión Federal de Electricidad, 2009).

La denominada Zona Obregón depende de la Coordinación General, y esta a su vez se divide en distintas áreas, las cuales son: Ingeniería de Distribución, Administración Comercial, Ingeniería de Servicio al Cliente, Atención al Cliente y Servicios de Apoyos Logísticos (SEAL), siendo esta última área la que se encarga de la selección y contratación de personal, disponibilidad de recursos humanos, competencia, formación y capacitación de personal, nómina, seguridad social, y el ambiente de trabajo.

Debido a las funciones que desempeña SEAL es muy importante, ya que CFE se preocupa por el bienestar de la empresa y que sus clientes estén satisfechos por el servicio ofrecido, como parte principal del buen funcionamiento, por lo que busca contar con personal altamente calificado y entrenado en las diferentes funciones que realizan.

Para cerciorarse de que el personal sea competente en las funciones que desempeña, la empresa cuenta con un proceso de capacitación el cual se encarga de capacitar y entrenar al personal continuamente, teniendo como objetivo que el trabajador desarrolle sus habilidades y perfeccione cada una de las labores que realice, ofrezca un excelente servicio al cliente, además de asegurar el bienestar y seguridad del personal.

En materia de capacitación, actualmente en la empresa se ha manifestado la existencia de diferentes síntomas, mismos que fueron identificados por medio de la observación y entrevistas informales al personal de la empresa. Dentro de los síntomas detectados se encuentran los que se muestran por medio de un mapa relacional en la figura 1.

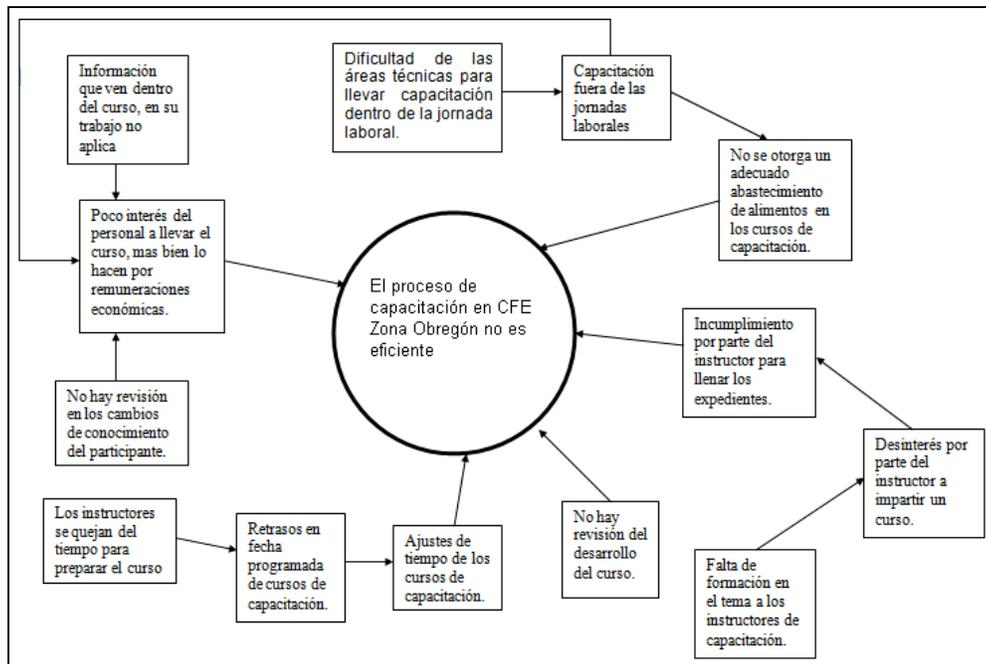


Figura 1. Mapa relacional de la sintomatología actual de la empresa.

En la figura 1 se muestra que al relacionar los síntomas manifestados en la organización, siguiendo la relación causa–efecto, se presenta la situación problemática de que el proceso de capacitación en CFE Zona Obregón no es eficiente.

### **Problema**

¿Qué acciones se deben implementar para la mejora del proceso de capacitación actual de la empresa, Zona Obregón?

### **Objetivo**

Realizar propuestas de mejora al proceso de capacitación actual para contribuir a brindar un servicio de calidad a los empleados atendidos a través del proceso de capacitación impartido en CFE, Zona Obregón.

### **Método**

El objeto bajo estudio fue el proceso de capacitación brindado por SEAL al personal de CFE Zona Obregón. Para realizar la presente investigación se utilizó el programa Visio para la elaboración de los diagramas de flujo. El procedimiento que se siguió para la obtención de resultados es el siguiente:

1. **Se obtuvo información del proceso de capacitación actual** con el que cuenta la empresa, obteniendo un listado las actividades que actualmente desarrollan para llevar a cabo dicho proceso.
2. **Posteriormente se procedió a ordenar cronológicamente las actividades** que se realizan actualmente, a través de la elaboración de un diagrama de flujo del proceso.
3. **Se realizó una comparación entre las actividades que actualmente se realizan con las actividades que debe contener un proceso de capacitación** de acuerdo a lo que proponen diversos expertos en el área. Con lo anterior se procedió a realizar una propuesta de actividades que debe contener el proceso de capacitación.

4. Como siguiente paso, haciendo uso de las actividades propuestas **se elaboró un diagrama de flujo del proceso**, indicando no sólo las actividades y su secuencia, sino también el actor responsable de desempeñar cada una de ellas.
5. **Se describieron a un segundo nivel de detalle cada una de las actividades del proceso** de capacitación propuesto.

## **Resultados**

Durante la primera etapa del estudio, se analizó el proceso de capacitación actual con el que cuenta la empresa, obteniendo información por medio de entrevistas informales y observación, con lo cual se generó un listado de las actividades que se realizan en el proceso actual de capacitación.

Ya obtenidas las actividades del proceso, se procedió a plasmarlas en un diagrama de flujo, indicando cronológicamente la secuencia de su ejecución como se muestra en la figura 1.

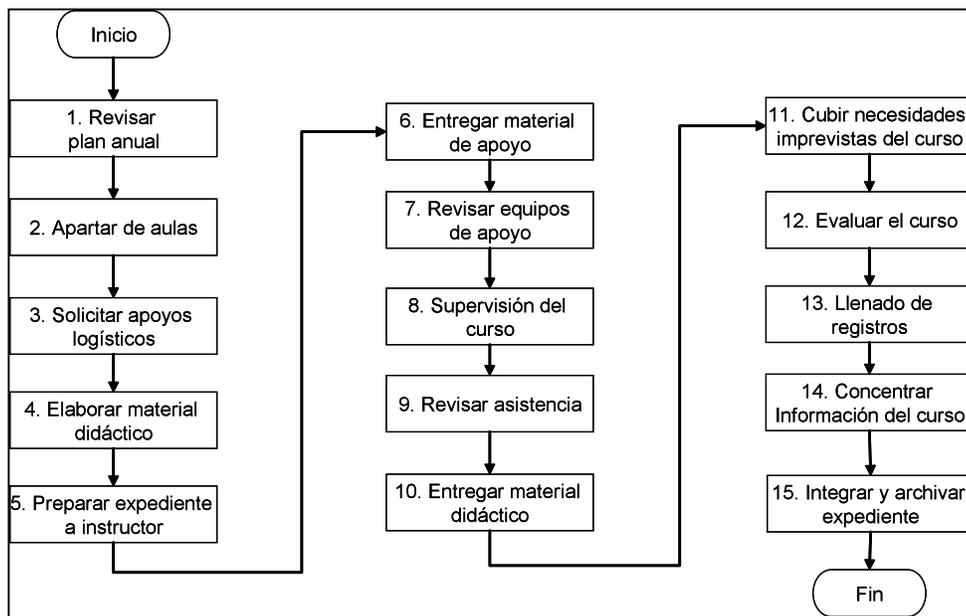


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de capacitación.

En el diagrama de la figura 2 se observa que el proceso se compone por 15 actividades e inicia al revisar el plan anual, debido a que éste es considerado por la empresa como insumo para el proceso de capacitación y no parte del mismo; culminando el proceso al integrar y archivar el expediente.

Al contar con el diagrama de flujo, se procedió a recopilar información sobre cuáles son las actividades que los diversos expertos en el área de capacitación, como Reza (2000), Pinto (2000), Guglielmetti (1998) y Nava (2006); consideran que debe incluir todo proceso de capacitación. Con la información recopilada se procedió a realizar una comparación con el proceso actual de capacitación, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Comparación de modelos de referencia con el proceso actual.

<b>Actual</b>	<b>Reza (2000)</b>	<b>Pinto (2000)</b>	<b>Guglielmetti (1998)</b>	<b>Nava (2006)</b>
<b>ORGANIZACIÓN.</b> Revisar plan anual. Apartar aulas.	<b>ORGANIZACIÓN.</b> Revisar programa anual. Mantener contacto con las áreas de la empresa.	<b>ORGANIZACIÓN.</b> Estructura de la UDC. Procedimientos. Integración de personas. Integración de recursos materiales.	<b>ORGANIZACIÓN.</b> Seleccionar acciones de capacitación apropiadas para atender cada necesidad. Evaluar las propuestas y seleccionar aquellas que se incluirán en el plan de capacitación. Elaborar el plan de capacitación y su presupuesto. Evaluar proyectos de capacitación externos.	<b>ORGANIZACIÓN.</b> Organizar los eventos de capacitación. Diseñar e implementar mecanismos y registro de los eventos y personal capacitado.
<b>EJECUCION.</b> Solicitar apoyos logísticos. Elaborar material didáctico. Preparar expediente a instructor. Entregar material de apoyo. Revisar equipos de apoyo. Supervisión del curso. Revisar asistencia. Entregar material didáctico. Cubrir necesidades imprevistas del curso.	<b>EJECUCION.</b> Contratar instructores. Reservar aula. Pedir apoyo logístico. Instrumentar el curso. Monitorear su desarrollo.	<b>EJECUCION.</b> Contratación de servicios. Desarrollo de programas. Coordinación de eventos. Control administrativo y presupuestal.	<b>EJECUCION.</b> Contratar acciones de capacitación externas. Organizar acciones de capacitación internas. Informar y orientar a los postulantes a la capacitación. Llevar un registro de instituciones de capacitación. Monitorear y supervisar la ejecución de acciones de capacitación. Controlar la ejecución del plan y del presupuesto de capacitación. Llevar el registro de los	<b>EJECUCION.</b> Impartición del evento de capacitación. Realizar el análisis objetivo de los resultados obtenidos.

<p><b>EVALUACION.</b> Integrar y archivar expediente.</p>	<p><b>EVALUACION.</b> Documentar el curso. Evaluarlo.</p>	<p><b>EVALUACION.</b> Macro evaluación. Micro evaluación. Seguimiento. Ajustes al sistema.</p>	<p>participantes en las acciones de capacitación. Elaborar informes de las actividades de capacitación. <b>EVALUACION.</b> Comparación de los costos totales con los beneficios de la capacitación.</p>	<p><b>EVALUACION.</b> Establecer un seguimiento y un sistema de retroalimentación que sirva para efectuar ajustes en todo el proceso.</p>
---	---	--	---	---

En la tabla 1 se observa que mientras Reza (2000) propone nueve actividades, Guglielmetti (1998) plantea que son 12 las actividades mínimas necesarias para un adecuado funcionamiento de un proceso de capacitación, la diferencia principal entre lo expuesto por cada autor radica en el nivel de detalle que desarrollan sus propuestas.

Al realizar una comparación de las actividades propuestas por los autores, se identificaron y seleccionaron las actividades que se podían integrar y como consecuencia mejorar el proceso bajo estudio, por lo que se procedió a generar la siguiente propuesta de las actividades que deben conformar el proceso de capacitación ejecutado por SEAL, Zona Obregón; el cual se conforma por 24 actividades que se muestran en la figura 3.

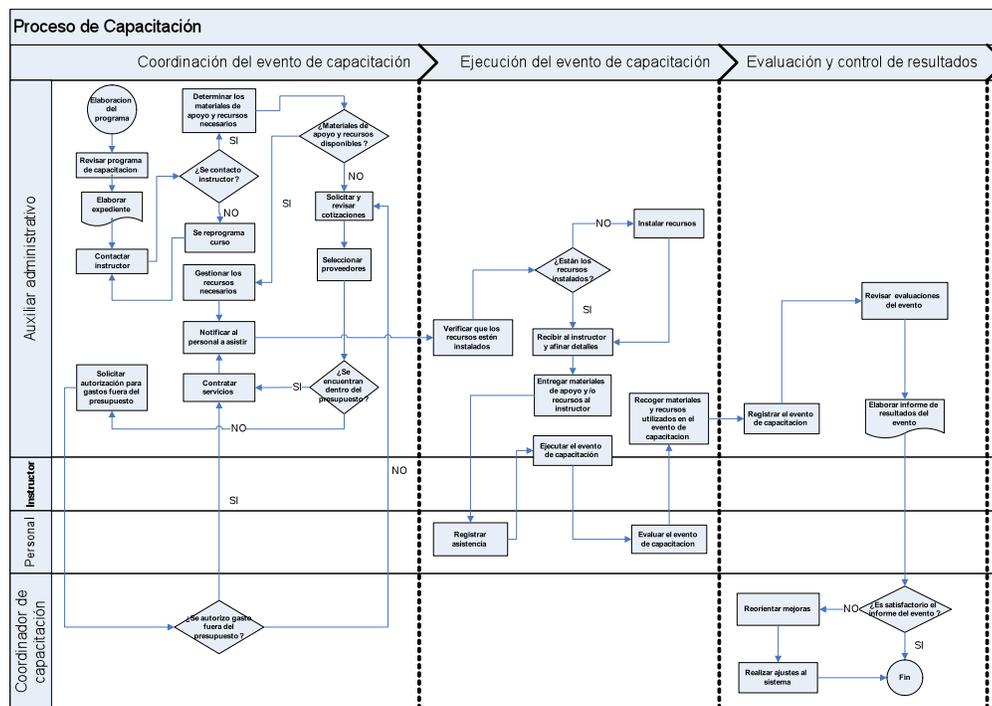


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de capacitación propuesto.

Como se muestra en la figura 3, se propone que el proceso se componga las siguientes tres etapas: Coordinación del evento de capacitación, ejecución del evento de capacitación, y por último, evaluación y control de resultados. Una vez definidas las fases del proceso, así como las actividades, se establecieron los responsables de ejecutarlas, posteriormente se definieron a un segundo nivel de detalle dichas actividades, con la finalidad de que el responsable de llevar a cabo cada una de ellas, contara con una guía de las acciones básicas a ejecutar para la obtención de los resultados deseados, estas actividades se muestran en el anexo 1.

## Conclusiones

Una de las aportaciones principales fue que la última fase del proceso se convierte en “Evaluación y control de resultados”, agregando a ella actividades que permitieron integrar la mejora continua de forma natural al proceso propuesto de capacitación, debido a que hasta hoy sólo había operado realizando una evaluación final, sin hacer uso

de los resultados de la misma, pudiendo ser utilizada esta información valiosa para realimentar el proceso. El realizar esta investigación representó una experiencia exitosa para mejorar la capacitación en la empresa y de implementarse la propuesta se contribuirá a brindar así un servicio de calidad a los empleados atendidos a través del proceso de capacitación impartido por SEAL en CFE, Zona Obregón.

## **Referencias**

- Comisión Federal de Electricidad. (2010). 13 divisiones de Comisión Federal de Electricidad. Extraído el 31 de Agosto del 2009 desde: <http://saladeprensa.cfe.gob.mx/imgsnvo/mapa.swf>
- Guglielmetti, P. (1998). La Gestión de la Capacitación en las Organizaciones. Pautas Metodológicas. Perú: Ministerio de Salud.
- Nava, J. (2006). Proceso de Recursos Humanos, su énfasis en la capacitación como promotor del desarrollo humano, en el ámbito social y nacional. Universidad Abierta.
- Pinto, V. R. (2000). Planeación estratégica de capacitación empresarial. México: McGraw-Hill.
- Reza, T. J. C. (2000). Cómo Diagnosticar las Necesidades de Capacitación en las Organizaciones. Serie Administrativa de la Capacitación. México: Panorama Editorial.
- Secretaría de Gobernación. (2009). DECRETO por el que se extingue el organismo descentralizado Luz y Fuerza del Centro. Extraído el 15 de Octubre del 2009 desde: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5114004&fecha=11/10/2009](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5114004&fecha=11/10/2009)

## ANEXO 1

### Actividades propuestas del proceso de capacitación

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1.- Revisión del programa de capacitación.	1) Descargar plan anual de capacitación. 2) Organizar los eventos de capacitación.	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
2.-Elaborar expediente de curso.	1) Llenar e imprimir los formatos requeridos según sea el curso que se impartirá. 2) Elaborar formato de acuse de recibo.	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
3.- Contactar al instructor.	1) Confirmar instructor que impartirá el curso. ¿Se contacto instructor? SI: Seguir con lo programado del curso. NO: Reprogramar curso. 2) Solicitar con instructor el número de personas que asistirán a curso.	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
4.- Determinación de los materiales de apoyo y recursos necesarios.	1) Determinar cantidad de material y equipo, que se utilizara en curso. ¿Existe suficiente material y recursos para que se lleve a cabo el curso de capacitación? SI: Preparar los materiales de apoyo y apartar los recursos necesarios para el día del evento. NO: 1- Pedir y revisar cotizaciones. 2.- Seleccionar proveedores. ¿Se encuentran dentro del presupuesto? SI: Contratar servicios. NO: Solicitar al coordinador de capacitación autorización para gastos fuera del presupuesto. ¿Se autorizo gasto fuera del presupuesto? SI: Contratar servicios. NO: Pedir y revisar cotizaciones.	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
5.- Pedir y revisar cotizaciones.	1) Si no existe suficiente material o recursos disponibles para el día del evento se revisa que tanto material se ocupara y cuando estarán disponibles los recursos.	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
6.- Seleccionar proveedores.	1) Después de revisar cotizaciones se pasa a seleccionar al proveedor para que surta el material faltante.	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
7.- Solicitar al gerente de recursos humanos autorización para gastos fuera del presupuesto.	1) Cuando el presupuesto rebasa el gasto contemplado en el curso, se le solicita al coordinador de capacitación permiso para poder realizar ciertos gastos fuera del presupuesto.	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
8.- Contratar servicios.	Permitido los gastos fuera de servicio se pasa a contratar los servicios.	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
9.- Preparar los materiales y apartar los recursos para el día del evento. (Gestionar los recursos necesarios)	1) Apartar aula. 2) Apartar equipo de computo (cañón, laptop). 3) Preparar papelería	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
10.- Notificar al personal a asistir y al jefe inmediato con una semana de anticipación.	1) Realizar documento con los datos generales del curso que se impartirá. 2) Hacerles llegar documento por medio de correo electrónico al personal a asistir al curso de capacitación.	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
11.- Verificar que los recursos estén instalados.	1) Verificar que aula este acomodada y en orden. 2) Verificar que el equipo correspondiente al aula que se va a utilizar funcione y este en óptimas condiciones para su funcionamiento. 3) Instalar recursos.	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
12.- Recibir al instructor y afinar detalles.	1) Entregarle aula al instructor con todo y el equipo instalado. 2) Verificar y ultimar necesidades del instructor.	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
13.- Entrega de materiales de apoyo y/o recursos al instructor.	1) Ya entregado el aula al instructor, se le hace entrega de los materiales tanto para el como para el personal participante en el curso.	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
14.- Registrar asistencia	1) Al comienzo del curso se registra asistencia	Instructor de capacitación
15.- Ejecución del evento de capacitación.	1) Contacto diario con el instructor y participantes para satisfacer necesidades imprevistas.	Instructor de capacitación y Auxiliar administrativo de

*Agregando + Valor a un mundo globalizado*

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2) Revisión de abastecimiento de café, equipo y material solicitado por el instructor y los participantes.</li> <li>3) Monitoreo de sesiones para vigilar el cumplimiento de los objetivos del evento.</li> </ol>	Coordinador de capacitación.
16.- Evaluación del evento de capacitación por parte de los participantes.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ya finalizado el curso, se prosigue a llenar los formatos requeridos por el expediente.</li> </ol>	Personal asistente al curso de capacitación.
17.- Recoger materiales y recursos.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ya terminado el curso de capacitación y evaluado el mismo, se prosigue a recoger el expediente.</li> <li>2) Se recoge, además, los materiales y recursos utilizados en el curso de capacitación</li> </ol>	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
18.- Registrar el evento.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Se concentra la información en la base de datos del sistema.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evento.</li> <li>- Duración.</li> <li>- Asistentes.</li> </ul> </li> </ol>	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
19.- Revisión de las evaluaciones del evento.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Se revisa y analiza cada uno de las evaluaciones.</li> </ol>	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
20.- Informe de resultados del evento.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Elaboración del reporte final del curso.</li> <li>2) Integración y archivo de expediente.</li> </ol>	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
21.- Pago de instructores.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Después de realizado el informe del evento se prosigue a realizar el pago al instructor.</li> </ol>	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
22.- Integración y archivo de expediente.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ya capturado en el sistema el evento de capacitación, se archiva el expediente de dicho curso.</li> </ol>	Auxiliar administrativo de Coordinador de capacitación
23.- Reorientar las mejoras.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Dar seguimiento a los participantes.</li> <li>2) Retroalimentación para corregir desviaciones.</li> </ol>	Coordinador de capacitación.
24.- Realizar ajustes al sistema.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Realizar acciones correctivas.</li> </ol>	Coordinador de capacitación.

## **Capítulo VI: Los Modelos de la Triple Hélice y Spin off, como soporte a la responsabilidad social de las Universidades**

*Enedina Coronado-Soto<sup>1</sup>, Javier Portugal Vásquez<sup>1</sup>, María del Pilar Lizardi Duarte<sup>1</sup>, Martha Rosas Salas<sup>1</sup>, William Carrillo<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Profesor es de Tiempo completo del Cuerpo Académico de Cadenas Productivas

<sup>2</sup> Colaborador

Unidad Náinari, Instituto Tecnológico de Sonora  
Ciudad Obregón, Sonora, México; enedinac@itson.mx

### **Resumen**

La relación existente entre los elementos, Universidad, Empresa y Estado, se percibe cada vez más frecuente y al mismo tiempo compleja. Ante una sociedad que se abre a mercados globalizados se requiere integrar iniciativas estratégicas cuyos objetivos particulares converjan en uno solo, convirtiéndose esto último en una problemática a resolver, ya que los intereses de cada una de las partes pudieran percibirse en sentidos diferentes. Por tanto, a través del Modelo de la Triple Hélice propuesto por Henry Etzkowitz y Loet Leydesdorff y el reciente modelo de creación de empresas llamado Spin Off se pretende determinar cómo se puede lograr que estas tres entidades con objetivos tan diversos puedan alinearse y vincularse a fin de ofrecer resultados que permitan al país garantizar su competitividad. El esfuerzo realizado, tan solo, por uno de los tres elementos difícilmente impactará en un contexto que exige, el disponer de egresados de las universidades que en poco tiempo se integren al ejercicio de su práctica profesional a través de soluciones que le permitan a la empresa ser competitivas y, para lo cual se espera que el gobierno sea uno de los principales gestores que propicie el desarrollo del conocimiento. El modelo de la triple hélice y el spin off conducen a la materialización de este tipo de uniones, consideradas trascendentales para la sociedad moderna. En este documento se incluyen los fundamentos teóricos que sustentan la investigación, una breve descripción de la metodología de trabajo empleada, así como los productos finales cuyos resultados se orientan a lo que se ha realizado en diversas partes del mundo en relación al uso del modelo de la Triple Hélice y diferentes mecanismos de vinculación como lo son las Spin off y Parques Tecnológicos. Finalmente se presentan una serie de conclusiones en relación al tema principal que nos

ocupa.

### **Antecedentes**

Pierre Paquiot, Rector de la Universidad del Estado de Haití, afirmó que "la Educación Superior no puede concebirse como una isla abstracta, sino como un lugar para aprender las herramientas que servirán para enfrentar la realidad y plantear soluciones a los pueblos", continuó diciendo "la Universidad existe porque hay problemas en un país" y en ese punto radica la contribución de las universidades. También aseguró que "ningún país puede resolver sus problemas solos, sino con la asistencia de un conjunto de pensamientos compartidos para que cada país salga adelante (UNESCO-IESALC, 2007). Por otro lado, Kaufman manifiesta que "ninguna sociedad ni cultura puede reivindicar de forma aislada la planificación y entrega de resultados societales<sup>1</sup> útiles. El cómo nos dirijamos hacia una planificación que añada valor a la sociedad no debería tener límites geográficos ni de lenguaje" (Kaufman, 2004).

Los dos planteamientos se hacen especialmente válidos en la actualidad, pues los cambios sociales, políticos y tecnológicos que se experimentaron durante el siglo XX, definitivamente demandan un cambio en el esquema convencional de la Universidad, transformación de valores y metas, a fin de que las instituciones puedan responder a los nuevos retos, al mismo tiempo que otras se resisten a aceptar modelos que pretenden que la educación superior sea solamente un instrumento para generar profesionales orientados a satisfacer las demandas del mercado (UNESCO-IESALC, 2007).

Carlos Tünnermann, integrante del Comité Científico para América Latina y el Caribe de del Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América

---

<sup>1</sup> El término «societal» se empezó a utilizar en inglés en el ámbito de la sociología para referirse específicamente a lo «relativo a la estructura y organización de la sociedad», uno de los significados de «social». Surgió porque el término «social» abarca un espectro muy amplio de significados y connotaciones, que van desde lo relativo a la estructura y organización de la sociedad hasta el hecho de saludar a un conocido por la calle. A manera de ejemplo, una traducción que marque la diferencia podría ser: European *societal* model = modelo europeo de sociedad European *social* model = modelo europeo de bienestar social (<http://www.proz.com>).

Latina y el Caribe (IESALC-UNESCO), durante la Conferencia Regional de Educación Superior de América Latina y el Caribe (CRES), celebrada del 4 al 6 de junio de 2008, en la ciudad de Cartagena de Indias, Colombia, aborda el tema sobre la relación Universidad-Empresa, diciendo que la universidad y la empresa pueden y deben relacionarse, pues a su juicio: el desarrollo de un país pasa por una integración de esfuerzos de los sectores estatales, académicos y empresariales, conservando cada uno su propia identidad y propósitos, argumenta que la relación no debe ser vista como la empresa que presta el servicio educativo, sino como la educación que transfiere sus conocimientos a la empresa nacional, a los fines de hacer efectivo el desarrollo en cada contexto social.

Hasta el momento se ha puesto de manifiesto la relación existente entre la universidad y la empresa, sin embargo, ¿qué hay en relación a la integración de esfuerzos del sector gobierno? El papel del gobierno debe ser el de definir el marco normativo adecuado para la planificación de los incentivos particulares con el fin de reorientar a los actores de la universidad y de la industria hacia un nivel más alto de integración. De acuerdo con la experiencia de los EE.UU. y de algunos países de la Unión Europea, la consecución de este objetivo parece ser posible a través de la convergencia espontánea del ámbito industrial y del ámbito universitario (Cadiou, 2001).

La necesidad de las empresas de crear relaciones institucionales con las esferas del conocimiento que ofrezcan las condiciones necesarias para la innovación y desarrollo de nuevos productos y/o productos sustitutos, ha provocado la cooperación entre universidad, empresa y gobierno, convirtiéndose esta en un instrumento para la generación de recursos competentes y conocimientos científicos, realizándose una tarea cooperativa tal que dividan gastos y permita una mayor inversión en el desarrollo de nuevas tecnologías y procesos que garanticen la competitividad (Segatto, 2006).

Se tiene entonces que para:

- La empresa, la innovación es un elemento básico en sus estrategias a fin de tener una ventaja competitiva sostenible, por lo que habrá de decidir entre centrar la innovación hacia su interior o bien fomentar mecanismos para la retroalimentación enfocándose a universidades (Carvalho, 2008).
- La universidad, existe el reto de transformarse para crear estrategias regionales de innovación, transferencia del conocimientos, recursos humanos y productos a las empresas de la región, obteniendo a cambio recursos adicionales (Carvalho, 2008).
- El estado, prevalece la imperiosa necesidad de aportar políticas y estímulos necesarios para impulsar y motivar la relación universidad-empresa con base en valores humanos y solidarios, así como también analizar la problemática de la vinculación universidad-empresa (Soto R. et al, 2007).

### **Área de oportunidad**

Hay quienes hablan de un nuevo contrato de la universidad, donde ya no se trata de que la investigación en las universidades sea eficaz sino más bien funcional para ser colocada en el mercado. Aquí entra en juego la filosofía empresarial de William Bolton que postula que las “materias primas” de las empresas han de estar constituidas por “ideas” y “gente” capaces de convertirse en “oportunidades comerciales” y “potenciales emprendedores”, respectivamente. Pudiera pensarse que la relación universidad-empresa-estado ofrece solo beneficios para un desarrollo social, armónico y equilibrado, sin embargo es importante destacar que los objetivos de cada una de las partes son muy diferentes; el de las empresas es el lucro, el de las universidades es realizar investigación científica, crear recursos competentes y descubrir nuevos conocimientos, y el del estado legislar y vigilar, en muchas ocasiones proyectos e investigaciones que no están orientados a resolver los problemas de sus países (Naidorf, 2002). Por tanto, ante una sociedad que se abre a mercados propios y extranjeros, ¿de qué forma se habrán de aligerar e integrar sus iniciativas estratégicas tal que sus objetivos particulares converjan en uno solo?

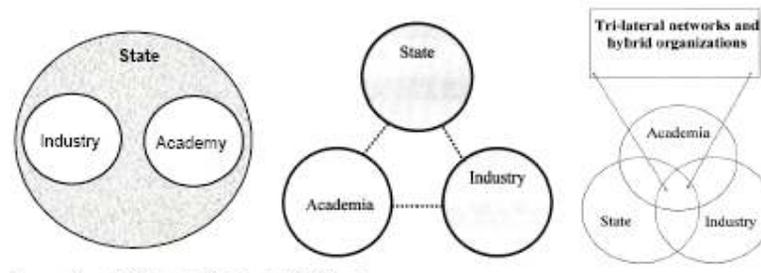
## **Objetivo**

Determinar cómo es que a través del Modelo de la Triple Hélice propuesto por Henry Etzkowitz y Loet Leydesdorff, así como el reciente modelo de creación de empresas llamado Spin Off, se puede lograr que estas tres entidades con objetivos tan diversos pueden alinearse y vincularse con la finalidad de ofrecer resultados que permitan al país trascender sus fronteras.

## **Marco de Referencia**

El neoliberalismo como modo de racionalidad predominante, que opera bajo mecanismos de regulación basados en el mercado, ha presionado para que las universidades se transformen, de una institución vinculada con la sociedad y a sus aspiraciones de justicia y equidad, en una organización moderna que coadyuve a la formación de profesionales requeridos por el sector económico, así como a la producción de conocimientos útiles para incrementar la productividad y competitividad del aparato productivo en los mercados internacionales (Ibarra, 2006).

En los últimos años se han propuesto una serie de conceptos orientados a modelar procesos que logren la transformación en la universidad, la industria y las relaciones con el gobierno. El modelo de la Triple Hélice y su evolución (ver figura 1), permiten dar respuesta a la necesidad de transformación e integración entre tres esferas, universidad, empresa y gobierno. En la Triple Hélice I, las tres esferas se definen institucionales, las organizaciones fungen como enlace para la transferencia de tecnología. La Triple Hélice II considera diferentes sistemas de comunicación basados en el funcionamiento de los mercados, innovaciones tecnológicas y el control de las interfaces. En la Triple Hélice III, cada una de las esferas además del desempeño de sus funciones tradicionales, asume las funciones de los otros. El modelo es recursivo y cada versión de la Triple Hélice sitúa los distintos tipos de interacción. Los flujos de conocimientos se vuelven importantes entre ellos y se dice que la transferencia ya no es considerada como un proceso lineal de un origen a una solicitud (Leydesdorff y Etzkowitz, 1998).



Fuente: Adaptación de Etzkowitz y Leydesdorff (2000, p.4)

Figura 1. Evolución del Modelo de la Triple Hélice.

Los actores más importantes de este proceso son las empresas, el estado y las universidades. Las universidades como productoras de conocimiento. El estado como oferente de un marco regulador apropiado, generando entornos de crecimiento que, en definitiva, empujarán a un país con una dinámica de crecimiento sustentable y progresivo. Son las empresas las que generan las nuevas oportunidades de negocio. Los tres actores trabajando en forma conjunta, según el modelo de Triple Hélice del Profesor Henry Etzkowitz, crean un proceso en forma de círculo virtuoso (Castaños, 2008).

La figura 2 presenta las formas de interacción entre los tres actores principales (Fernández, 2008). La relación se hace cada vez más interdependiente, tal que a medida que se intensifica esta relación la complejidad de la misma se incrementa; por tanto el modelo de la Triple Hélice intenta describir no sólo las interacciones entre universidad, industria y gobierno, sino también la metamorfosis interna de cada sector (Zheng y Harris, 2007).



Fuente: Kim Dong-Ju, Industrial Clusters and Regional Economic Development: International Perspective. 2003

Figura 2. Políticas para establecer la comunicación entre la ciencia y la innovación

La innovación puede ocurrir de maneras aleatorias, espontáneas y hasta circunstanciales. Pero nada mejor que una verdadera política para la innovación que favorezca esas prácticas y logre interaccionar los actores más importantes de este proceso que generan riqueza y posiciona a las empresas, obviamente a los países, en un marco de importantes ventajas competitivas (Castaños, 2008).

Ante esto, innovar se convierte en un objetivo para cualquier economía que no quiera ser borrada del mapa (Fernández, 2008). Es así como Porter señala, respecto a las empresas, instituciones y gobiernos, que todos ellos tienen que comprender, en primer lugar, que la competitividad de las organizaciones, regiones, países o bloques económicos, está basada en las capacidades de actualización y de innovación, lo cual es un paradigma basado en la especialización y en la rapidez de actuación (Porter, 1991).

La Triple Hélice se hace efectiva cuando los investigadores de la universidad se convierten en empresarios, el estado empuja el proyecto con su apoyo económico y legislativo y, por último, se crean spin-off o incubadoras de empresas dentro de las universidades que potencian la incorporación de la tecnología al mercado (Rodeiro, Fernández, Otero, Rodríguez, 2008). Los spin-off dentro de las Universidades, llamadas

también spin-off académicas, son iniciativas empresariales de uno o varios miembros de la universidad, que crean una empresa para explotar un conocimiento adquirido y/o resultados obtenidos de su actividad de investigación, existen tres tipos de spin-off académicas, los spin-off ortodoxos donde los investigadores dejan a la universidad y se convierten en emprendedores académicos, spin-off de tecnología donde se concretan a vender los conocimientos generados y los investigadores siguen en su trabajo, y los spin off híbridos donde una parte de los investigadores se incorporan a la empresa y otra parte continua su labor de investigación, pero participando a medio tiempo con la empresa (Morales, 2008).

La creación de empresas dentro de las universidades ha ido creciendo y se ha considerado como instrumento para transferir a la sociedad el conocimiento generado en las mismas. Esta vía de transmisión trae varias ventajas sobre otras universidades que operan con mecanismos tradicionales, siendo algunas de estas, el disponer de acuerdos que favorecen la transferencia de tecnología, sobre todo cuando la naturaleza de ésta no es fácilmente entregada a través de patentes, además de la generación de ingresos hacia las universidades, permitiendo con esto el poder contribuir al desarrollo económico y social de la región (Rodeiro, Fernández, Otero, Rodríguez, 2008).

Para el desarrollo de la presente investigación fue necesario hacer una búsqueda de información concerniente a la aplicación que han realizado las universidades basándose específicamente en el modelo de la Triple Hélice III y el Spin-Off, por lo que se consideró propiamente a la Universidad como el objeto bajo estudio.

Para la realización del proceso de investigación se partió de lo que propone Baptista (2003), en su libro de Metodología de la Investigación, quien básicamente divide un trabajo de investigación en cuatro grandes fases o momentos. Siendo el primero de ellos, donde se concibe el proyecto, y es conocido como la *idea*. La forma en la que se llegó a establecer la idea de la investigación, fue a través de la lluvia de ideas, por parte de los

miembros del equipo las cuales una vez que se agotaron se procedió a la selección de una de ellas, esto a través del consenso.

Posteriormente se procedió a planificar las diversas actividades que se habrían de desarrollarse a fin de obtener el producto del siguiente momento, llamado éste *planteamiento del problema*, se realizó una fase exploratoria tal que condujera a establecer que efectivamente existía una área de oportunidad por atender en el rubro que se había decidido emprender. Se hicieron búsquedas exhaustivas de documentos publicados en páginas de internet, revistas científicas y libros que trataban sobre el punto en cuestión. Lo cual ayudó, no sólo para crear un marco de referencia al problema planteado, sino que también para establecer el objetivo a seguir y acotamiento de lo que habría de ser utilizado como el sustento teórico de la investigación.

Los resultados arrojados por el segundo momento dieron pauta al replanteamiento del programa de actividades, es decir fue necesario reasignar tiempos y responsabilidades a cada miembro ya que se disponía de una mayor claridad sobre el qué se tenía que hacer y hacia dónde se habría de dirigir la investigación. Fue así como se dio inicio al tercer momento el cual consistió en la elaboración del *marco teórico*.

Se hizo una revisión de la literatura existente sobre los modelos de la Triple Hélice y el Spin Off, estableciéndose en este apartado los autores, conceptos, usos, participantes, evolución, formas de aplicación, entre otros puntos relevantes de ambos modelos. Para este momento se decidió que cada uno de los integrantes del equipo se diera a la tarea de hacer llegar documentos referenciados sobre la participación de cada uno de los elementos que intervienen en dichos modelos, haciéndose, posteriormente, la integración de tal búsqueda. El haber trabajado de esta forma permitió ganar un conocimiento más a fondo no solo de los modelos si no de la forma en la que interactúan sus elementos, siendo así que tal conocimiento al momento de capitalizarse sirvió de soporte en el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Ya que existen millones de páginas en la WEB casi sobre cualquier tema, se hizo importante establecer como regla de trabajo entre los miembros del equipo, el evaluar la información obtenida a través del internet. Para ello se consideró el buscar información en universidades, gobierno, instituciones y otro tipo de organizaciones respetables, asumiendo que tales publicaciones pasaron por un proceso de selección y edición riguroso de parte de personas responsables.

Finalmente, se procedió a la *elaboración del reporte* de investigación, considerado éste como el cuarto momento. Fue en este punto donde se materializó toda la búsqueda de información, realizando interpretaciones de la misma, es decir se hicieron conclusiones a partir de hechos. La aplicación de esta última etapa permitió retroalimentar las fases ya vividas anteriormente, las cuales aparentemente se dan de manera lineal, sin embargo son actividades que se superponen entre sí.

## **Resultados**

De acuerdo a la información obtenida se tiene que en diversas partes del mundo se están realizando esfuerzos entre los tres protagonistas del modelo de la Triple Hélice, a fin de poder alinear sus objetivos de cada uno de ellos, prueba de ello es el Programa para el diseño de la política empresarial puesto en marcha en Alemania. Entre los principales resultados de esta iniciativa se incluye el proyecto KEIM PULSADOR el cual se ha institucionalizado en forma de una asociación KEIM eV y posteriormente ha sido ampliado para KEIMFORUM eV, siendo ocho sus miembros clave; la Universidad y Centro de Investigación Karlsruhe, la Universidad de Ciencias Aplicadas de Karlsruhe y Pforzheim, la empresa privada Inno AG Alemania y la Cámara de Comercio e Industria, el gobierno de la ciudad de Karlsruhe y el Centro de Tecnología de la Región de Karlsruhe, lo que ha permitido la creación de cerca de 550 empresas (Heydebreck, 2009).

El sistema de innovación gallego ha creado un entorno físico que propicie la relación

entre la empresa y la universidad, con el respaldo de la Administración local y orientado a favorecer el contacto, el conocimiento y el tránsito de ideas y experiencias entre las comunidades científica y empresarial. Provocándose que en los últimos diez años se hayan implantado diferentes tipos de organismos que permitan atraer inversiones en tecnología y potenciar la investigación científica y el desarrollo tecnológico. En Galicia, al igual que en el resto de España, existen parques científicos, tecnológicos e infraestructuras de apoyo a la innovación, y cada una de ellas desarrolla un papel fundamental en el incipiente sistema de innovación. (Calvo, 2008).

En el caso de la Comunidad de Valencia, España, a pesar del aumento de instituciones de educación orientadas a la I&D así como en el total de la inversión hecha a esta actividad, los niveles de participación de la universidad aún son insuficientes esto debido a que tienen relativamente una menor cultura de negocio, respecto a países más desarrollados. Si bien es cierto la I&D en las universidades ha contribuido a una creciente lista de publicaciones científicas, mayor número de patentes, proliferación de variedad en relaciones universidad-empresa incluyendo las spin-offs, oficinas de transferencia de tecnología y parques científicos y tecnológicos no se ha logrado que este tipo de canales de colaboración sean percibidas como esenciales por las empresas (Zepeda, Marmolejo, Matthews y Parellada, 2006).

Respecto al gobierno del Reino Unido, éste ha designado a tres ciudades como *ciudades de la ciencia*; Manchester, Newcastle y York, así como también a otras tres regiones fuera de Inglaterra. Estas ciudades ciencia utilizan su base de investigación para impulsar el crecimiento regional de ciudades mediante el fortalecimiento de los vínculos entre las empresas, el sector público y la comunidad científica, acelerando el proceso mediante el cual las ideas y los descubrimientos son comercializados. Este primer programa nacional para vincular la ciencia, la innovación y la regeneración urbana ha resultado útil (aunque en diferentes grados) en el aprovechamiento de energía locales y la colaboración que ofrece un valioso aprendizaje basado en el lugar de apoyo a la

innovación (OECD, 2008).

Citando a Derek Bok (2003), menciona el caso de las universidades de los Estados Unidos las cuales a través de la comercialización de sus servicios, creación de tiendas de productos universitarios, generación de patentes, actividades de I&D ya sea con fines militares o comerciales, las compañías spin off, programas de transferencia de tecnologías, creación de parques científicos y tecnológicos, o bien con la más reciente organización de empresas de *elearning* han generando cambios de gran magnitud. La transformación de las universidades de los Estados Unidos visualiza a los actores de la academia como entidades que utilizan una variedad de recursos del Estado para crear nuevos conocimientos que vinculan a las instituciones de educación superior con la nueva economía.

En algunos países de la denominada Cuenca del Pacífico Asiático, en India y en China, en donde se concentra la gran mayoría de la población mundial, y cuentan con economías muy diversas el papel que ha jugado la educación superior aparece como ejemplo altamente significativo y representativo de la vinculación de universidades y centros de investigación con el desarrollo económico y con la elevación de la productividad. El primer país que se transformó fue Japón, seguido por Taiwán, Corea del Sur, Singapur, Malasia y Tailandia. Japón mantuvo reformas en su sistema educativo, considerada una de las más importantes sociedades basadas en la informatización y con una muy importante estructura de base en conocimientos. En la actualidad, la reforma constante en la educación superior aparece como un imperativo para mantener este nivel de desarrollo sustentado en la innovación y la investigación.

### **Conclusiones**

Con base en la información obtenida a través de esta investigación documental se podría asegurar que el Modelo de la Triple Hélice III, ha permitido impulsar la innovación a través de la interrelación activa y comprometida de sus actores principales (universidad-

empresa-gobierno), impactando en el crecimiento económico de algunas regiones, haciéndose notar la necesidad de que el modelo evolucione, además de ser soportado por iniciativas como lo son la creación de empresas derivadas (*spin off*), parques científicos y tecnológicos entre otros mecanismos que aseguren la participación y responsabilidad de interacción entre los miembros lo que se hace imprescindible para generar el cambio.

Se detecta que a pesar de la correlación de esfuerzos aún existen brechas por cerrar como las que presentan González y González de la Fe (2009), como resultado de su investigación, los cuales hacen referencia a la desconfianza que aún prevalece en el empresariado, en las políticas públicas llevadas a cabo por los distintos niveles de gobierno y el bajo nivel de cultura de la innovación.

Con base en lo que señalan González y González de la Fe (2009), se tiene que, aún los empresarios valoran más la elaboración de proyectos de investigación con una finalización temporal determinada y breve, orientada más a resultados que a la publicidad y difusión de los mismos, mientras que la comunidad académica y científica, por su parte, prefieren una investigación menos aplicada, orientada a conseguir resultados a largo plazo y cuyas recompensas sean entre otras más la difusión y reconocimiento de los pares. Existe también la dificultad de que los recursos humanos se muevan de un sector a otro, es decir quién dispone de una formación académica más especializada, no es suficientemente valorado por los empresarios, considerándolo un recurso que encarece los costos salariales, provocando con esto problemas de la transferencia del conocimiento y las innovaciones tecnológicas que, por una parte, se refieren a precisamente a la creación de empresas *spin-off* y otras iniciativas empresariales.

Las conclusiones generadas llegan a vislumbrar que el aplicar el modelo de la Triple Hélice y el seguir estrategias como lo es la generación de *Spin off*, efectivamente pueden impactar en la economía de una nación.

## **Bibliografía**

- Baptista, P., Fernández C., Hernández R. (2003). Metodología de la Investigación. Editorial Mc Graw Hill. México.
- Cadio, J. (2001). La cambiante relación entre la ciencia, tecnología y gobierno. The IPTS report. Num. 52
- Calvo, N. (2008). El valor de la gestión del capital intelectual. Revista Galega de Economía, vol. 17, núm. 2 Universidad de Santiago de Compostela
- Carvalho, J.M., Etzkowitz. (2008). New Directions in Latin American University-Industry-Government interactions. International Journal of Technology Management and Sustainable Development. Volumen 7. No.3. 193-204.
- Castaños, G. (2008). Ideas VIP. El modelo de Triple Hélice. Advanced Marketing de RI de CV. México.
- Etzkowitz, H., Leydesdorff L. (1998). La triple hélice como un modelo para estudios de innovación. Ciencia y Política Pública Vol. 25. Num. 3. PP 195-203
- Fernández, F. (2008). Sistemas de Innovación Regional, tendencias mundiales en innovación regional. Trabajo presentado en la Segunda Reunión de la Red Nacional de Vinculación de la ANUIES. Junio. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- González, A., González de la Fe T. (2009). Los actores de los sistemas de I+D+i de las regiones periféricas. Papers 91, págs. 65-80.
- Heydebreck, P. (2009). EXIST -start ups science-Descripción of the approach: EXIST 1997-2010. Programmes for Entrepreneurship policy design and delivery and the experience of germany: a learning model. PP 115 -121
- Ibarra-Collado E. (2006). Regulación social de la “triple hélice” en América Latina. Revista Mexicana de Investigación Educativa. Vol. 13. Núm. 36. PP 319-327.
- Kaufman, R., (2004, Febrero). Planificación Mega, Herramientas prácticas para el éxito organizacional. Editorial Publicaciones de la Universitat Jaume. Castelló de la Plana, USA.
- Morales, S. (2008). El emprendedor académico y la decisión de crear spin-off: un análisis del caso español. Tesis doctoral. Facultad de Economía. Departamento de Dirección de Empresas Juan José Renau Piqueras. Universidad de Valencia.

- OECD, (2008). OECD Reviews of regional innovation: North of England, UK. Policy Brief: Organisation for economic cooperation and development. PP 1-8
- Porter, M. (1991). La ventaja competitiva de las naciones. Esplugues de Llobregat, Barcelona, Plaza y Janés.
- Rodeiro, D., Fernández S. Otero L. Rodríguez A. (2008). La creación de empresas en el ámbito universitario: una aplicación de la teoría de recursos. Cuadernos de Gestión. Vol. 8 No. 2. PP 11-28.
- Segatto, A.P. (2006, enero-junio). University – Industry Technological Cooperation for Energy Efficiency: A Case Study. Brazilian Administration Review. 1. 31-45.
- Soto, R., Castaños, H., García, O., Parra Ponce de León, P., Espinosa, J., Vázquez, J. (2007)
- Vinculación universidad – empresa – estado en la realizada actual de la industria farmacéutica mexicana. Edusfam, Revista de Educación Superior en Farmacia, Num. 2.
- UNESCO-IESALC, (2007, Septiembre). El Caribe y Latinoamérica fortalecen su cooperación en Belo Horizonte. Boletín Digital Nro. 140. Extraído el 26 de Junio de 2009 de <http://www4.iesalc.unesco.org.ve/pruebaobservatorio/boletin140/boletinnro140.htm>.
- Vargas, J. (2007, septiembre). Liberalismo, Neoliberalismo, Postneoliberalismo. Revista Madrid. No. 17. PP 66-89.
- Zepeda, E. Marmolejo, F. Matthews, D. Parrellada, M. (2006). Supporting the Contribution of Higguer Education Institution to Regional Development. Review report based on Regional Self-Evaluation Report. PP 1-65
- Zheng P., Harris M., (2007, Agosto). The university in the knowledge economy The Triple Helix model and its implications. Industry and Higher Education. Vol. 21. Num. 4. PP 253-263

## **Capítulo VII: Diseño del proceso productivo de un laboratorio integral de reciclaje en una institución de educación superior**

*Ernesto Ramírez-Cárdenas<sup>1</sup>, Juana María Luisa García Muela<sup>1</sup>, Claudia Álvarez Bernal<sup>1</sup>, Isolina González Castro<sup>2</sup>, Mario Alberto Vázquez García<sup>2</sup>, Oscar Ernesto Hernández Ponce<sup>2</sup>, Luis Enrique Valdez Juárez<sup>2</sup>, Amanda Hernández Izquierdo<sup>3</sup>.*

<sup>1</sup> Profesores de Tiempo Completo del Cuerpo Académico de Sistemas Productivos

<sup>2</sup> Colaboradores

<sup>3</sup> Alumno de Ingeniería Industrial y de Sistemas  
Unidad Guaymas, Instituto Tecnológico de Sonora  
Guaymas, Sonora, México; eramirezc@itson.mx

### **Resumen**

El reciclaje en México ha adquirido importancia conforme aumenta la demanda de materiales potencialmente reciclables. En la región de Guaymas, en el estado de Sonora, se ha observado la inexistencia de empresas que se dediquen a darle un nuevo uso a los materiales potencialmente reciclables. El Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), ante esta situación y a través de sus cuerpos académicos, se encuentra trabajando en proyectos que conlleven al desarrollo de la cadena productiva de reciclaje en la región, tal es el caso del Diseño del proceso productivo de un laboratorio integral de reciclaje. La metodología empleada consistió en: la identificación de los diversos procesos de reciclado, siendo seleccionados el cartón, papel, aluminio, PET y aceite vegetal, después se determinaron el equipo y maquinaria a emplear y los costos asociados a su compra y por último se diseñó la distribución física del laboratorio de reciclaje cuidando que esta cumpliera con factores considerados como importantes.

Al diseñar la distribución del laboratorio se logró integrar el reciclaje de tres procesos uno solo, lo que favorecerá de sobremanera la operación y los costos relacionados con la puesta en marcha, se brinda al lector información de los posibles ingresos a obtener por cada tonelada reciclada y, de concretarse su instalación, el ITSON, Unidad Guaymas, contará con un espacio que permitirá a los estudiantes desarrollar prácticas 100% sustentables, el desarrollo de investigación y será posible brindar el servicio de asesoría técnica a empresarios y/o emprendedores de la región.

### **Antecedentes y marco de referencia**

El problema de la contaminación se ha visto relacionado con el inadecuado tratamiento de los residuos sólidos urbanos se ha visto más evidente y dada la falta de mecanismos de control resulta común para algunas personas arrojar sus desperdicios generados en las afueras de las ciudades, en los cauces de los ríos, en el mar, en lotes baldíos, lugares de recreación u ocultarlo mediante enterramiento (Garrido, 2000).

De acuerdo a datos proporcionados por la Secretaría del medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT, 2009), los residuos sólidos urbanos en México están compuestos en un 42.48%, le sigue el papel con 11.68%, plásticos con 8.32%, vidrio 5.84%, cartón con 4.98% y aluminio con 1%, estos datos se aprecian mas ampliamente en la tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje promedio de desechos a nivel nacional.

Tipo de residuo	Promedio de residuos diarios a nivel nacional (%)
Orgánico de cocina	42.48
Papel	11.68
Otros materiales	9.14
Plásticos	8.32
Orgánico de jardín	7.74
Vidrio	5.84
Cartón	4.98
Madera	2.82
Residuo fino y escombros	2.42
Pañales desechables	1.60
Otros metales	1.16
Aluminio	1.0
Textiles	.82
Total	100%

*Fuente: SEMARNAT, 2009.*

En el estado de Sonora, según cifras de la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES, 2009), son alrededor de 534 mil toneladas de basura las que quedan en cielo abierto o en basureros clandestinos no controlados, siendo entre 76 y 110 toneladas generadas diariamente en el puerto de Guaymas, lo que representa un serio problema de contaminación ambiental y de imagen ante el turismo de la entidad (INE, 2009).

El reciclaje representa una de las alternativas para combatir la contaminación ambiental, este significa separar o extraer materiales del flujo de desecho y acondicionarlos para su comercialización de tal manera que puedan ser usados como materias primas (González, 2006). Al hacer esto se protege al medio ambiente, se mejora la economía nacional porque no se necesita ni el consumo de materias primas ni el de energía, que son más costosos que el proceso de las industrias de recuperación además de que constituye una fuente de empleos e ingresos de gran beneficio. Es por ello que los materiales como papel, cartón, plástico y aluminio son potencialmente reciclables (González, 2001).

Bajo esta perspectiva el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON, 2009), Unidad Guaymas, a través de sus cuerpos académicos, y fiel a su compromiso como institución de servir a la sociedad, ha estado trabajando en el diseño de programas y/o nuevos negocios relacionados con el cuidado del medio ambiente con el firme propósito de contribuir con el desarrollo económico de la región y ser parte de la solución en el problema de contaminación ambiental, esto a través de la generación de estrategias que favorezcan el control de residuos, la imagen de la región y el turismo (Enríquez, 2007). Como parte de ello en un estudio reciente se logró obtener información sobre lo que la gente hace con diversos residuos (ver tabla 2).

Tabla 2. Disposición de los desechos potencialmente reciclables.

Disposición	PET	Aluminio	Papel	Cartón	Aceite comestible
En la basura con el resto de los desperdicios normales	80%	50%	71%	60%	52%
Los separo en un recipiente aparte y los dejo identificado en la basura.	9%	7%	4%	3%	5%
Lo guardo en casa para darle otros usos.	10%	32%	19%	31%	16%
Los separo y los llevo a un centro de acopio de reciclaje	1%	8%	1%	3%	2%
Lo vierto por el lavadero para que vaya al drenaje.	0%	0%	2%	1%	23%

Fuente: Ramírez E, Vázquez M, Coronado E, Souza N (2009).

A través de la tabla anterior se pudo apreciar el resultado de una encuesta realizada a personas de la entidad, destacando que la mayoría de los encuestados arrojan toda la basura junta, es decir no la separan antes de tirarla, por falta de tiempo o porque cuando llegan los camiones de la basura los empleados la revuelven, llama la atención el material plástico (PET) quien presenta un 89% y el aceite comestible (el cual fue incluido por ser considerado de importancia por los problemas que ocasiona si no recibe el tratamiento adecuado) con 57%. Además de esto el 23% de los encuestados manifestaron tirar el aceite comestible por el drenaje lo que puede ocasionar problemas en la cañería por la gran cantidad de grasa que se acumula.

Es precisamente esta convicción la que los lleva a la creación del proyecto denominado “Centro de Reciclaje Integral” (CRI) y del cual se desprende el análisis de Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas (FODA) sugerido por Porter (1991) y aplicado a la posible instalación del CRI en la región (ver tabla 3).

Tabla 3. Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas del CRI.

---

Rubro e indicadores	
<b>Fortalezas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bajo costo de mano de obra y materia prima.</li><li>• Localización geográfica favorece la exportación y a la apertura de nuevos mercados.</li><li>• Empatía de las autoridades municipales con la conciencia ecológica.</li></ul>	<b>Debilidades</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Falta de conocimiento técnico especializado</li><li>• Carencia de tecnología en la región.</li><li>• Falta de conocimiento de regulaciones de carácter internacional.</li></ul>
<b>Oportunidades</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Generación de empleo en la región.</li><li>• Mejora del aspecto ambiental y favorece la imagen de la región ante el turismo.</li><li>• Precursores en la región en el desarrollo de proyectos de este tipo.</li></ul>	<b>Amenazas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Falta abastecimiento de agua</li><li>• Poca atención al aspecto sociocultural en el tratamiento de desperdicios lo que lleva a la falta de cooperación.</li><li>• Carencia regulaciones en materia de reciclaje puede llegar a impedir el desarrollo del proyecto.</li></ul>

---

En la tabla mostrada previamente se puede apreciar como las condiciones favorecen en gran medida a la creación del CRI en la región Guaymas Empalme, sin embargo, si en verdad se quiere garantizar el éxito en su operación, es necesario atender las debilidades señaladas como la falta de conocimiento técnico especializado y carencia de tecnología en la región. Bajo este contexto se tiene la siguiente pregunta:

*¿Cuál es el diseño del proceso productivo de un laboratorio de reciclaje integral que permita contribuir con la mejora del medio ambiente y el desarrollo socio económico de la región Guaymas- Empalme?*

### **Objetivo**

Diseñar el proceso productivo de un laboratorio de reciclaje integral para contribuir con el desarrollo socio económico y mejora ambiental de la región Guaymas- Empalme.

## **Método**

El sujeto de esta investigación fue el proceso de reciclaje de papel, cartón, aluminio, material plástico PET y aceite vegetal, esto para diseñar la distribución de un laboratorio integral a localizarse dentro de las instalaciones del ITSON, Unidad Guaymas. El principal material de trabajo fue la metodología sugerida por Baca (2008) en su libro evaluación de proyectos, la cual fue fortalecida en cada uno de sus pasos empleando la teoría de diversos autores considerados como expertos en el área.

Partiendo de lo anterior el procedimiento empleado consistió en lo siguiente:

- 1. Se identificaron los diversos procesos de reciclado**, para esto se investigaron los pasos a seguir en el reciclaje de aluminio, cartón, papel, material plástico (PET) y aceite vegetal. Para una mejor apreciación de estos se dispuso del uso de diagramas de operaciones según García, (2005).
- 2. Se determinó el equipo y maquinaria a emplear y los costos asociados a su compra**, para hacer esto fue necesario tomar como referencia los datos señalados anteriormente con respecto a la demanda a fin de determinar la capacidad requerida y ya con este dato iniciar la búsqueda del equipo y maquinaria con diversos proveedores en el interior del país y en el extranjero (Chase, 2005).
- 3. Se diseñó la distribución física del laboratorio de reciclaje y sus áreas de atención a los estudiantes**. Para ello se enunciaron los factores que debe cumplir el arreglo físico como mínimo para ser considerada como aceptable (Muther, 1981).
- 4. Se plantearon los beneficios económicos y ambientales ha obtener con el reciclaje**, aquí se planteó una referencia de los ingresos a obtener por cada tonelada de desecho recolectada y el ahorro de determinados recursos.

## **Resultados**

### **Identificación de los procesos de reciclaje**

Los procesos de reciclaje de material plástico (PET), papel, cartón y aluminio son muy similares y difieren en la parte última de su respectivo procesamiento. Esto se puede ver ampliamente en la figura 1.

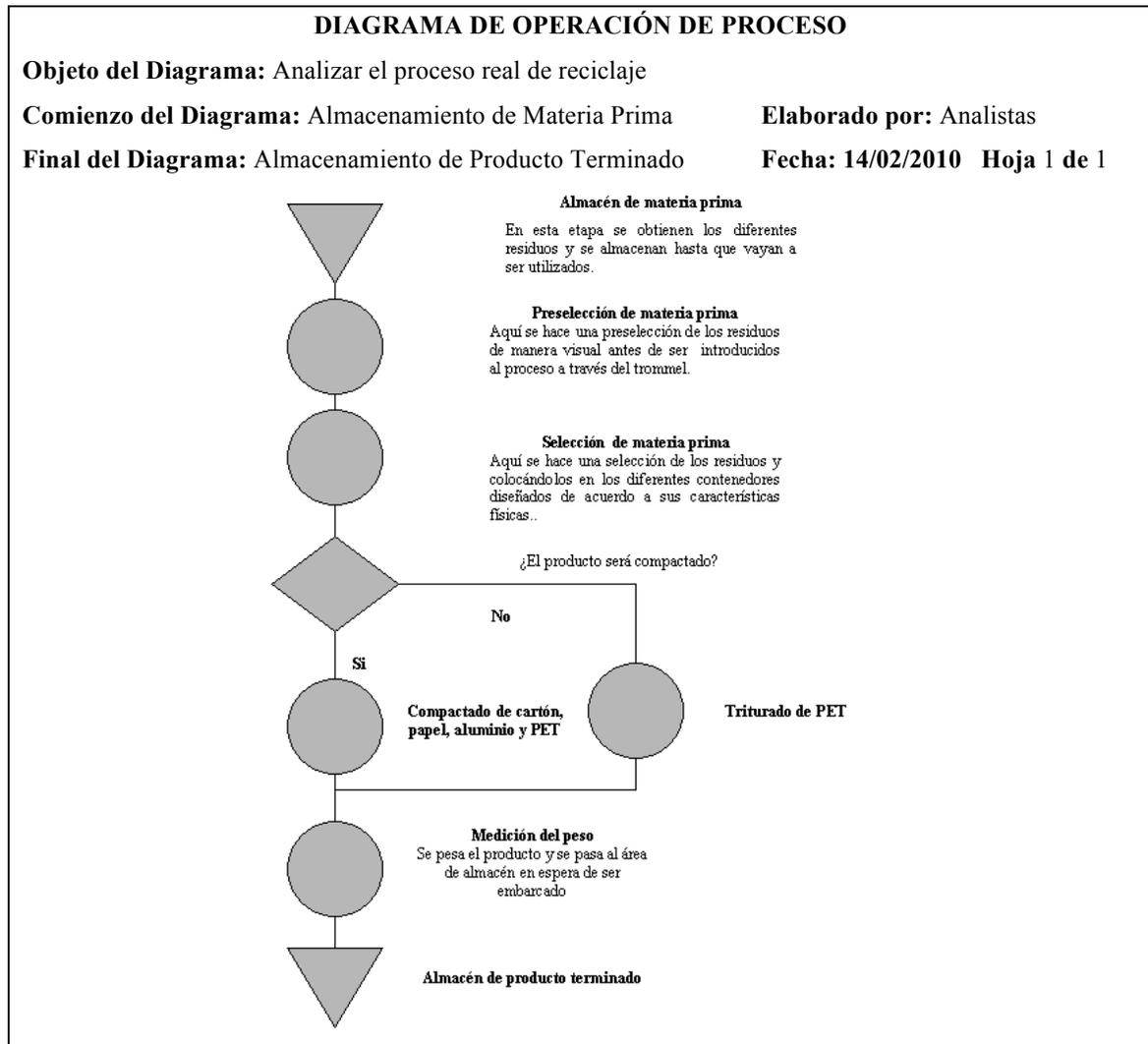


Figura 1. Proceso de reciclaje de cartón, papel, PET y aluminio.

En la figura anterior se observa el flujo que sigue el proceso para elaborar pacas de material compactado y sacos de PET triturado, el cual tiene las características de: contar con la misma secuencia de pasos para los cuatro tipos de materiales a reciclar independientemente de cuál de ellos se elabore; el flujo de trabajo es lineal lo que permitirá tener un mayor y mejor control sobre las actividades a desempeñar; se ahorra espacio considerablemente, esto se da gracias a que se dispondrá con el mismo tipo de maquinaria en la secuencia de operaciones de cada producto; y por último se aprecia

la flexibilidad, la cual queda demostrada la actividad de triturado de material plástico PET sin que se vea alterado el flujo del proceso.

Después de explorar el proceso de reciclaje de residuos sólidos se **identificó el proceso de elaboración de Biodiesel**, para esto se llevó a cabo una investigación con respecto a los pasos a seguir en su elaboración y los insumos o materias prima necesarios para tal efecto, consultándose a autores como Mesera, (2006) y a diversos proveedores de equipo. El resultado de esto fue plasmado en el diagrama de bloques de la figura 2.

Para la identificación del proceso de producción de biodiesel, se llevó a cabo una investigación con respecto a los pasos a seguir en su elaboración y los insumos o materias prima necesarios para tal efecto. El resultado de esto fue plasmado en el anterior diagrama de bloques, que muestra de manera simplificada la producción de biodiesel.

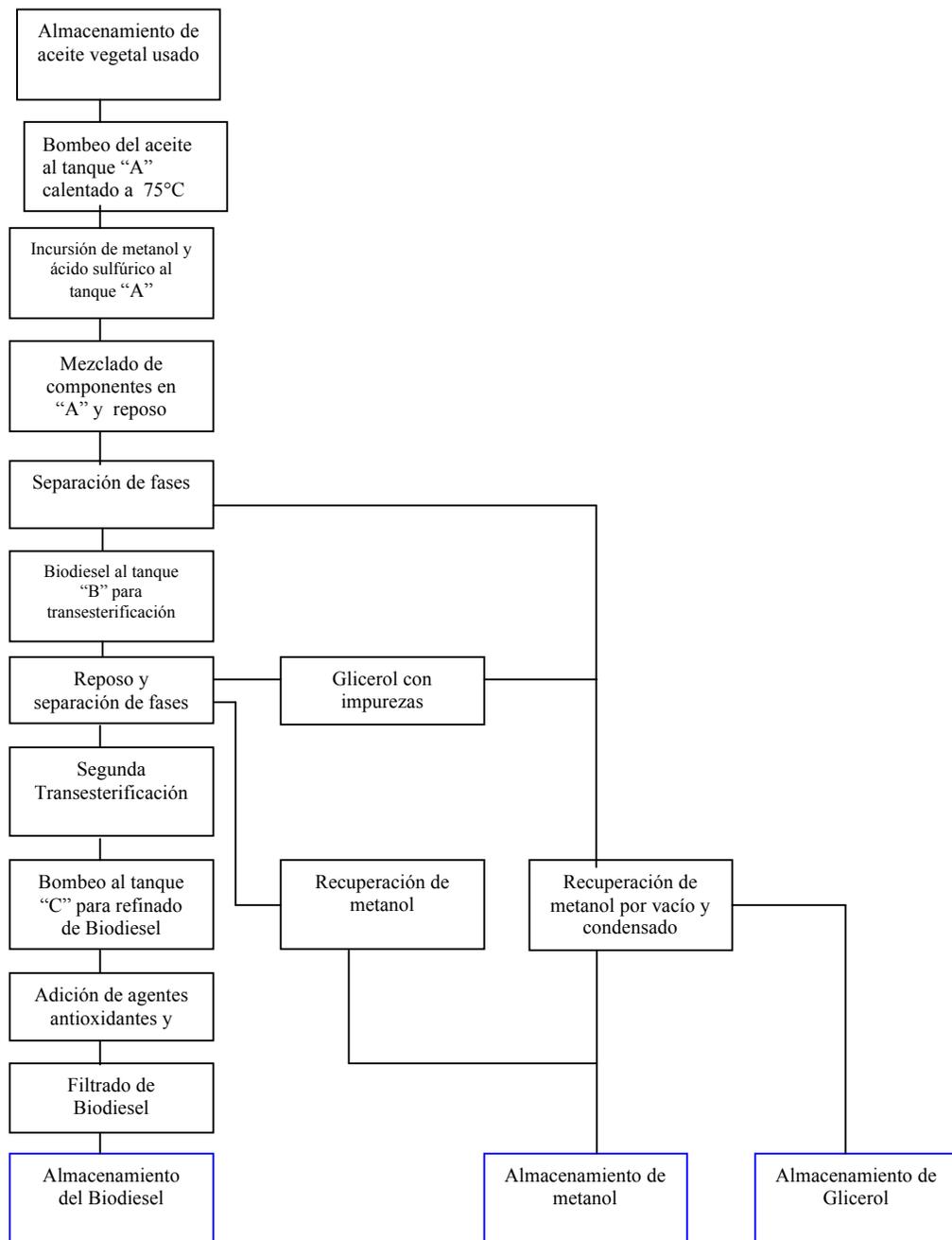
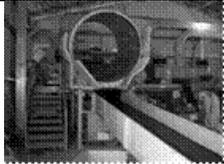
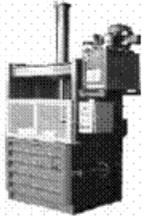
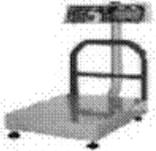
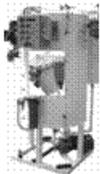


Figura 2. Proceso de reciclaje de aceite vegetal.

**Determinación del equipo y maquinaria a emplear en su procesamiento y los costos asociados en su compra.**

Una vez que se identificó el proceso para reciclar se procedió a identificar el *Equipo y Maquinaria* a emplear en cada una de las etapas logrando obtener lo expuesto en la tabla 4.

Tabla 4. Identificación del equipo y maquinaria a emplear.

Nombre	Figura de Máquina	Función
Trommel y Banda Transportadora		Una vez llegada la materia prima la forma en que es introducida al proceso es a través del Trommel el cual es un equipo que permite quitar los remanentes en el caso de existir estos.
Compactadora		En esta máquina se compactan los distintos materiales como: cartón, papel, aluminio y PET. Lo que se obtiene aquí son pacas.
Trituradora		Una manera de ahorrar espacio en almacén es triturando el material plástico PET, para ello se alimenta esta máquina en cantidades pequeñas obteniendo hojuelas listas para ser empacadas en costales.
Báscula		Este equipo permite obtener el peso en kilogramos de las pacas y sacos producidos, además de generar una estadística por medio de un software.
Reactor Biodiesel		Este equipo permite llevar a cabo la transformación de aceite vegetal en Biodiesel

En la tabla anterior se aprecian los nombres, ilustraciones y principal función de cada una de las máquinas a emplear en el proceso de reciclaje, permitiendo con ello contar

con información de referencia que brindará el soporte necesario para aumentar la probabilidad de éxito en su instalación y permite iniciar la comunicación o diálogo para con los distintos proveedores de equipo, ver demás opciones con características semejantes y con ello iniciar el proceso de compra con mayor facilidad.

Parte de este proceso de compra es **obtener el costo de cada uno de los equipos**, para hacer esto se consultó a diferentes proveedores a nivel nacional quienes, mediante diversas cotizaciones, dieron a conocer los precios y principales características de estos. Como parte de este proceso obtuvo la siguiente cotización.

Planta seleccionadora de residuos I, con capacidad de 10 m <sup>3</sup> / hora		
Banda transportadora inclinada con longitud adecuada. Cuenta con cangilones de arrastre. Velocidad 10 mts/min. Variable +/-20% Paro de emergencia incluido Gabinete con arranque y paro. Banda de selección horizontal de 10 mts. de longitud. Capacidad de hasta 8 toneladas en toda su longitud. 8 mts. de selección y 2 mts. sobresalido para descarga en contenedor. 8 Estaciones de ductos de salida a contenedores plásticos. Trommel de cemento de 1.4 mts de diámetro y 3 mts de longitud. Prensa hidráulica vertical compactadora de cartón, PET, plástico, papel 3630 PET Prensa hidráulica horizontal para compactación de basura de desecho. Molino de plásticos de 20HP Bascula electrónica de 500 kg.	     	
Planta seleccionadora de residuos	INVERSION	\$1,796,789.00
Transporte terrestre (maneobras de descarga por cuenta del cliente)	x	INCLUIDO
Instalación mecánica de la planta	x	INCLUIDO
Capacitación del personal	x	INCLUIDO
Documentación, Manuales, Planos, Servicio, componentes etc. en CD e Impreso	x	ISO 9000-01-02
Normas de diseño y fabricación internacionales	x	ANSI, JIC, NFPA, AWS, ANSI/SAE

PRECIOS INDICADOS EN MONEDA NACIONAL + IVA

Figura 3. Costos relacionados con el equipo y maquinaria.

Fuente. Empresa Fluídica, 2009.

Mediante la cotización, mostrada en la figura 3, es posible ver todo el equipo a emplear en el proceso relacionado con el reciclaje de residuos sólidos dentro del laboratorio ascendiendo de este a \$1 796 789 + IVA. Para el tratamiento del aceite vegetal se tiene contemplado la compra de un reactor el cual asciende a \$ 98 000 + IVA.

Además de los valores es importante señalar que el proveedor incluye el transporte terrestre, la instalación, capacitación al personal y la documentación necesaria para operar, lo que hace del mismo una opción atractiva por los servicios adicionales que ofrece, es el único que cuenta con la facilidad de elaborar y/o hacer modificaciones a cualquier tipo maquinaria y está localizado en territorio nacional.

### **Diseño de la distribución física del laboratorio de reciclaje integral**

Después de obtener los costos asociados al equipo se procede a diseñar la alternativa de distribución a detalle para lo cual se empleó Microsoft Visio Professional, con el propósito de una mejor apreciación de cada una de las áreas y sus dimensiones. A las actividades del proceso se agregaron áreas como los baños, la sala de juntas, almacén de materia prima, almacenes de producto terminado y área de embarque. El resultado de este diseño se muestra en la figura 4.

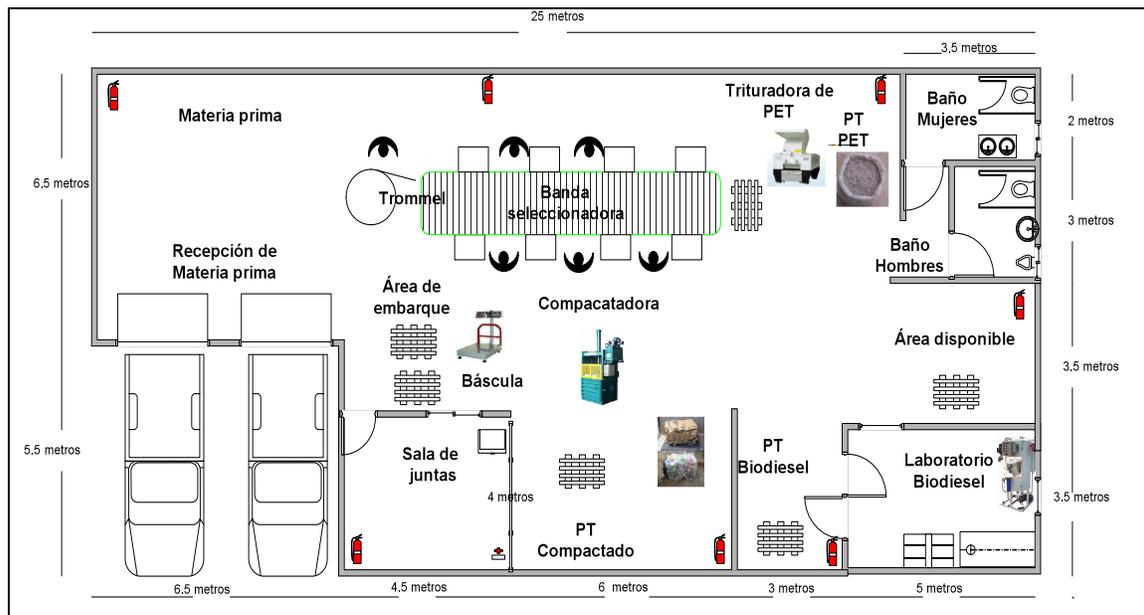


Figura 4. Distribución física de la planta a detalle.

El diseño anterior muestra de forma clara como el laboratorio se pretende trabajar mediante un flujo lineal donde, una vez recibida la materia, se inicie el proceso de

reciclaje mediante la selección de los materiales para pasar después a cada uno de los procesos de valor agregado: compactado y triturado.

El laboratorio de Biodiesel se contempla esté ubicado en una de las esquinas dada su propia naturaleza de combustión e incluso, para evitar accidentes se contempla esté separado de los demás procesos mediante paredes pero sin dejar de pertenecer al flujo del proceso.

Los factores tomados en cuenta para validar el diseño de distribución fueron: se permitiera la integración de varios procesos productivos en uno solo, haciéndose esto posible a través de la estructura lineal del flujo; se brindara el espacio necesario para que cada alumno desempeñe su actividad sin tropezarse con otros y con ello aumentar la seguridad personal; que el costo del laboratorio fuera accesible, el cual si se cumple sobre todo si considera que es una inversión que impactará a largo plazo; y se contara con áreas flexibles listas para ser modificadas o cambiadas de lugar cuando se requieran.

### **Beneficios económicos y ambientales a obtener con el reciclaje.**

Haciendo el análisis de los distintos tipos de residuos con mayor potencial a recolectar para el uso experimental en el laboratorio, se pueden mencionar los siguientes: plástico, papel, cartón y aluminio, en los porcentajes promedio estipulados por la SEMARNAT al 2009. La tabla 6 hace mención a los beneficios económicos a obtener en el caso de que se requiera.

Tabla 6. Beneficios económicos a obtener por cada 1000 kilogramos de desechos.

Tipo de residuo	Promedio de residuo diario a nivel nacional	1000 kg	Precio de venta actual en el mercado	Venta registrada por tonelada
Plástico	8.32 %	83.2	\$1.50	\$8,320.00
Papel	11.68%	116.8	\$0.70	\$1,168.00
Cartón	4.98%	49.8	\$0.50	\$ 498.00
Aluminio	1%	10	\$6.00	\$ 100.00

Si estos residuos se proyectan haciendo un análisis financiero con relación a los ingresos generados por las ventas en toneladas, se puede mencionar que para el caso del plástico, considerando que se tiene un promedio de residuo diario a nivel nacional de 8.32% y su precio de venta por kilogramo es de \$1.50 pesos, se estaría obteniendo ingresos por \$8,320.00 pesos por tonelada. El promedio de residuo diario captados a nivel nacional de papel es de 11.68%, sin embargo el precio de venta por kilogramo es menos de un peso; es decir, es de \$.70 centavos. Esto como consiguiente y haciendo una reflexión de los ingresos por ventas generadas, por una tonelada se obtendría registros hasta por \$1,168.00 pesos.

Para el caso del cartón, con un promedio de residuos diario a nivel nacional de 4.98% y con un precio de venta de \$0.50 centavos por kilogramo, al momento de posicionar el residuo en el mercado de reciclaje, se tendrían ingresos por una tonelada de \$498.00 pesos. Finalmente, para el caso del aluminio que presenta un promedio de residuos diario en México del 1%, el ingreso es de \$100.00 pesos por tonelada vendida; ya que el precio de venta actual es de \$6.00 pesos por kilogramo.

Es importante señalar que esta tabla obedece simplemente a los ingresos generados de una fracción porcentual de los materiales potencialmente reciclables a fin de dar una

idea al lector del dinero que se pudiera obtener si se ve como una empresa el laboratorio y no representa un análisis económico de la instalación.

Por otra parte con respecto a los ahorros se tiene, en el caso del aluminio, que de llevar a cabo el proyecto se evitaría el consumo del 95% de energía eléctrica, esto es si se considera un precio de 0.89 pesos por kw/hr se tiene entonces que por cada kilo reciclado de aluminio arrojaría un ahorro de 11.83 pesos, es decir si se logra el acopio de 100 kilogramos se estarán ahorrando \$1183 pesos.

### **Conclusiones**

Para este estudio en particular fue necesario investigar varios procesos relacionados con el reciclaje del aluminio, PET, cartón, papel y aceite vegetal, en los cuales se logró describir el funcionamiento operacional de la planta en el proceso de producción esto gracias a que se seleccionó la maquinaria que mejor se adecuó según las características y/o naturaleza del proceso.

Se concluye que se logró el diseño del proceso del laboratorio de reciclaje o verde lo que permitirá, en caso de aprobarse, brindar asesoría técnica especializada tanto a los estudiantes como a las personas que decidan emprender un negocio de este tipo. Esto es de vital importancia ya que se contribuye con el desarrollo socio económico de la región, se colabora con la mejora del medio ambiente y a la par que se beneficiará la imagen de Guaymas.

### **Referencias**

- Baca Urbina, Gabriel (2008). Evaluación de proyectos. Mc Graw –Hill Interamericana de México.
- Chase, Richard B., Aquilano, Nicholas J., Jacobs, F. Robert. (2005), “Administración de Producción y Operaciones: para una ventaja competitiva”. Décima Edición. Ed. McGraw-Hill, México.

- Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (2009). Protección Ambiental. Recuperado el 12 de enero de 2009, de [www.cedes.gob.mx](http://www.cedes.gob.mx)
- Enríquez, Enrique (2007). “San Carlos, Guaymas El Destino Turístico de Sonora” *Revista Sonora Es...* Núm 40 págs. 6-9.
- García Criollo, R. (2005), “Estudio del Trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo”. Segunda Edición. Ed. McGraw-Hill, México.
- Garrido, Jaime, Basura urbana, Eliminación y Reciclaje. Ed. Editores técnicos asociados.2000.
- González, A. C. (2001). Costos y beneficios ambientales del reciclaje en México. *Gaceta Ecológica*, 0058, 17-26.
- González Martínez, Ana Citallice (2006). Costos y beneficios ambientales del Reciclaje en México. *Gaceta ecológica*, número 058. Instituto Nacional de ecología. D.F. ISSN 1405-2849.
- Instituto Nacional de Ecología (2009). Misión y Visión del INE. Recuperado el 14 de febrero de 2009, de [www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx)
- Instituto Tecnológico de Sonora. Misión y Visión de ITSON. Recuperado el 20 de marzo de 2009 de, [http://www.itson.mx/ug/infogral\\_mision.htm](http://www.itson.mx/ug/infogral_mision.htm)
- Masera Cerutti, Omar. (2006), “La Bioenergía en México. Un catalizador del desarrollo sustentable”. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A.C. con el apoyo de la Red Mexicana de Bioenergía A.C., México.
- Muther, Richard, Distribución de Planta.Ed. Hydrology Committee Of The Hydraulics Division. 1981.
- Porter, M. E. (1991). Ventaja Competitiva de las Naciones. México, México: Compañía Editorial Continental S.A de C.V.
- Ramírez E, Vázquez M, Coronado E, Souza N (2009) Caracterización de la disposición y determinación de la cantidad de los desechos potencialmente reciclables en la región Guaymas Empalme: Investigación CA. En Del Hierro E., González M. y Velarde M. (Comp.). Aplicación Regional del Conocimiento. (pp. 10-19). México: ITSON
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2009). ¿Qué es SEMARNAT? Recuperado el 14 de febrero de 2009, de [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

## **Capítulo VIII: Estudio técnico para un proyecto de ecoturismo en la región de Buenavista: “Paseo a carreta”**

*Rafael Arturo Rodríguez-Hernández<sup>2</sup>, Marco Antonio Conant Pablos<sup>1</sup>, René Daniel Fornés Rivera<sup>1</sup>, Adolfo Cano Carrasco<sup>1</sup>, Luz Elena Beltrán Esparza<sup>1</sup>, Alberto Uribe Duarte<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup>Profesores de Tiempo Completo del Departamento de Ingeniería Industrial  
<sup>1</sup>Profesores de Tiempo Completo del Cuerpo Académico de Sistemas de gestión de la calidad

<sup>2</sup>Alumno de Ingeniería Industrial y de Sistemas  
Unidad Náinari, Instituto Tecnológico de Sonora  
Ciudad Obregón, Sonora, México; mconant@itson.mx

### **Resumen**

El ecoturismo, consiste en llevar a cabo visitas a áreas geográficas relativamente inalteradas, con la finalidad de disfrutar y apreciar sus atractivos naturales o culturales, por medio de un proceso que promueve la conservación, ocasionando bajo impacto ambiental y propiciando la participación activa de las poblaciones locales en los procesos de planificación y en la distribución de sus beneficios.

Buenavista, es una población que se sustenta en una mayor parte en la actividad de la pesca, quedando limitada a una temporada específica en la presa Álvaro Obregón y el Río Yaqui. Debido a esto, el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), en búsqueda del cumplimiento de su misión, a través de su iniciativa estratégica de Corredores Ecoturísticos del Sur de Sonora (CESS) realizó un estudio de factibilidad ecoturística sobre distintas áreas en esta zona del municipio de Cajeme, específicamente paseos en carreta en las inmediaciones de la comunidad de Buenavista, buscando generar una nueva forma de ingresos (CESS, 2010).

Para el desarrollo de este proyecto de turismo rural, se llevó a cabo un estudio técnico, el cual utilizó la metodología: capacidad de carga turística de Miguel Cifuentes Arias, la cual a través del cálculo de ciertos factores busca establecer el número máximo de visitas que puede recibir un área protegida con base en las condiciones físicas, biológicas y de manejo que se presentan en el área en el momento del estudio, se

determinó la infraestructura y un bosquejo de la misma, así como el equipamiento necesario para el funcionamiento adecuado del proyecto.

Dentro de los principales resultados se pudo determinar la capacidad de carga efectiva a un nivel de operación máximo de 18 servicios por día, se realizaron propuestas de infraestructura, equipamiento y el monto de la inversión necesaria para brindar un servicio turístico de calidad se estimó en \$1'810,549.

Con los resultados anteriormente expuestos se concluye que la implementación del proyecto es factible, pero estos datos, no son definitivos, ya que pueden ajustarse como resultado de un incremento de la infraestructura utilizable, de la cantidad de personal al servicio o por la adición de nueva información. El llevar a cabo este proyecto, beneficiará a la comunidad de Buenavista y sus alrededores al generarse nuevas fuentes de empleo, a los turistas porque contemplarán un nuevo paisaje y les permitirá convivir con el entorno natural, y al Instituto Tecnológico de Sonora por su apoyo a la comunidad en general y en la generación de competencias profesionales en los estudiantes.

### **Antecedentes**

El turismo, nace en el siglo XIX, como una consecuencia de la Revolución Industrial, con desplazamientos cuya intención principal es el ocio, descanso, cultura, salud, negocios o relaciones familiares. Estos movimientos se distinguen por su finalidad de otros tipos de viajes motivados por guerras, movimientos migratorios, conquista, comercio, entre otros. (Granada-turismo. 2009).

Existe, por lo tanto, un abanico muy amplio de gustos y preferencias que tipifican al visitante cuando establece sus intereses personales. También existe, hoy en día, un tipo de turismo muy particular, que orienta sus pretensiones a conocer más de la naturaleza y procurar su defensa y conservación: es el denominado "ecoturismo", que muchos estudiosos también llaman "turismo ecológico" o "turismo alternativo". (Carballo.1999)

El turismo alternativo, es el reflejo de este cambio de tendencia en el mundo, es la nueva modalidad de hacer turismo, permite a las personas estar en contacto con la naturaleza y un reconocimiento al valor de la interacción con la cultura rural; al mismo tiempo, una oportunidad para generar pequeños negocios en zonas rurales.

Viajar es igual a recreación y calidad de vida, además se pueden desplegar valores físicos, intelectuales, morales y emocionales, es por eso que el turismo no puede estar estático, el turismo como actividad económica y social debe dar respuesta a los cambios que las personas necesitan, mediante su tiempo libre, que envuelve espacios geográficos involucrando recursos naturales y culturales que integren las expectativas imaginadas por un visitante que busca nuevas experiencias, es la responsabilidad de un anfitrión de hacer sentir bien a quien lo visita mediante la interpretación y reflexión de las diferentes formas de vida y del vivir.

De acuerdo a Ceballos (1994) México cuenta con muchos y muy diversos atractivos turísticos, tales como un clima en general benigno en la mayor parte de su extensión territorial; hermosas playas en ambos litorales con adecuada infraestructura hotelera para el turista que busca esparcimiento tradicional; pueblos y ciudades de gran belleza; un riquísimo patrimonio arqueológico que atrae visitantes de todos los rincones del planeta; arte virreinal prodigioso; manifestaciones de cultura vernácula y popular de gran diversidad y colorido; una gastronomía de fama mundial; y un pueblo que en lo general se caracteriza por su tradicional hospitalidad y bonhomía.

Como si todo lo anterior no bastara, México posee además una serie de atractivos naturales - paisaje, flora y fauna silvestres que son de una excepcional riqueza. En gran medida, la gran diversidad biológica se debe a su estratégica ubicación geográfica y a la compleja fisiografía que lo compone, producto de un convulsionado pasado geológico,

que le ha producido una riqueza y una diversidad de especies de plantas y animales muy superiores a la de otros países (Ceballos. 1994)

Hoy en día tanto en Sonora como en el resto del país se enfrenta una etapa difícil en cuanto a la calidad de vida se refiere, por lo que dicha situación afecta con mayor dureza a los que menos tienen y uno de estos sectores son las comunidades rurales, que a raíz de la falta de oportunidades que se viven en el estado, las familias se están viendo en la necesidad de tomar decisiones como la migración a lugares que consideran con mayor oportunidad de empleo, generándose así la desintegración familiar y creando un impacto negativo en la sociedad (CESS,2010).

El Instituto Tecnológico de Sonora, en busca del cumplimiento de su misión y preocupado por esta situación, dentro de sus líneas estratégicas de investigación “Turismo y Desarrollo Sustentable” propone el proyecto de corredor de Turismo Alternativo, el cual consiste en estructurar un corredor ecoturístico con un modelo innovador, participación conjunta, administración, tecnología y logística, organizando circuitos con actividades o productos turísticos pensados para diferentes mercados (CESS, 2010)

Después de un estudio realizado por parte del CESS se detectaron cuatro zonas con alto potencial turístico dentro de las cuales se encuentran, la Costa de Guaymas, Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, Huatabampo, Presa Oviachic y Yécora.

Emanado de esta iniciativa, Los Corredores Ecoturísticos en el Sur de Sonora (CESS) tienen como objetivo fomentar el desarrollo turístico sostenible y justo desde el punto de vista económico, socio – cultural y medioambiental, con la finalidad de que la actividad de ecoturismo beneficie directamente o indirectamente a las comunidades involucradas, impactando así en indicadores sociales, organizacionales e individuales, traducidos a mejorar la calidad de vida de los habitantes de las comunidades, distribución de las

riqueza, generación de empleos y de empresas, modelos de desempeño organizacional y mejora del desempeño humano, así como generar propuestas de alto valor en todos los ámbitos, preocupado por el desarrollo social de las comunidades regionales (CESS. 2010).

De acuerdo a la Academia de Atractivos Naturales y culturales de ITSON, mediante 22 diagnósticos turísticos de comunidades en el sur de Sonora, realizados por los alumnos de la Licenciatura en Administración de Empresas Turísticas (LAET) de las cuales comprende algunos municipios del sur de Sonora (Álamos, Cajeme, Huatabampo, Guaymas, Quiriego, Rosario Tesopaco y Yécora), en las afueras del municipio de Cajeme, junto a uno a los Ríos más importantes de México, el Río Yaqui y la presas Álvaro Obregón, se encuentra la comunidad de Buenavista, la cual presenta una diversidad de flora y fauna interesantes para ejercer actividades de turismo alternativo (Clark. 2009).

Destacando lo anterior, se observó que en el poblado de Buenavista es una comunidad donde la pesca es la principal fuente de ingresos de los que ahí habitan, siendo esta antigua actividad el sustento de muchos hogares de esta entidad. Dicha actividad tiene la limitante de no poder realizarse en temporadas de sequía y por consecuencia genera desempleo limitando los ingresos en los hogares.

Por la diversidad de recursos naturales que en esta zona existen, se pensó en el desarrollo de actividades para aprovechar estos biomas y darlos a conocer, donde el medio óptimo para su apreciación es el ecoturismo, ya que es una herramienta de desarrollo ecológico-social que espera beneficiar a diferentes sectores.

El ecoturismo es de especial interés para muchos viajeros debido a su relación con la preservación, la sostenibilidad y la diversidad biológica, por eso se contempló como actividad de los habitantes de esta zona, esto con el fin de fortalecer sistemas de manejo

de áreas protegidas (públicas y privadas) aumentando el valor de ecosistemas sanos, además de comprometerse con la promoción de el uso sostenible de la biodiversidad de esta región generando ingresos, empleos y oportunidades de negocios y de esta forma compartir equitativamente los beneficios de los desarrollos del ecoturismo con las personas que habitan esta región, obteniendo su consentimiento y completa participación en la organización y en el manejo de los negocios del ecoturismo.

Es por esto que el presente proyecto ecoturístico pretende aprovechar las riquezas naturales de las inmediaciones de Buenavista y la presa Álvaro Obregón, para detonar el ecoturismo como fuente alternativa de ingresos entre los pobladores de esta comunidad.

Con este objetivo el ITSON a través de la iniciativa del CESS, en alianza con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Comisión Nacional para el Desarrollo de pueblos Indígenas (CDI), Oficina de Convenciones y Visitantes de Ciudad Obregón (OCV), organizó un comité formado por miembros de la comunidad para que definieran un proyecto que pusiera en práctica actividades atractivas que fomenten el desarrollo turístico sostenible y justo desde el punto de vista económico, socio – cultural y medioambiental, con la finalidad de que la actividad de ecoturismo beneficie directamente o indirectamente a la comunidad, donde consideraron que el paseo a carreta por las inmediaciones del poblado y sus alrededores, es una actividad que permite apreciar la naturaleza que ahí yace y la posibilidad de brindar una experiencia mística e interactuar con sus pobladores para compartir su cultura e historia.

De esta forma, el proyecto de ecoturismo denominado “Paseo a carreta” nace como una atractiva opción turística para los Sonorenses y los extranjeros que visitan la entidad, brindando a sus pobladores una actividad alternativa que les permita mejorar su calidad de vida.

El departamento de Ciencias Administrativas del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), como parte de la línea estratégica de Corredores Turísticos del Sur de Sonora (CESS) estudió la posibilidad de detonar el ecoturismo en la región de Buenavista, haciendo hincapié en que ésta es una zona con un potencial biológico en cuanto a flora y fauna se refiere, dando origen a la necesidad de realizar este proyecto.

### **Marco de referencia**

El manejo de visitantes en un área protegida debe ser rigurosamente planificado para alcanzar los objetivos de conservación por los cuales fue creada y, a la vez, lograr que los visitantes tengan una experiencia de calidad y puedan satisfacer sus expectativas. Para eso es importante establecer la capacidad de carga (total de individuos que pueden visitar el lugar en un período de tiempo determinado) de visitación que los sitios destinados al uso público pueden soportar (Cifuentes, 1999).

Miguel Cifuentes Arias, fundador de la sede centroamericana de la World Wide Fund for Nature (WWF), estableció la metodología que consiste en los cuatro niveles que a continuación se mencionan:

1. Cálculo de capacidad de carga física (CCF)
2. Cálculo de capacidad de carga real (CCR)
3. Cálculo de la capacidad de manejo (CM)
4. Cálculo de capacidad de carga efectiva (CCE)

Y consisten en:

#### **1. Capacidad de carga física (CCF)**

Es el límite máximo de visitas que se pueden hacer al sitio durante un día. Está dada por la relación entre factores de visita (horario y tiempo de visita), el espacio disponible y la necesidad de espacio por visitante. Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$CCF = \left( \frac{S}{Sp} \right) * NV$$

Donde:

S = Superficie disponible, en metros lineales.

Sp = Superficie usada por carreta.

NV = Número de veces que el sitio puede ser visitado por la misma persona en un día.

$$NV = \frac{Hv}{Tv}$$

Donde:

Hv = Horario de visita.

Tv = Tiempo necesario para hacer un recorrido completo.

## **2. Capacidad de carga real (CCR)**

Es el límite máximo de visitas que se pueden hacer al sitio durante un día, tomando en cuenta factores de corrección y la CCF. Los factores de corrección tomados en cuenta son:

- a) Factor social (FCsoc)
- b) Factor precipitación (FCpre)
- c) Factor calor (FCcal)
- d) Factor erodabilidad (FCero)

A partir de la aplicación de estos se calculó la capacidad de carga real de la siguiente manera:

$$CCR = CCF (FC_{soc} * FC_{pre} * FC_{ero} * FC_{cal})$$

Estos factores se calculan en función de la fórmula general:

$$FC_x = 1 - \left( \frac{Ml_x}{Mt_x} \right)$$

Donde:

FCx = Factor de corrección por la variable “x”

Mlx = Magnitud limitante de la variable “x”

Mtx = Magnitud total de la variable “x”

a) Factor social (FCsoc)

Considerando aspectos referentes a la calidad de visitación, se plantea la necesidad de manejar la visitación por grupos. Para un mejor control del flujo de visitantes y a la vez, para asegurar la satisfacción de estos, este factor se calcula en función de la siguiente fórmula.

$$FC_{soc} = 1 - \left( \frac{MI}{Mt} \right)$$

Donde:

ml = Metros Lineales ocupado por grupo

mt = Metros totales

b) Factor precipitación (FCpre)

Es un factor que impide los recorridos normales, ya que la mayoría de los turistas no están dispuestos a hacer excursiones bajo la lluvia. Se consideraron la cantidad de días que llueve al año en esta región. Con base en ello se calculó el factor de la siguiente manera:

$$FC_{pre} = 1 - \left( \frac{hl}{ht} \right)$$

Donde:

hl = Horas de lluvia limitantes por año

ht = Horas al año disponibles

c) Factor calor (FCcal)

Considerando las altas temperaturas y intenso calor que para muchas personas es insoportable se considera conveniente calcular este factor lo cual podría restringir el número de visitantes.

$$FC_{cal} = 1 - \left( \frac{HCL * DC}{HT * DA} \right)$$

Donde:

HCL=Horas de calor limitantes

DC=Días de calor

HT= Horas totales

DA= Días al año

d) Factor erodabilidad (FCero)

Es un factor que limita el recorrido del suelo que presenta problemas de erodabilidad. Dado que el recorrido en su mayor parte está cubierto con material relativamente bien consolidado y con pendientes moderadas, se consideraron como limitantes sólo aquellos sectores en donde existían evidencias de erosión. Por esto, se calculó el factor de corrección por erodabilidad de la siguiente manera:

$$FC_{pre} = 1 - \left( \frac{mpe}{mt} \right)$$

Donde:

mpe = metros de camino con problemas de erodabilidad.

mt = metros totales de recorrido

### **3. Capacidad de manejo (CM)**

La capacidad de manejo, es la evaluación de las dimensiones: personal, infraestructura y equipamiento, en una escala de 0 al 4, siendo 0 un valor insatisfactorio y 4 un valor muy satisfactorio. Las dimensiones consideradas fueron para realizar una aproximación de la capacidad de manejo. Estas fueron seleccionadas por su facilidad de análisis y medición; debido a que se contó con la información requerida para el caso. Para establecer una estimación más objetiva de la CM se obtuvo un promedio de las diferentes dimensiones consideradas uniformando el mecanismo de calificación para todas las variables. Los criterios utilizados fueron:

Estado: Se entiende por las condiciones de conservación y uso de cada componente, como su mantenimiento, limpieza y seguridad, permitiendo el uso adecuado y seguro de la instalación, facilidad o equipo.

Localización: Se entiende como la ubicación y distribución espacial apropiada de los componentes en el área, así como la facilidad de acceso a los mismos.

Funcionalidad: Este criterio es el resultado de una combinación de los dos anteriores (estado y localización), es decir, la utilidad práctica que determinado componente tiene tanto para el personal como para los visitantes.

Capacitación: Se basa en la habilidad obtenida por el personal para desempeñarse en la tarea asignada.

Con base a infraestructura, equipamiento y personal, cada criterio recibió un valor calificado según la siguiente escala (Ver tabla 1):

Tabla 1. Criterios de evaluación de infraestructura, equipamiento y personal.

%		Valor	Calificación
<=35	0	Insatisfactorio	
36-50	1	Poco Satisfactorio	
51-75	2	Medianamente Satisfactorio	
76-89	3	Satisfactorio	
>=90	4	Muy Satisfactorio	

#### **4. Capacidad de Carga Efectiva**

La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir en cada uno de los recorridos. Considerando lo anterior, la CCE es la siguiente:

$$CCE = CCR * CM$$

#### **Planteamiento del problema**

El poblado de Buenavista en las afueras del municipio de Cajeme, es una comunidad que se sustenta en una mayor parte del sector pesca, quedando limitada a una temporada específica en la presa Álvaro Obregón y el Río Yaqui. Debido a esto, el ITSON a través de la iniciativa estratégica de CESS, buscando generar una nueva forma de ingresos para

sus pobladores, realizó estudios de factibilidad ecoturística encontrando que el paseo en carreta por las inmediaciones del poblado, es una opción factible, pero se desconoce el nivel de servicio que permita una explotación sustentable del sistema y la infraestructura y equipamiento necesario para brindar un servicio turístico de calidad. Por lo que surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el nivel de servicio, infraestructura y equipamiento necesario para brindar un servicio turístico de calidad, que permita una explotación sustentable de las inmediaciones de la comunidad de Buenavista Sonora?

### **Objetivo**

Determinar el nivel de servicio, infraestructura y equipamiento necesario para brindar un servicio turístico de calidad, que permita una explotación sustentable de las inmediaciones de la comunidad de Buenavista, Sonora.

### **Justificación**

Llevar a cabo el ecoturismo, brindará la oportunidad de desarrollar actividades turísticas enfocadas a la conservación y a la apreciación de la naturaleza, la conservación de la cultura y actividades que ayudarán a generar fuentes de trabajo para los habitantes de esas zona.

Con la puesta en marcha del proyecto se pretende generar un beneficio económico notorio de manera que aporte a la comunidad la oportunidad de tener una mejor calidad de vida y un desarrollo tanto social como personal.

Con la capacitación para el desempeño del servicio y la convivencia con los turistas, la comunidad tendrá la oportunidad de conocer la importancia de conservar su entorno, costumbres y tradiciones, además de convivir y aprender la cultura del viajero.

Entre los mayormente beneficiados, de llevarse a acabo este proyecto, además de los pobladores de la comunidad de Buenavista y alrededores, figuran los sectores: mercado

científico, de la tercera edad, deportivo, estudiantil, grupo de amigos, compañeros de trabajo y familiar, empresas, profesionistas, el Instituto Tecnológico de Sonora y todo aquel interesado en actividades de este tipo.

De no llevarse a cabo esta investigación y por ende no conocer el potencial en sus áreas naturales con las que cuentan, no se asegura el aprovechamiento sustentable y la creación de nuevos productos turísticos que ofrecer perdiéndose la oportunidad de generar y conservar nuevas fuentes de empleo, que les permita el logro de una mejor calidad de vida en esta región.

### **Método**

A continuación se muestra la metodología utilizada para lograr al objetivo de la investigación, la cual consiste en una serie de seis pasos creada ex profeso para los requerimientos del estudio.

#### **1. Obtener información del área bajo estudio**

La información del área bajo estudio se obtuvo realizando visitas al lugar para conocer la ruta que se pretendía recorrer, la cantidad de metros lineales que esta abarca y el tiempo empleado, entre otras cosas.

#### **2. Describir el producto**

El producto se describe mediante una breve explicación sobre cuáles son los pasos necesarios para poder realizar las actividades del área bajo estudio y el recorrido por medio de una imagen vía satelital.

#### **3. Determinar la capacidad de carga del lugar**

Para determinar la capacidad de carga turística del área, se utilizará la metodología capacidad de carga turística (Cifuentes, 1999), la cual busca establecer el número máximo de visitas que puede recibir un área protegida con base en las condiciones

físicas, biológicas y de manejo que se presentan en el área en el momento del estudio. El método consta de cuatro niveles:

- Cálculo de capacidad de carga física (CCF)
- Cálculo de capacidad de carga real (CCR)
- Cálculo de la capacidad de manejo (CM)
- Cálculo de capacidad de carga efectiva (CCE)

#### **4. Determinar el servicio**

Consiste en el diseño de los servicios que comprenden el producto ecoturístico, para lo cual se realizó una lluvia de ideas tomando como base las necesidades y características del recorrido y la asesoría de expertos

#### **5. Diseñar las instalaciones y equipamiento**

Se definen mano de obra y especifican técnicamente la infraestructura y el equipamiento que componen el sistema. La ingeniería básica para este proyecto se diseñó conforme a las características de la zona en estudio ya que se busca preservar el medio ambiente.

#### **6. Determinar monto de la inversión**

Se determina la inversión que se lleva a cabo a través de cotizaciones con proveedores de la región, tomando en cuenta precios, calidad y cantidad. Esto implica la búsqueda de proveedores cercanos, de prestigio reconocido y de fácil acceso.

### **Resultados**

A continuación se presenta la información obtenida por las visitas al lugar, la descripción de las diferentes actividades y servicio que se ofrece, la aplicación de la metodología y los resultados obtenidos de ella.

### **1. Obtener información del área bajo estudio**

Para asegurar la satisfacción de los visitantes, considerando aspectos referentes a la calidad del recorrido y para un mejor control del flujo de personas en los paseos, se planteó la necesidad de manejar grupos bajo los siguientes criterios:

- Superficie disponible en metros lineales: 10,600 metros.
- Superficie usada por carreta: 5.2 metros.
- Horario de recorridos: 8:00 - 16:00hrs.
- Tiempo necesario empleado en el recorrido: 2.833hrs.
- Personas por carreta: 6.

### **2. Describir el producto**

En base a estudios realizados en visitas a la región de Buena Vista, se determinó el proceso para realizar el paseo a carreta de la siguiente manera:

1. Se hace una plática introductoria por parte de los guías acerca de la seguridad al subir a la carreta, el lugar que visitarán, la vegetación y la fauna del recorrido a seguir. (Tiempo, 10 minutos)
2. Se agrupan los turistas en cantidades de 6 personas por carreta. (Tiempo, 5 minutos)
3. Se inicia el recorrido, se dirigen hacia el campamento de ingenieros, donde se detienen y el guía hace sus comentarios acerca de las características e historia del lugar. (Tiempo, 10 minutos.)
4. Se hace un recorrido a pie. (Tiempo, 20 minutos)
5. Una vez concluida la pequeña pausa, se dirigirán hacia el vertedor donde en el trayecto se seguirán haciendo comentarios sobre los alrededores (flora y fauna, historias reales o ficticias, etc.). (Tiempo, 50 minutos)
6. Ya que se llegó al vertedor se hacen comentarios sobre este para dar información sobre los cambios de nivel del agua a través del tiempo. (Tiempo, 20 minutos)
7. Se aborda la carreta para regresar a Buena Vista. (Tiempo, 50 minutos)

El recorrido para este paseo es de alrededor de 10,600 metros, el cual se realizará en aproximadamente 2.83 hrs. Este tiene como punto de salida la región de Buena Vista, en donde se dará una plática introductoria sobre el paseo y las medidas de seguridad necesarias; una vez en la carreta, se parte hacia el campamento de ingenieros, siendo este el primer punto a visitar, de ahí se continua hacia el vertedor, y una vez estando en el vertedor se procede a regresar a Buena Vista para finalizar el recorrido (Ver Figura 1).

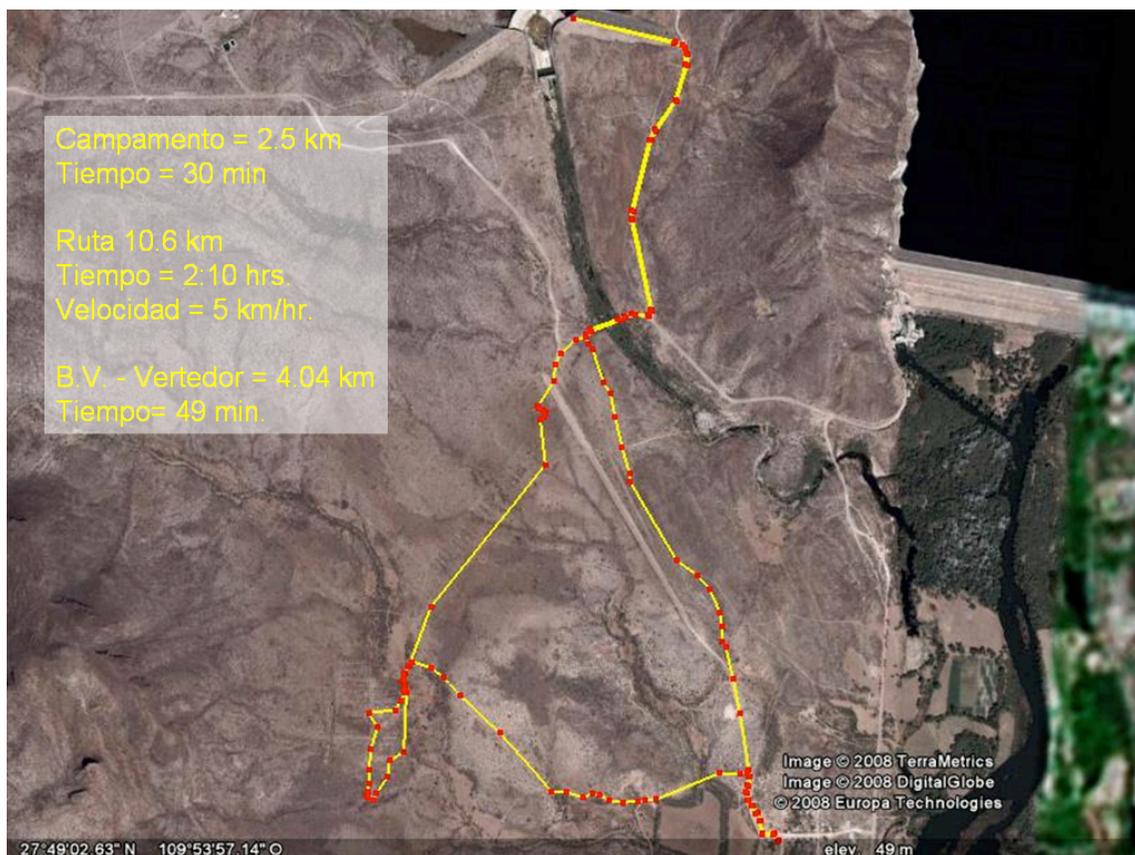


Figura 1. Imagen satelital del recorrido del paseo a carreta.

### **3. Determinar la capacidad de carga del lugar**

A continuación se muestran los resultados obtenidos para la determinación de la capacidad de carga efectiva (Ver tabla 2).

Tabla 2. Resultados de la capacidad de carga del paseo.

<b>Capacidad de Carga</b>	<b>Recorrido</b>
Capacidad de Carga Física (CCF)	5754.576 recorridos/día
Factor Social (FCsoc)	0.004156
Factor Erodabilidad (FCero)	0.892452
Factor Precipitación (FCpre)	0.974315
Factor Calor (FCcal)	0.899726
Capacidad de Carga Real (CCR)	18.899966 recorridos/día
Capacidad de Manejo (CM)	94.76%
<i>Capacidad de Carga Efectiva (CCE)</i>	<i>17.909607 recorridos/día</i>

Según la capacidad de carga efectiva obtenida, el paseo será de 17.909607 recorridos diarios programados, en el cual se contarán con seis carretas que alojarán a seis visitantes por carreta (Para mayor detalle ver apéndice).

#### 4. Determinar el servicio

Tomando como base las necesidades y características del recorrido y la asesoría de expertos, se determinaron los siguientes servicios para llevar a cabo el recorrido (Ver tabla 3).

Tabla 3. Servicios ofrecidos en el paseo.

	Servicios	
Paseo a carreta	Instalación	Área de recepción, cafetería, baños ecológicos, botiquín de primeros auxilios, taller gastronómico, área de convivio y venta de souvenirs.
	Recorrido	Guía durante el recorrido, observación de flora y fauna, comunicación con radio y botiquín de primeros auxilios.

## 5. Diseñar las instalaciones y equipamiento

Según lo propuesto, se muestra el diseño de las instalaciones, adecuaciones y equipamiento necesario para satisfacer las necesidades y mantener la seguridad de los turistas en los diferentes lugares de la zona bajo estudio por lo que de modo específico se explican todos los servicios con los que contará el recorrido a continuación.

### a) Instalación

Se contará con una instalación de 28 x 40 metros que estará compuesta de un área de recepción, cafetería, administración, primeros auxilios, baños, taller gastronómico, caballerizas, almacén de comida para caballos, almacén de carretas y reparación, bodega de equipo y medicamento (de carretas y caballos), área de convivencia y souvenirs (Ver figuras 2 y 3).



Figura 2. Distribución de la instalación.



Figura 3. Diseño de la instalación.

### **b) Equipamiento**

A continuación se describe el equipamiento necesario para llevar a cabo la realización del proyecto:

- **Carretas**

La implementación de carretas surgió a partir de la necesidad del cuidado del turista, ya que brinda comodidad y provee de sombra durante todo el recorrido (Ver figura 4).



Figura 4. Prototipo de carreta.

- **Caballo**

Por ser un elemento que forma parte de esta zona, se adecuó la implementación de éste para jalar una carreta, ofreciendo un atractivo visual para los turistas (Ver figura 5).



Figura 5. Prototipo de caballo.

- **Bomba hidroneumática**

Dada la necesidad del bombeo de agua para abastecer a los caballos y mantener la limpieza de las instalaciones, se consideró la bomba hidroneumática (Ver figura 6).



Figura 6. Bomba Hidroneumática.

- **Baño ecológico**

En base a la necesidad de no dañar el ambiente y poder brindar un servicio de calidad a los visitantes, se dio a la tarea de buscar baños que no dañaran el ambiente durante su funcionamiento y manutención (Ver anexo B). Y se encontró unos baños que tienen una tecnología que es ecológica y no daña al ambiente; consta de:

1. Taza de WC con separador de orina y tapa de doble acabado, integrada a un piso antiderrapante cuadrado de 95 x 95cms. y tapa ciega de superficie cuadrada antiderrapante de 95 x 95cms. Ambas piezas se fabrican con resina poliéster reforzada con fibra de vidrio y ofrecen capacidad de carga hasta 200Kg. c/u. Su diseño no permite que se aloje agua en su superficie.
2. Dos tanques cuadrados receptores de excretas, resina poliéster reforzada con fibra de vidrio, con acabado liso en su interior y un espesor de 3mm. en toda su construcción, de diseño apilable y capacidad de 400litros cada uno. Se incluye un sistema de ventilación de 3.0m. de largo con tubo y conexiones de P.V.C. de 3” de diámetro, con los accesorios necesarios para evitar la penetración de insectos.

Además se suministran dos mangueras de 1" de diámetro por 3.0 m de largo, una abrazadera sin fin, un desarmador plano, un cucharón de plástico; manual y calcomanías de instalación, manejo y mantenimiento (Ver figura 7).



Figura 7. Baño ecológico.

- **Contenedores de basura**

Para preservar las áreas naturales, es necesaria la obtención de contenedores de basura, los cuales ayuden a crear una imagen de conciencia en los visitantes y poder mantener limpio y en armonía el lugar (Ver figura 8).



Figura 8. Contenedor de basura.

- **Radios localizadores**

Es necesario este equipo ya que debe haber comunicación entre la base (instalación) y los guías en caso de imprevistos para conservar la seguridad de los visitantes y así hacer más placentero el paseo (Ver figura 9).



Figura 9. Radio Motorola EP450.

- **Cisterna de agua**

Debido a que no se cuenta con suministro de agua cercano, se requirió de una cisterna de 20,000 litros de capacidad, la cual será llenada con una pipa (Ver figura 10).



Figura 10. Cisterna de 20,000 litros de capacidad.

- **Celda solar**

La generación de energía eléctrica (AC/DC) se obtiene a través de la transformación de luz solar usando celdas solares que se conectan formando un arreglo que se conecta a un controlador de carga. Esta energía se puede almacenar en baterías o se usa de forma directa (Ver figura 11).

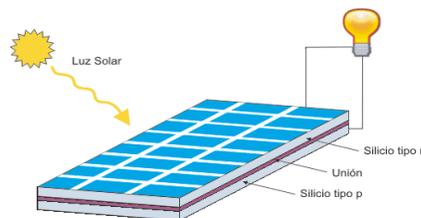


Figura 11. Estructura de una celda solar.

Entre las opciones a la mano se optó por un equipo de celda solar capaz de mantener la iluminación hasta 10 horas, mismo que se pretende emplear en la instalación ya que el último paseo llegará al atardecer y en la recepción de turistas se tendrá que contar con las instalaciones iluminadas (Ver tabla 8).

Tabla 4. Rendimiento de la celda solar.

<b>cantidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Potencia (w)</b>	<b>Potencia total (w)</b>	<b>Horas/día de uso</b>	<b>Energía (wh)</b>
4	Lámparas fluorescentes	15	60	10	400

## **6. Determinar monto de la inversión**

A continuación se realizó la determinación de la inversión, la cual se llevó a cabo a través de cotizaciones con proveedores de la región tomando en cuenta precio, calidad y cantidad. Contando con los servicios de proveedores cercanos, de prestigio reconocido y de fácil acceso en la región (Ver tabla 5).

Tabla 5. Monto estimado de la inversión.

<b>Cantidad</b>	<b>Nombre del recurso</b>	<b>Costo Unitario (\$)</b>	<b>Monto estimado (\$)</b>
6	Caballos	7500.00	45000.00
6	Carretas	18000.00	108000.00
6	Collar para caballo	400.00	2400.00
6	Burriquete de vaqueta	800.00	4800.00
6	Frenos	155.00	930.00
6	Horquillas	140.00	840.00
6	Cadenas (par)	140.00	840.00
6	Retrancas	800.00	4800.00
6	Riendas	84.00	504.00
1	Baño ecológico	5080.35	5080.00
2	Contenedor de basura	200.00	400.00
7	Botiquín	70.00	490.00
1	Camilla	5000.00	5000.00
1	Bomba hidroneumática	1880.00	1880.00
1	Cisterna de agua	18000.00	18000.00
8	Celda solar (50w)	3000.00	24000.00
7	Radios Motorola EP450	2650.00	18550.00
Instalaciones			1569035.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 1'810,549.00</b>

## **Conclusiones**

Estos datos, no son definitivos, ya que pueden ajustarse como resultado de un incremento de la infraestructura utilizable, de la cantidad de personal al servicio o por la adición de nueva información.

Es muy factible el hecho de realizar este proyecto, en base a lo propuesto solo se tiene que cuidar la escala de las inversiones pudiendo empezar con algunas pequeñas

inversiones para echar andar y hacer que crezca el ecoturismo en la región de Buenavista.

Se debe cuidar no sobrepasar los límites obtenidos en la capacidad de carga del lugar para no crear un daño irreversible al medio ambiente.

A partir de la implementación del “Paseo a Carreta”, se consideró que surgirían otras áreas de oportunidad derivadas de esta, cómo lo es dividir las rutas Buenavista a Campamento de Ingenieros (1.33hrs) y Buenavista al Vertedor (1.44 hrs); esto, ya que muchas personas no contarán con el tiempo necesario para llevar a cabo todo el recorrido (Buenavista-Campamento de Ingenieros-Vertedor); además, se podría tener mayores ingresos manejándolo de está manera, ya que se emplea un tiempo menor y el costo podría variar un poco. En caso de manejarse el recorrido completo, debería cobrarse la suma de las rutas propuestas.

Se puede implementar venta de souvenirs y comida regional, también utilizar caballos para hacer recorridos en la comunidad, esto, como un extra del servicio que se prestará, generando otra alternativa de ingresos.

## **Referencias**

- Carballo Sandoval, A. (1999). “Concepción y Perspectivas del Ecoturismo en México”. Revista Ciencia y Desarrollo. CONACyT. Vol. XXV. No. 146. Mayo-Junio. México.
- Ceballos L. H. (1994). “Estrategia Nacional de Ecoturismo para México”: SECTUR, México.
- CESS. (2010). “Corredores Ecoturísticos del Sur de Sonora”: Alianzas. <http://www.itson.mx/iniciativas/cess/Paginas/AlianzasCess.aspx>. Bajado el 16 de febrero de 2010.
- CESS. (2010). “Corredores Ecoturísticos del Sur de Sonora”: Líneas estratégicas. <http://www.itson.mx/iniciativas/cess/Paginas/Cees.aspx>. Bajado el 16 de febrero de 2010.
- Cifuentes A., M.; Mesquita, C. A. B.; Méndez, J.; Morales, M. E.; Aguilar, N.; Cancino D.; Gallo, M.; Jolón, M.; Ramírez, C.; Ribeiro, N.; Sandoval, E.; Turcios, T.

(1999). “Capacidad de Carga Turística de las Áreas de uso público del Monumento Nacional Guayabo” Costa Rica: WWF al Centroamérica.

Clark M., Y.; Esparza G., I. G.; Solórzano T., A.; García G., R.; Ochoa J., S. (2009). La importancia de las comunidades del sur de Sonora como escenario de práctica para generar competencias profesionales en los alumnos de La licenciatura en Administración de Empresas Turísticas. En Del Hierro E., González M. y Velarde M. (Comp.) Alianzas para el Desarrollo. (pp. 225-236), México:ITSON

Granada-turismo. (2009). “Evolución histórica del turismo”. Archivo web. <http://www.granada-turismo.com/turismo.php>. Bajado el 15 de marzo de 2009.

## Apéndice

Los resultados obtenidos en la Tabla 2, se calculan a continuación en los pasos siguientes.

### 1. Capacidad de Carga Física (CCF)

La Capacidad de Carga Física del recorrido se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$CCF = (S/sp) * NV$$

$$NV = (8\text{hr/día}) / (2.833\text{hr/recorrido}) = 2.823\text{recorridos/día}$$

Entonces:

$$CCF = (10600\text{m}/5.2\text{m}) * (2.823\text{recorridos/día})$$

$$CCF = 5754.576\text{ recorridos/día}$$

### 2. Capacidad de Carga Real (CCR)

A partir de la aplicación de los factores de corrección mencionados para el recorrido, se calculó la capacidad de carga real de la siguiente manera:

$$CCR = CCF (FC_{soc} * FC_{Cero} * FC_{pre} * FC_{cal})$$

$$CCR = 5754.576 (0.004156 * 0.892452 * 0.974315 * 0.908841)$$

$$CCR = 18.899966\text{ recorridos/día}$$

#### a) Factor Social (FC<sub>soc</sub>)

El cálculo del Factor social se lleva a cabo mediante la siguiente fórmula:

$$FC_{soc} = 1 - (ml/mt)$$

Donde:

ml = Metros Lineales ocupado por grupo

mt = Metros totales

Para un mejor control del flujo de visitantes y a la vez para asegurar la satisfacción de estos, se propone que la visitación sea manejada bajo los siguientes supuestos:

- Grupos de máximo de 6 personas por carreta en el recorrido.
- La distancia entre grupos debe ser de al menos 1245.958 m, para evitar interferencias entre grupos.

La distancia requerida entre grupos se calculó tomando en cuenta el tiempo de estancia que se tendrá en los puntos a visitar (Campamento de ingenieros y vertedor) que es de 20 minutos, de esta manera se evitan interferencias; esto haciendo una sencilla regla de tres:

$$\begin{aligned} & [\text{Superficie disponible} = 10600 \text{ m}] - [\text{Tiempo total recorrido} = 2.833\text{hrs}] \\ X (\text{Distancia requerida por grupo}) - [\text{Tiempo de estancia} = 0.333] \end{aligned}$$

$$X = \frac{[\text{Superficie disponible} = 10600 \text{ m}] * [\text{Tiempo de estancia} = 0.333]}{[\text{Tiempo total recorrido} = 2.833 \text{ hrs}]} = 1245.98 \text{ m}$$

Puesto que la distancia entre grupos es de 1245.958 m y cada carreta ocupa 5.2 m de sendero, entonces cada grupo requiere 1251.158 m de espacio.

El número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en cada sendero se calcula de la siguiente manera:

$$NG = \frac{\text{Largo total del sendero}}{\text{Distancia requerida por cada grupo}}$$

$$NG = \frac{10600 \text{ m}}{1251.158 \text{ m}}$$

Por tanto:

$$NG = 8.472 \text{ grupos}$$

Para calcular el factor de corrección social es necesario primero identificar cuantas carretas (C) pueden estar simultáneamente en el recorrido.

Esto se hace a través de:

$$C = NG * \text{Espacio ocupado por carreta}$$

Entonces:

$$C = 8.343 \text{ grupos} * 5.2 = 44.0544 \text{ carretas}$$

Para calcular el Factor de Corrección Social (FCsoc) es necesario identificar la magnitud limitante que, en este caso, es aquella porción del sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos. Por esto, dado que cada carreta ocupa 5.2 m de camino, la magnitud limitante es igual a:

$$ml = mt - C$$

$$ml = 10600 \text{ m} - 44.0544 \text{ m} = 10555.9456 \text{ m}$$

Entonces:

$$FC_{soc} = 1 - \frac{10555.9456 \text{ m}}{10600 \text{ m}} = 0.004156$$

### **b) Factor precipitación (FCpre)**

Se determinó que en promedio las horas de lluvia limitantes por día son 5 horas, en un periodo de 15 días al año. Con base en ello se calculó el factor de la siguiente manera:

$$FC_{pre} = 1 - (hl / ht)$$

Donde:

hl = Horas de lluvia limitantes por año (15 días \* 5hrs/día = 75hrs)

ht = Horas al año que el monumento está abierto (365 días \* 8hrs/día = 2920hrs)

Entonces:

$$FC_{pre} = 1 - \frac{75 \text{ hrs}}{2920 \text{ hrs}} = 0.974315$$

### **c) Factor calor (FCcal)**

Este factor es importante, ya que en esta zona del país, las temperaturas en los meses de verano son muy altas. Esto no impide realizar recorridos normales pero es un factor a

considerar para el mejor aprovechamiento de los recorridos. Se consideraron la cantidad de días al año que hace calor en esta región. A partir de esto se determinaron las horas de calor limitantes que son 11 horas, ya que se pueden extender los recorridos hasta 2 horas más, aprovechando la luz del sol. Con base en ello se calculó el factor de la siguiente manera:

$$FC_{\text{calor}} = 1 - [(HCL)(DC) / (HT)(DA)]$$

Donde:

HCL: Horas de calor limitantes= 3

DC: Días de calor (122 días) = 4 meses

HT: Horas totales= 11

DA: Días al año=365

Entonces:

$$FC_{\text{calor}} = 1 - [(3\text{hrs})(122\text{días}) / (11\text{hrs})(365)] = 0.908841$$

**Nota:** Son 11 horas, debido a que se pueden extender las horas de servicio, porque a las 6 de la tarde todavía hay sol.

d) Factor erodabilidad (FCero)

El cálculo del factor de corrección por erodabilidad se lleva a cabo de la siguiente manera:

$$FC_{\text{ero}} = 1 - \frac{mpe}{mt}$$

Donde:

*mpe* = metros de camino con problemas de erodabilidad = 1140m

*mt* = metros totales de recorrido= 10600m

Entonces:

$$FC_{\text{ero}} = 1 - \frac{1140\text{m}}{10600\text{m}} = 0.892452$$

### 3. Capacidad de Manejo (CM)

La capacidad de manejo para el recorrido, se determinó con base en observaciones y criterios mostrados en la tabla 1. De manera que se obtuvieron los siguientes datos con relación al estado, localización, funcionalidad y capacitación, con base a infraestructura, equipamiento y personal (Ver tablas 3, 4 Y 5).

Tabla 1. Capacidad de manejo de infraestructura.

<i>Infraestructura</i>	<i>Estado</i>	<i>Localización</i>	<i>Funcionalidad</i>	<i>Suma (S)</i>	<i>Factor (S/12)</i>
<i>Recepción</i>	3	3	3	9	0.75
<i>Administración</i>	4	4	4	12	1
<i>Área de charlas</i>	3	4	3	10	0.83
<i>Cafetería</i>	4	4	4	12	1
<i>Caballerizas</i>	4	4	4	12	1
<i>Área de primeros auxilios</i>	4	4	4	12	1
<i>Almacenes</i>	4	4	4	12	1
<i>Carteles interpretativos</i>	4	4	4	12	1
<i>Baños</i>	4	4	3	11	0.91

<i>Estacionamiento</i>	4	4	4	12	1
<i>Contenedores de basura</i>	4	4	4	12	1
<i>Mobiliario</i>	4	4	3	11	0.91
<b>Promedio</b>				<b>11.4</b>	<b>0.95</b>

Tabla 2. Capacidad de manejo de equipamiento.

<i>Equipamientos</i>	<i>Estado</i>	<i>Localización</i>	<i>Funcionalidad</i>	<i>Total</i>	<i>Factor (total /12)</i>
<i>Botiquín de primeros auxilios</i>	4	4	4	12	1
<i>Estufa</i>	4	4	4	12	1
<i>Extintor de incendios</i>	4	4	4	12	1
<i>Camilla</i>	4	4	4	12	1
<i>Carreta</i>	4	4	4	12	1
<b>Promedio</b>					<b>1</b>

Tabla 3. Capacidad de manejo del personal.

<i>Personal</i>	<i>Capacitación</i>	<i>Factor (Total / 4)</i>
<i>Educación ambiental</i>	4	1
<i>conservación del medio ambiente</i>	4	1
<i>Manejo de Visitantes</i>	4	1
<i>Primeros auxilios</i>	3	0.75
<i>Control y vigilancia</i>	3	0.75
<i>Trabajo en equipo</i>	4	1
<i>Planeación</i>	3	0.75
<b>Promedio</b>	<b>3.57</b>	<b>0.8928</b>

Finalmente, la capacidad de manejo se estableció a partir del promedio de los factores de las tres variables, expresado en porcentaje (Ver tabla 5).

Tabla 4. Promedios de capacidad de manejo.

<i>Variable</i>	<i>Valor</i>
<i>Infraestructura</i>	95%
<i>Equipamiento</i>	100%
<i>Personal</i>	89.28%
<b>Promedio</b>	<b>94.76%</b>

La Capacidad de Manejo es de 94.76%, considerando las mejoras propuestas.

## **Capítulo IX: Las actividades agrícolas y su impacto en la calidad de los recursos hídricos: el caso del Valle del Carrizo, Sinaloa, México**

*María Guadalupe Ibarra-Ceceña*

Profesor Investigador y Jefe del Departamento de Ingeniería en Sistemas de Calidad (ISC)  
Universidad Autónoma Indígena de México (UAIM)  
mgibarra@uaim.edu.mx

### **Resumen**

El Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo, está localizado en la parte norte del Estado de Sinaloa. Políticamente, abarca parte de los municipios de Ahome y El Fuerte, y geográficamente se ubica entre las coordenadas 26° 05', 26° 22' latitud norte y 108° 53', 109° 00' de longitud oeste. Limita al norte con el Estado de Sonora, al sur con la Sierra Madre Occidental y al oeste con el Golfo de California. Predomina el cultivo del maíz y los cultivos hortícolas para lo cual se utiliza habitualmente fertilizantes en mayor porcentaje nitrogenado como la urea y plaguicidas, como medida de combatir las plagas y obtener un buen rendimiento de los cultivos.

El estudio se justifica con base a la problemática que se genera con la contaminación del agua superficial por la aplicación constante de plaguicidas principalmente de insecticidas y fungicidas en el Valle del Carrizo y al impacto que puede ocasionar el uso inadecuado de los mismos en esta región de agricultura intensiva. Por ello el objetivo general de éste estudio fue determinar los niveles de contaminación por plaguicidas y fertilizantes en las aguas superficiales del Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo.

La metodología aplicada para estimar el posible impacto ambiental de los plaguicidas en el agua, fue primeramente determinar cuáles son aquellos plaguicidas y fertilizantes que están siendo empleados en el cultivo del maíz, mediante una encuesta predial. Después se tomaron muestras de agua para residuos de plaguicidas, nitritos y nitratos, nitrógeno total y fosforo total en veinte puntos de los principales drenes agrícolas del Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo. Se georeferenciaron con GPS y se analizaron sus

características físicas. Las muestras fueron llevadas al laboratorio donde se determinará la concentración de los plaguicidas mediante la cromatografía líquida de alta resolución y la concentración de nitratos y nitritos ya fue determinada por el método de la brucina y método de reducción de cadmio.

Los resultados de la encuesta sobre el uso de fertilizantes y plaguicidas en la región, determinaron que se aplica 300 kg/ha. de nitrógeno y 60 kg/ha. de fosforo, el metamidofos, el dimetoato y clorotalonil, fueron los plaguicidas más utilizados en el cultivo del maíz, observándose la aplicación de 1.5 lt./ha. de metamidofos en 25,000 ha.de cultivo de maíz de otoño-invierno.

Los resultados de nitratos y nitritos en el agua de drenes del Valle del Carrizo según resultados de laboratorio todos rebasan los LMP según la NOM-001-ECOL-1996. Concluyendo que se aplica una gran cantidad de fertilizantes y plaguicidas, lo que repercute en la calidad del agua de riego, lo cual es un riesgo para la salud de la población expuesta, ya que la mayoría de las poblaciones ejidales del Valle del Carrizo, utilizan el agua superficial de los canales de riego para uso domestico, recreativo y en algunos casos para beber; resultando más vulnerables unas zonas que otras.

### **Introducción**

La contaminación ambiental es un grave problema de alcance mundial. Cuando se especifican las fuentes de contaminación del agua, la agricultura ocupa, cada vez con mayor frecuencia, un lugar destacado.

La agricultura, ha experimentado un avance espectacular con la aplicación de nuevas tecnologías, fertilizantes, productos fitosanitarios, semillas híbridas, nuevas técnicas de cultivo, etc. La combinación de todos estos recursos, ha logrado elevar la producción y el nivel de vida del agricultor. Pero a medida que pasa el tiempo, los efectos de algunas prácticas agrícolas, se van dejando sentir en el medio ambiente, sobre todo en las zonas

de cultivo. De sobra son conocidos, los efectos del empleo de muchos productos químicos, para tratamientos fitosanitarios.

En la actualidad, el empleo excesivo de agroquímicos que transporta el agua de lluvia o riego es un tipo de contaminación, que ha empezado a cobrar una alta importancia ya que están provocando concentraciones elevadas de nitrato en aguas superficiales y subterráneas. Entre los principales están los plaguicidas que contaminan el agua, el aire y el suelo.

La agricultura sostenible constituye uno de los mayores desafíos. Esta sostenibilidad supone que la agricultura no sólo es capaz de garantizar un suministro sostenido de alimentos, sino que sus efectos ambientales, socioeconómicos y sanitarios se reconocen y contemplan en los planes nacionales de desarrollo.

Como es bien sabido, la agricultura es el principal usuario de recursos de agua dulce, ya que utiliza un promedio mundial del 70 por ciento de todos los suministros hídricos superficiales. Si se exceptúa el agua perdida mediante evapotranspiración, el agua utilizada en la agricultura se recicla de nuevo en forma de agua superficial y/o subterránea. No obstante, la agricultura es al mismo tiempo causa y víctima de la contaminación de los recursos hídricos. Es causa, por la descarga de contaminantes y sedimentos en las aguas superficiales y/o subterráneas, por la pérdida neta de suelo como resultado de prácticas agrícolas desacertadas y por la salinización y anegamiento de las tierras de regadío. Es víctima, por el uso de aguas residuales y aguas superficiales y subterráneas contaminadas, que contaminan a su vez los cultivos y transmiten enfermedades a los consumidores y trabajadores agrícolas. La agricultura se desarrolla en una simbiosis de tierras y aguas y, como se señala claramente en el documento FAO (1990a), "*... deben adoptarse las medidas adecuadas para evitar que las actividades agrícolas deterioren la calidad del agua e impidan posteriores usos de ésta para otros fines*".

Desde los años setenta se ha observado también en Europa una preocupación creciente por el aumento de los residuos de nitrógeno, fósforo y plaguicidas en las aguas superficiales y subterráneas. La intensificación de los cultivos ha llevado a la conclusión, ya alcanzada en Francia en 1980, de que la agricultura es un importante factor de contaminación no localizada en las aguas superficiales y subterráneas (Ignazi, 1993).

La agricultura es considerada también como la causa principal de contaminación de las aguas subterráneas en los Estados Unidos. En 1992, 49 de 50 estados reconocieron en el nitrato el principal contaminante de las aguas subterráneas, seguido de cerca por los plaguicidas. En US-EPA (1994) se llegaba a la conclusión de que *"más del 75 por ciento de los estados reconocían que las actividades agrícolas representaban una amenaza significativa para la calidad de las aguas subterráneas"*.

Es difícil obtener datos semejantes en otros países, e incluso en muchos casos no se recopilan ni comunican de forma sistemática; de todas formas, numerosos informes y estudios indican que son muchos los países desarrollados y en desarrollo donde se han manifestado preocupaciones semejantes.

Uno de los factores más importantes en la contaminación agrícola, es el desconocimiento de los sectores involucrados directamente y la población en general sobre la magnitud del problema, lo cual se deberá tomar en cuenta en la elaboración de los programas de prevención.

Las concentraciones elevadas de nitratos y plaguicidas en las aguas subterráneas y superficiales, afectan a numerosos núcleos urbanos, que las utilizan como fuente de agua potable para consumo doméstico. Además de los posibles efectos sobre la población, constituyen una grave amenaza a la calidad del agua por su carácter acumulativo.

El Valle del Carrizo es eminentemente agrícola, y de la agricultura viven directa o indirectamente sus habitantes. A la agricultura se debe el crecimiento de la población y

el cambio experimentado en el ámbito socio económico de nuestro entorno. Esto mismo es aplicable al Norte de Sinaloa y en general al sector agrícola del Estado.

Las decisiones que deben adoptarse en el sector de la agricultura para combatir la contaminación debida a mentes agrícolas no localizadas pueden situarse en diversos planos. Sobre el terreno, las decisiones dependen de factores muy locales, como el tipo de cultivos y las técnicas de aprovechamiento de la tierra, en particular la utilización de fertilizantes y plaguicidas. Estas decisiones deben inspirarse en las prácticas más adecuadas de ordenación que permitan las circunstancias locales, y el objetivo debe ser multiplicar la rentabilidad económica de los agricultores sin olvidar la protección del medio ambiente. Las decisiones locales se basan en las relaciones conocidas entre las prácticas agrícolas y la degradación ambiental, pero por lo general no requieren una evaluación específica de las prácticas agrícolas en el contexto más amplio de los efectos provocados en las cuencas hidrográficas por otros tipos de contaminación.

En este trabajo se ofrecen recomendaciones específicas al respecto. No obstante, el problema que se plantea la agricultura sustentable es movilizar la base de conocimientos necesaria y ponerla a disposición de los agricultores.

### **Planteamiento del problema**

La contaminación de las aguas superficiales del Distrito de Riego 076 y que pone en riesgo el ecosistema natural de la zona que son utilizados como áreas de recreación, y en particular para las aguas de riego agrícola y uso domestico, así como el agua de la presa que es utilizada como fuente de abastecimiento para agua potable en todo el Valle, generando problemas de salud provocados por agentes contaminantes en el agua, suelo y aire, así como la desaparición de especies nativas y migratorias, tanto de la flora como de la fauna.

## **Justificación**

El uso intensivo y ambientalmente descuidado de agroquímicos ha traído consigo el empobrecimiento de los suelos, de la biodiversidad, la contaminación de las fuentes subterráneas y superficiales de abastecimiento de agua (incluyendo las aguas costeras y marinas), además de daños a la salud de los trabajadores, consumidores y población en general.

Por lo anterior, ha crecido a escala mundial, la demanda de que se promueva el manejo racional de los plaguicidas químicos, lo cual significa el aprovechamiento de los beneficios que derivan de su utilización en el combate de las plagas en condiciones en las que se prevengan y reduzcan los riesgos para la salud y el ambiente.

Es en este contexto, se desarrollan programas cuyo principal objetivo incluye, la disminución de la dependencia que se tiene con respecto de los plaguicidas químicos, sobre todo de los excesivamente peligrosos, manteniendo niveles viables y significativos de protección de los cultivos agrícolas y sin que decrezcan los niveles de producción.

Tradicionalmente, los residuos agrícolas de los insumos, como es el caso de los agroquímicos y los envases utilizados en la manipulación y aplicación de los mismos, no tienen en ninguna parte la consideración de problema, pero cuando se produce una concentración de agricultura intensiva tan grande como la del Valle del Carrizo, no hay más remedio que hacer un planteamiento serio sobre los modos de gestionarlos para conseguir al menos dos cosas:

- Mantener una calidad de vida digna en un medio ambiente razonablemente conservado.
- Posibilitar que el problema de contaminación no llegue a poner en peligro a la propia actividad que genera esos residuos.

Hasta hoy, tanto por falta de concientización de los agricultores como de alternativas sólidas, los residuos de envases han sido indiscriminadamente arrojados en los predios y drenes, o bien quemados para lograr una aparente eliminación del problema.

Por lo tanto se hace imprescindible mejorar el conocimiento sobre la calidad de las aguas superficiales en el Valle del Carrizo, Sinaloa, para predecir la evolución de dicha calidad, que permita orientar acciones y políticas para el manejo futuro del agua, que garanticen los riesgos mínimos de contaminación, así como la sustentabilidad de la agricultura y los recursos hídricos de Sinaloa y de México.

Los resultados de esta investigación ayudarán a que las autoridades competentes en materia de agua, salud, economía y ecología, ejerzan mayor control preventivo y correctivo en algunos casos, sobre áreas vulnerables a la contaminación, y servirán de herramienta para implementar, junto con los productores, una estrategia de desarrollo de las actividades productivas del Valle del Carrizo.

Asimismo, la sociedad, adquirirá mayor conciencia de los problemas que ocasiona la contaminación ambiental, al conocer la existencia de áreas vulnerables de contaminarse y podrá actuar con mayor determinación sobre las autoridades atrayendo su atención hacia las posibles fuentes de contaminación en la zona.

### **Objetivo general**

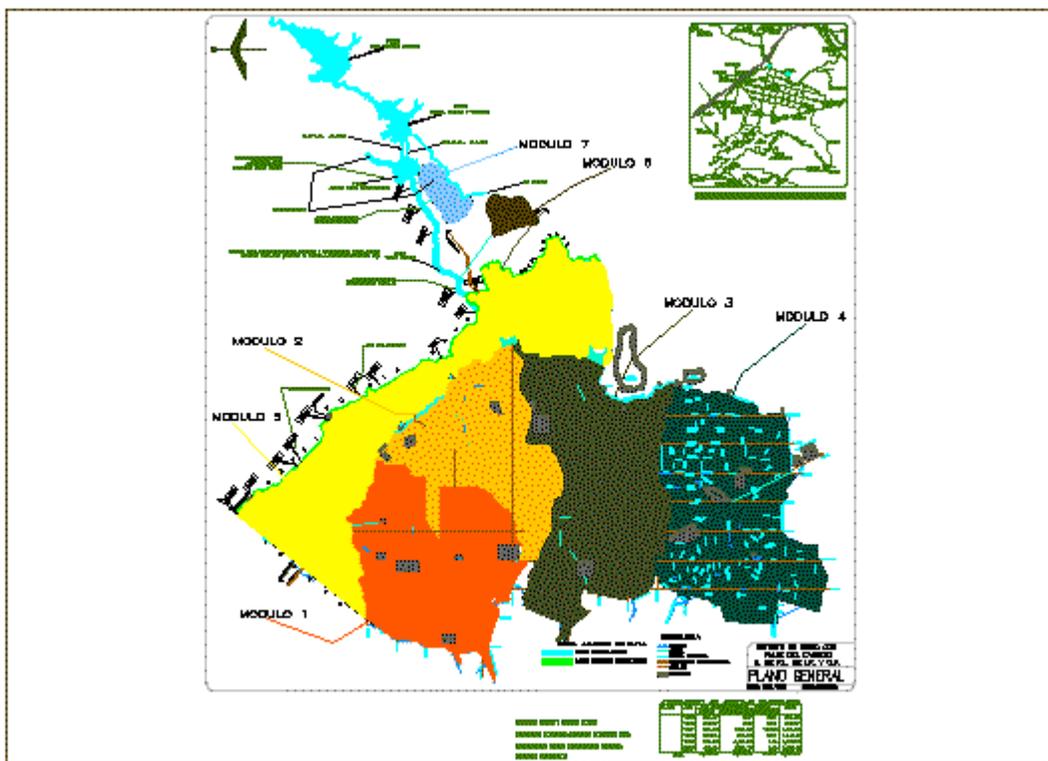
Determinar los niveles de contaminación por fertilizantes y plaguicidas en las aguas superficiales del Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo.

### **Objetivos específicos:**

1. Recopilar datos más precisos mediante una encuesta a productores, sobre tasas de aplicación de fertilizantes y plaguicidas a nivel de Distrito de Riego.
2. Efectuar el análisis de laboratorio para identificar y cuantificar los fertilizantes nitrogenados y plaguicidas presentes en las aguas superficiales del Valle del Carrizo.
3. Evaluar el grado de contaminación de las aguas superficiales ocasionado por el uso de fertilizantes en el Valle del Carrizo.

La región de estudio es el Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo, Sinaloa, esta localizado en la parte norte del Estado de Sinaloa. Políticamente, abarca parte de los municipios de Ahome y El Fuerte, y geográficamente se ubica entre las coordenadas 26° 05', 26° 22' latitud norte y 108° 53', 109° 00' de longitud oeste. Limita al norte con el Estado de Sonora, al sur con la Sierra Madre Occidental y al oeste con el Golfo de California.

Predomina el cultivo del maíz y los cultivos hortícolas para lo cual se utiliza habitualmente fertilizantes en mayor porcentaje nitrogenado como la urea y plaguicidas, como medida de combatir las plagas y obtener un buen rendimiento de los cultivos. En la figura 1 se muestra el mapa del Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo con la distribución de los diferentes módulos de riego que fueron estudiados.



Fuente: S. R. L. 076, Valle del Carrizo

Figura 1. Plano General del Distrito de Riego 076.

## **Método**

La metodología aplicada para estimar el posible impacto ambiental de los agroquímicos en el agua, fue primeramente determinar cuáles son aquellos plaguicidas y fertilizantes que están siendo empleados en el cultivo del maíz, mediante una encuesta predial, donde se determinó el tamaño de la muestra con la fórmula para población finita:  $n = \frac{Nz^2PQ}{(N-1)e^2 + z^2PQ}$ , para un total de la población de 33, 772 ha. de cultivo de maíz y un intervalo de confianza de  $Z = 95\%$ .

Después se tomaron ochenta muestras de agua para residuos de plaguicidas, nitritos y nitratos, nitrógeno total y fosforo total en dieciocho puntos de los principales drenes agrícolas del Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo y dos descargas al mar de Cortés. Se georeferenciaron con GPS y se analizaron sus características físicas.

Para la metodología de muestreo se contemplaron dos puntos básicos: (1) cuales plaguicidas monitorear y (2) donde realizar el muestreo. Con los datos proporcionados por la encuesta referentes al tipo de cultivo, época y dosis de plaguicidas y fertilizantes aplicados por los agricultores a sus cultivos, se determinó las fechas más propicias para la realización y toma de muestras de agua en el Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo, la cual fue principalmente definir la última fecha de aplicación, con un máximo de 30 días anteriores a la toma de muestras.

Se tomó 1 lt. de agua superficial de los drenes, de la parte media del mismo y a una profundidad (50 cm.) en envases de plástico para residuos de nitritos y nitratos, nitrógeno total y fosforo total haciendo un total de 60 muestras y 20 muestras en galones de vidrio ámbar. Las muestras fueron llevadas al laboratorio donde se determinó la concentración de nitratos y nitritos por el método de la brucina y método de reducción de cadmio y se determinará la concentración de plaguicidas mediante la cromatografía líquida de alta resolución.

1. Estudio de las prácticas agrícolas y uso de plaguicidas en el Valle del Carrizo. Para tener una estimación de las cantidades aplicadas de agroquímicos en el Valle del Carrizo, se aplicaron encuestas a cien Productores, la cual aportó entre otros datos los siguientes: el ciclo agrícola, superficie de siembra, cultivo, plagas y enfermedades frecuentes en sus cultivos, plaguicidas y fertilizantes utilizados y sus dosis de aplicación.

Para realizar las encuestas se seleccionaron al azar cien productores de maíz del Distrito de Riego 076, los predios de tamaño y productividad significativa y aquellos que estaban cultivando durante el periodo en estudio que es otoño-invierno. Todos los predios seleccionados comercializaban sus productos en el mercado interno. La encuesta se realizó a modo de conversación abierta y estructurada a través de un cuestionario. Junto a esto se permitió profundizar en los intereses y problemas de los agricultores. La finalidad de esto fue establecer qué tipo de plaguicidas se empleaban dentro de los cultivos de maíz, el cual es el cultivo mayoritario en la época de estudio.

2. Monitoreo de drenes colectores para el análisis de fertilizantes y plaguicidas.

Para el monitoreo de las aguas superficiales de drenes y descargas al mar, se siguieron los siguientes criterios.

- a) Las técnicas de muestreo son recomendaciones de especialistas del British Geological Survey (BGS), las cuales coinciden con las propuestas por US-EPA y que además son utilizadas por el Arizona Department of Environmental Quality en los Estados Unidos.
- b) Las técnicas para el análisis de plaguicidas y fertilizantes fueron recomendadas por el Laboratorio de Exámenes Especiales de la Dirección de Investigación y Estudios de Posgrado del Instituto Tecnológico de Sonora, lugar donde se efectuaron los análisis.

3. Evaluación de la magnitud del impacto ambiental a causa de los nitritos y nitratos.

4. Análisis e Interpretación de los resultados.

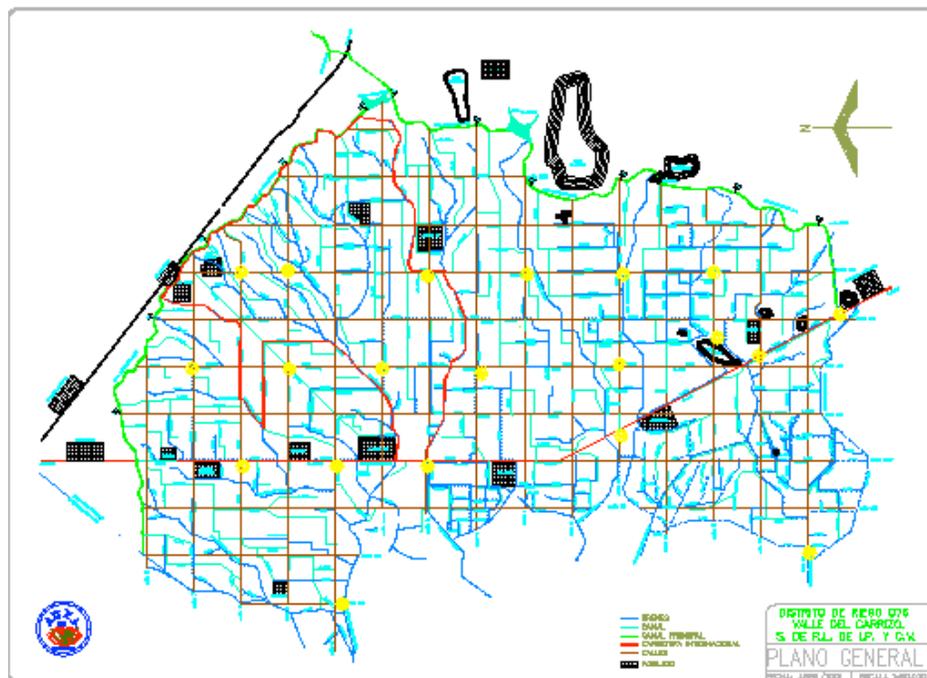
En esta fase se requiere realizar una triangulación metodológica, entre la base documental, de campo y los resultados encontrados en las fases anteriores.

### **Localización de los puntos de muestreo.**

La selección de los puntos de muestreo fue basándose en el criterio de seleccionar los principales puentes de cruce de drenes colectores con las principales calles del Distrito de Riego 076, como lo son la calle 800, la calle 400 y la carretera Internacional México 15. Y además seleccionar dos puntos de descarga al mar, uno al norte del Distrito que fue la descarga a la Bahía de Agiabampo y otro al sur que fue la Bahía de Jitzamuri, donde descargan los drenes colectores del Carrizo y Barobampo respectivamente.

Este criterio fue para que los puntos de muestreo, puedan ser fácilmente localizados en reconocimientos o estudios futuros. A cada punto se le determino su punto georeferencial medidos en coordenadas UTM.

En la figura 2 se pueden apreciar los puntos de muestreo tomados en los principales drenes colectores del Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo.



Fuente: S. R. L. 076, Valle del Carrizo.  
Figura 2. Puntos de muestreo en los principales drenes colectores del Distrito.

## **Resultados y su discusión**

### 1. Análisis de encuesta

Los resultados de la encuesta sobre el uso de fertilizantes y plaguicidas en la región, determinaron que se aplica 300 kg/ha. de nitrógeno y 60 kg./ha. de fosforo, el metamidofos, el dimetoato y clorotalonil, fueron los plaguicidas mas utilizados en el cultivo del maíz, observándose la aplicación de 1.5 lt./ha. de metamidofos en 1800 ha. de cultivo de maíz de otoño-invierno.

### 2. Análisis de Laboratorio

Los resultados de nitratos y nitritos en el agua de drenes del Valle del Carrizo según resultados de laboratorio todos rebasan los LMP según la NOM-001-ECOL-1996.

En la tabla 1 se muestran los resultados de laboratorio de residuos de nitrógeno total y fósforo total y en la tabla 2 los resultados de residuos de nitritos y nitratos, donde se observa como en todos los puntos de muestreo excepto uno rebasa la norma.

Tabla 1. Resultados de Nitrógeno Total y Fósforo Total.

MUESTRA	-----mg/L-----			
	N-NH <sub>3</sub>	N-Org	N-Total	P-Total
1	0, 85	0, 84	1, 69	0, 14
2	0, 67	0, 73	1, 40	0, 16
3	2, 13	1, 46	3, 59	0, 18
4	1, 18	0, 78	1, 96	0, 24
5	0, 0	0, 95	0, 95	0, 22
6	0, 34	0, 45	0, 79	0, 26
7	0, 73	0, 50	1, 23	0, 29
8	0, 73	0, 45	1, 18	0, 14
9	1, 74	0, 73	2, 47	0, 11
10	1, 90	0, 96	2, 86	0, 03
11	0, 90	0, 90	1, 80	0, 08
12	1, 85	0, 67	2, 52	0, 14
13	1, 85	0, 00	1, 85	0, 21
14	0, 28	0, 56	0, 84	0, 17
15	0, 45	0, 78	1, 23	0, 06
16	2, 24	1, 46	3, 7	0, 14

17	1, 18	1, 46	2, 64	0, 21
18	5, 21	1, 06	6, 27	0, 71
19	0, 06	0, 45	0, 51	0, 06
20	2, 07	1, 06	3, 13	0, 10

Fuente: Instituto Tecnológico de Sonora. Centro de Servicios de Recursos Naturales

Tabla 2. Resultados de Nitritos y Nitratos.

<b>MUESTRA</b>	<b>NITRATOS N-NO<sub>3</sub> mg/L</b>	<b>NITRITOS N-NO<sub>2</sub> mg/L</b>
1	84,02	0,55
2	78,90	11,15
3	38,31	11,92
4	152,80	5,43
5	95,97	0,00
6	88,30	1,81
7	50,39	11,27
8	104,77	3,11
9	114,92	7,99
10	128,68	0,00
11	60,60	5,78
12	98,61	9,41
13	104,42	6,97
14	102,13	3,50
15	106,12	2,22
16	84,50	5,89
17	206,71	7,42
18	86,92	15,90
19	84,22	0,39
20	158,77	9,66

Fuente: Instituto Tecnológico de Sonora. Centro de Servicios de Recursos Naturales

### Conclusiones

Se aplica una gran cantidad de fertilizantes y plaguicidas, lo que repercute en la calidad del agua de riego, lo cual es un riesgo para la salud de la población expuesta, ya que la mayoría de las poblaciones ejidales del Valle del Carrizo, utilizan el agua superficial de

los canales de riego para uso domestico, recreativo y en algunos casos para beber; resultando más vulnerables unas zonas que otras.

Considerando al Valle del Carrizo como unidad de estudio, se observa que este se comporta como un sistema frágil, susceptible a daños en el ecosistema provocados por la acción humana.

- Los resultados de este estudio llevado a cabo sobre el análisis de agua de uso agrícola, tiene el valor de un resultado indicativo. Se encontraron valores de concentración elevadas para los nitritos y nitratos.
- La mayoría de los plaguicidas utilizados son productos de moderado a levemente tóxicos, pertenecientes a las clases II y III de la EPA. Compuestos que son tóxicos tanto para el hombre como para la vida silvestre. Junto a esto los volúmenes aplicados, más malas prácticas agrícolas como las aplicaciones incorrectas o el abuso, agravan este problema.

Los resultados obtenidos en este estudio sirven como base de datos para predecir escenarios futuros, así como también para poder formular estrategias de mejoramiento ambiental.

### **Recomendaciones**

- La protección del medio ambiente y de los recursos hídricos esta siendo reconocida como crítica en el mundo. Es por esta razón que en ecosistemas frágiles como los del Valle del Carrizo, las aplicaciones de plaguicidas deben ser controladas. Siendo recomendables el uso de plaguicidas con menor persistencia en suelos y bajo potencial de percolación, asociado a prácticas agrícolas con un manejo que minimice dicho efecto.

- La capacitación de los agricultores respecto al manejo de las plagas, el daño y toxicidad que los agroquímicos poseen (no solo a los seres humanos sino también al medio ambiente). También la forma correcta de manejar estos compuestos, tanto en su manipulación como a la hora de aplicarlos a los cultivos, se hace necesaria para prevenir o minimizar posibles impactos sobre el medio ambiente y la salud de los agricultores.
- Aplicar el manejo integrado de plagas (MIP) y de malezas con el objeto de minimizar el uso de plaguicidas y fomentando el uso de pesticidas biológicos o botánicos y el uso de control biológico.
- Supervisar también la calidad de las aguas subterráneas para descartar la posible contaminación de estos por los plaguicidas. Dado que un estudio de este último tiene un mayor costo asociado, se considera que es relevante si no se están tomando las medidas necesarias para evitar el daño.
- En el Distrito de Riego 076 Valle del Carrizo se hace relevante el buen manejo de los agroquímicos, dado la fragilidad del ecosistema.

## **Referencias**

- American Water Works Association (AWWA), American Public Health Association (APHA), Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, Water pollution Control Federation (WPCF).- 14th Edition.
- Cámara, D.O. 1994. Impacto de la Agricultura bajo riego sobre la calidad del agua: caso del Valle del Yaqui, Sonora. *Ingeniería Hidráulica en México*. 9(3):57-71. Septiembre-Diciembre.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 1991, El desarrollo sustentable: Transformación productiva, equidad y medio ambiente. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Contreras B. A. 1994. Efectos en aves silvestres de pesticidas organofosforados. *Calidad ambiental*, 2(2):14-16.

- Cortinas de Nava, C., F. Cristán y L. Loredó. 1996. Lo que usted debe saber sobre los plaguicidas. Boletín informativo No. 1. SEMARNAT-INE. México, D.F. (mimeo), p 1-9.
- Dirección General de Sanidad Vegetal. 1994. Guía de plaguicidas autorizados de uso agrícola. SARH. México.
- FAO. 1990a. Agua y desarrollo agrícola sostenible. Una estrategia para la aplicación del Plan de Acción de Mar del Plata para el decenio de 1990. FAO, Roma.
- González, E. R. 1990. Contaminación por plaguicidas en el acuífero del Valle del Yaqui, Sonora, México. Tesis de Maestría en Ingeniería en Administración de Recursos Hidráulicos. Instituto Tecnológico de Sonora. Cd. Obregón, Sonora. 80 p.
- Hansen, A. M.; A. León y L. Bravo. 1995. Fuentes de contaminación y enriquecimiento de metales en sedimentos de la cuenca Lerma-Chapala. Ingeniería Hidráulica en México. 10(3):55-57 sep.-dic.
- Ignazi, J.C. 1993. Improving nitrogen management in irrigated, intensely cultivated areas: the approach in France. En: Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities. Actas de la Consulta de Expertos de la FAO, Santiago, Chile, 20-23 de octubre de 1992. Water Report 1. FAO, Roma. Pág. 247-261.
- Ley de Aguas Nacionales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de diciembre de 1992.
- Ley General de Salud y su Reglamento. Dirección General de Asuntos Jurídicos, SSA. 1993.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente. Publicada en el Diario oficial de la Federación el 28 de enero de 1988 y en vigor a partir del 1º. De marzo de 1988. Modificaciones publicadas el 13 de diciembre de 1996.
- López Carrillo Lizbeth (1993) Exposición a plaguicidas organofosforados / Exposition to organo-phosphate pesticides. Instituto Nacional de Salud Pública; 89 p. México, pp 15-25.
- Manahan, S. E. 1991. Environmental Chemistry. Editorial Lewis. 5ª edición. Michigan, U.S.A. 225 p.
- Mason, C.F. 1984. Biología de la Contaminación del agua dulce. Editorial Alhambra S.A. México, D.F. p 153. México

Nathanson, Jerry A., 1997, Basic Environmental Technology. Water Supply, Waste Management, and Pollution Control. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 1994.

S. Environmental Protection Agency, 1984. Method 608 – Organochloride pesticides and PCBs. 40 CFR part. 136, 43321; Federal Register 49, n° 209.

Salmerón de Diego, J. S. 1997. Intoxicaciones productivas por pesticidas. Ministerio de Agricultura. Madrid, España. p 28-30

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Norma Mexicana .MX-AA-071-1981 “Análisis de agua- Determinación de plaguicidas órganoclorados Método de Cromatografía de gases”.

Stephen, S. H. y S. L. Seager. 1981. Contaminación del aire y del agua. Química Ambiental. Cap. 8 y 12. Editorial Blume. Barcelona, España. p. 210.

US-EPA. 1994. National Water Quality Inventory. 1992. Report to Congress. EPA-841-R-94-001. Office of Water, Washington, DC.

## **Capítulo X: Validación de la documentación del proceso de producción de un establo de alto rendimiento**

*Elizabeth González-Valenzuela<sup>1</sup>, Nidia Josefina Ríos Vázquez<sup>1</sup>, Alejandro Arellano González<sup>1</sup>, Alberto Torres Garaygordobi<sup>2</sup>, Luz Elena Beltrán Esparza<sup>1</sup>, Cynthia Carolina Lugo Gutiérrez<sup>3</sup>.*

<sup>1</sup> Profesores de Tiempo Completo del Cuerpo Académico de Sistemas de gestión de la calidad

<sup>2</sup> Colaborador

<sup>3</sup> Alumno de Ingeniería Industrial y de Sistemas  
Unidad Náinari, Instituto Tecnológico de Sonora  
Cd. Obregón, Sonora, México; egonzalez@itson.mx

### **Resumen**

El establo bajo estudio nace desde el año 2002 y fue creado para facilitar actividades de carácter educativo. En el año del 2006 hubo un incremento en la productividad dadas las condiciones de trabajo que se tenían. Debido a este éxito se decide que el establo sea una guía para transferir estos conocimientos a los productores de la región. Durante los meses de agosto a diciembre de 2008, se generó una descripción de la empresa bajo estudio y una serie de documentos del proceso clave relativo a la etapa de producción de leche. Este estudio y la información generada fue del periodo de enero mayo de 2009.

Para poder lograr lo antes mencionado se establece la situación actual de los documentos elaborados y se verificó que las actividades del procedimiento documentado se realicen y se validó la concordancia con las que se efectúan dentro de la empresa ya que se pretende que esta sea un modelo a seguir para las demás microempresas productoras.

En la verificación se obtuvo que en promedio el 89.21% de las actividades relativas a los procedimientos diseñados si se realizan, y en la validación se observa que el 80.32% se realizan tal y como se encuentran descritas en el procedimiento. Esto representa que los documentos generados se apegan a los métodos de trabajo especificados por los trabajadores al momento de la documentación.

Se confirmó que las actividades descritas en los documentos elaborados se realizan en un alto porcentaje de cumplimiento tal cual se encuentra escrito. Se puede concluir que

apoyarán en la transferencia de tecnología y que pueden ser utilizados como métodos de trabajo a transferir a los establos lecheros de la región.

### **Antecedentes**

La producción de leche de vaca en México creció durante los últimos 10 años en una tasa media anual de 2.8 por ciento, según destacó la Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) en un estudio referente al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (Carrera, 2008). En este caso, la producción total de leche en 1994 fue de siete mil 320 millones de litros del lácteo, mientras que para el año 2000 la producción creció a nueve mil 311 millones de litros. En cambio para 2006 la producción fue de 10 mil 89 millones de litros y para 2007 la producción estimada fue de 10 mil 183 millones, señaló el comunicado que SAGARPA dio a conocer a nivel nacional. Además, explicó que desde antes del inicio del TLCAN, México ha sido deficitario en leche, además de que el consumo aparente de leche y derivados aumentó 37 por ciento de 1994 a 2006 (SAGARPA, 2008).

En México, alrededor de 30% de la producción nacional de leche la aportan los sistemas campesinos. El número aproximado de vacas en este sistema es de 1 470 000, distribuidas en más de 100 mil unidades productivas. Uno de los desafíos que éstas enfrentan se relaciona con el cumplimiento de estándares de calidad que establece la Norma Mexicana para leche cruda (NOM-184-SSA1-2002), que compite con la leche y productos lácteos de otras empresas como consecuencia de la apertura comercial dentro del marco del TLCAN, ya sea por el precio, la comodidad, o por la calidad. Este reto puede tener gran incidencia sobre la viabilidad de sistemas de producción (Bernal, Rojas, Vázquez, Espinoza, Estrada, Castelán, 2005).

Los sistemas campesinos de producción de leche en el centro de México se definen como las unidades de producción con pequeñas superficies de tierra; aunque pueden no tener tierra de cultivo, cuentan con un máximo de 20 vacas y un mínimo de tres,

mientras que en Sonora se practica en una superficie de agostadero de 294, 255 hectáreas, con una población animal de 65,294 cabezas de ganado bovino beneficiando a 882 productores de todo el estado. Ambos estados cuentan con ganado que son producto de cruces de razas: Suizo, Criollo y predominantemente Holstein. La alimentación se basa en rastrojo de maíz, avena, maíz molido, arvenses, pastoreo de praderas nativas y, en menor medida, praderas cultivadas; como complementos utilizan principalmente maíz en grano y subproductos agroindustriales, y en menor cantidad, alimentos balanceados comerciales (Bernal, Rojas, Vázquez, Espinoza, Estrada, Castelán, 2005)

Según Bernal et al. (2005) en México predomina el sistema de ordeño manual y se ocupa casi totalmente mano de obra familiar. La venta de leche proporciona ingresos para la familia, que se complementan con otros generados por diversas actividades dentro de la unidad de producción o fuera de ésta, en trabajos asalariados en la ciudad. La producción de leche se vende a agroindustrias locales procesadoras de lácteos, queserías artesanales y empresas transnacionales, o se comercializa mediante intermediarios, quienes la recolectan directamente de la unidad de producción y luego la llevan a las ciudades, donde se vende de manera directa al público, sin ningún tratamiento previo de enfriamiento o pasteurización.

De acuerdo a los registros de la Comisión Estatal de Leche (CEL, 2004), en el estado de Sonora existen actualmente 93 establos especializados con 12,800 vacas que producen 47'890,972 litros anuales (3,741 kg / vaca / año). De estos 93 establos, 62 están clasificados con calidad de leche preferente especial que es captada por tres plantas pasteurizadoras establecidas en el estado de Sonora. En este estrato de establos hay en población 9130 vacas que producen 37'787,424 litros anuales (4,139 kg / vaca / año). Esto es que, el 78.90% de la producción en sistemas de ganado estabulado es de calidad preferente especial y el 21.10% es decir, 10'103,548 litros anuales (leche preferente) la cual no cumple con los estándares de calidad para ser procesada en las plantas, destinándose a las industrias queseras donde los niveles de calidad son menos rigurosos.

De acuerdo a la Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2004) La actividad ganadera en Cajeme se practica en una superficie de agostadero de 294,255 has., con una población animal de 65,294 cabezas de ganado bovino beneficiando a 882 productores, que permite que sus productos destaquen en el mercado nacional e internacional. La producción de leche en Ciudad Obregón, Sonora aporta el 21% de la producción estatal. Cajeme cuenta con 22,040 vacas aproximadamente.

El establo lechero bajo estudio cuenta con métodos y procedimientos para la elaboración de leche, los cuales generan un alto rendimiento de producción, es por ello que se busca la transferencia tecnológica que tiene como fin impulsar el desarrollo en la sociedad mejorando el nivel de vida, este servirá como guía para los establos que se encuentran dentro de la región aumentando el crecimiento de los mismos. Su importancia radica en que será la guía para los establos para aumentar el crecimiento de los mismos y aseguraría que el proceso de producción estará estandarizado en los diferentes establos de la región.

La producción del establo bajo estudio es de 9200 litros por vaca al año y está muy por arriba de la media consensuada que es de 5000 litros por vaca al año como lo muestra la tabla 1 de la comisión estatal de leche en Sonora.

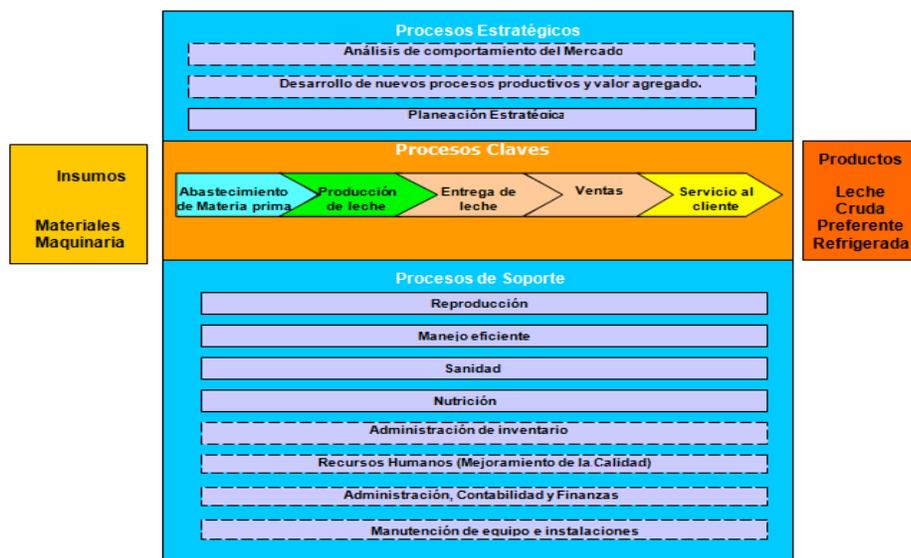
Tabla 1. Producción de leche en establos de Sonora y el establo bajo estudio.

En el estado de Sonora existen 92 establos registrados en la CEL.	
60 (LPE)	< 5000 L. vaca/ año
32 (LP)	<4000 L. vaca/año
El establo lechero bajo estudio (2006) produjo 164,000 litros con 22 vacas en ordeño	
1 (LPE)	7454 L. vaca/año
Establo bajo estudio (2008) Junio 30: 135,000 litros. 25 vacas en ordeño. Proyectado: 230,000	
1 (LPE)	9200 L. vaca/año

Fuente: Comisión estatal de Leche CEL (2008)

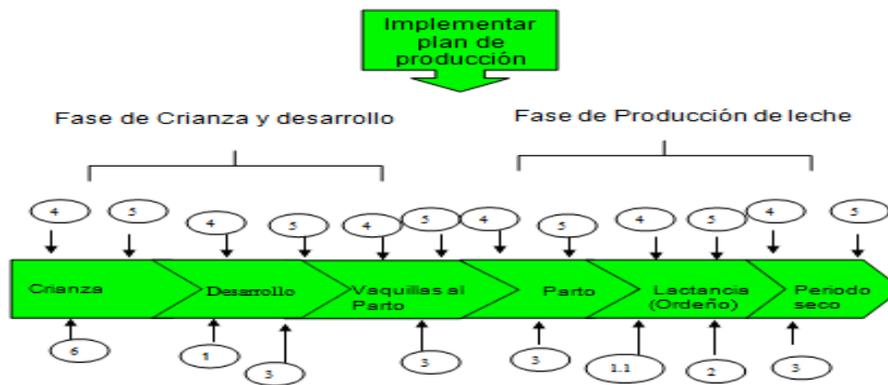
Torres (2008), establece que la región presenta obsolescencia tecnológica con respecto a las prácticas de manejo tradicional e ineficientes prácticas administrativas. Por lo que el estable se plantea como meta transferir conocimientos y tecnología tanto técnica y administrativa al sector lechero para contribuir a su reconversión tecnológica, su desarrollo, crecimiento y consolidación.

En agosto-diciembre del 2008 se realizó un proyecto para describir el estable a través de la cadena de valor, estableciendo dos niveles de detalle, ver figura 1, 2 y 3, hasta llegar a la documentación del proceso clave. Como producto final se obtuvo la documentación del proceso de producción del estable bajo estudio, se generaron procedimientos, instrucciones de trabajo y formatos, dando respuesta a los requisitos para lograr una exitosa transferencia de métodos y procedimientos del estable. Con lo anterior, de acuerdo a lo que Hoyle y Thompson (2001) plantean, se busca que se logre transmitir un propósito claro y las actividades necesarias para lograrlo así como transmitir los requisitos y las instrucciones de forma eficaz.



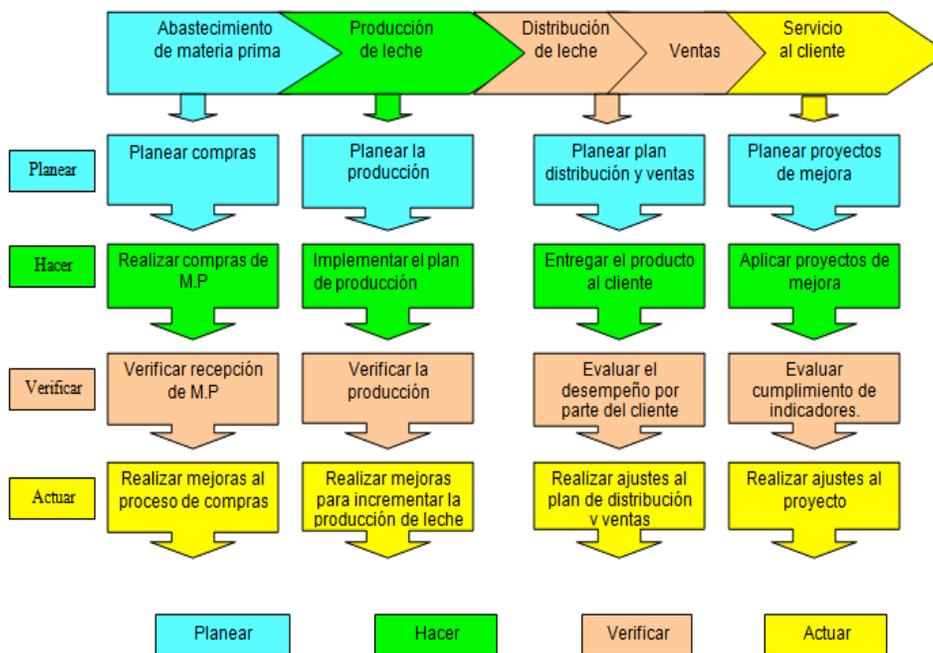
Fuente: Gastélum, Moroyoqui 2008.

Figura 1. Cadena de valor del estable bajo estudio.



Fuente: Gastélum, Moroyoqui 2008.

Figura 2. Desglose de la fase de implementación del plan de producción.



Fuente: Gastélum, Moroyoqui 2008.

Figura 3. Desglose de la cadena de valor del estable lechero bajo estudio.

En el objetivo fijado en ese estudio fue elaborar la documentación correspondiente del proceso de producción que se realiza en el estable para que sirvan como insumo en la

transferencia de tecnología que se tiene como meta. Se logró obtener la documentación del subproceso de implementación del plan de producción que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Lista de procedimientos documentados del proceso de producción de leche.

<b>Nombre del procedimiento</b>	<b>Clave asignada</b>
Procedimiento de la etapa de crianza	P-PR-EC-01-00
Procedimiento de la etapa de desarrollo	P-PR-ED-02-00
Procedimiento de la etapa de vaquillas al parto	P-PR-EV-03-00
Procedimiento de parto	P-PR-PA-04-00
Procedimiento del período lactancia	P-PR-LA-05-00
Procedimiento de período seco	P-PR-PS-06-00
Procedimiento de la implementación del plan de producción	P-PR-IP-07-00
Procedimiento de alimentación del ganado	P-AL-AG-01-00
Procedimiento de ordena	P-LA-OR-01-00
Procedimiento de elaboración de concentrado	P-AL-C0-02-00
Procedimiento de elaboración de ensilaje	P- AB-EE-01-00

Fuente: Gastélum, Moroyoqui, 2008.

Una vez diseñados los documentos se deben implementar para validarlos. Esto significa que se deben poner en práctica lo ya establecido para generar evidencias de las actividades que se efectúan. La norma ISO 9000:2005 define validación como una confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica prevista.

Al realizar la validación de los documentos es necesario que esta sea aprobada por los responsables, para darle más credibilidad a los resultados alcanzado del procedimiento. De acuerdo a la guía básica para documentar procedimientos, elaborada por sistema de mejor gestión (UNAC, 2008), un paso fundamental en el ejercicio de caracterizar una

institución, un sistema o un proceso, es la divulgación de la información y la validación de los resultados que se van alcanzando.

### **Planteamiento del problema**

Los documentos generados se realizaron tomando como base las actividades que realiza el establo bajo estudio. El proceso documentado se tiene a nivel de propuesta tomando en cuenta lo que se realiza en la empresa más las recomendaciones del equipo multidisciplinario, esto implica que no se llegó a la implementación de cada uno de los documentos generados. Por lo que se decidió continuar con la fase de implementación y validación para el semestre enero mayo 2009 ya que es necesario que tal documentación sea lo más cercana a la realidad posible pues toda información documentada servirá para lograr transferir tecnología que beneficiará a los establos de la región. Por lo tanto:

No se han validado los documentos elaborados relativa al proceso de producción, de tal forma que no se conoce si el procedimiento que se esta llevando a cabo en la organización concuerda totalmente con las actividades y la secuencia de los procedimientos documentados.

### **Objetivo**

Validar la documentación establecida previamente al establo bajo estudio, la cual se enfoca en el proceso clave de ésta, para demostrar que dicho procedimiento concuerda con lo que se hace actualmente en la empresa.

### **Método**

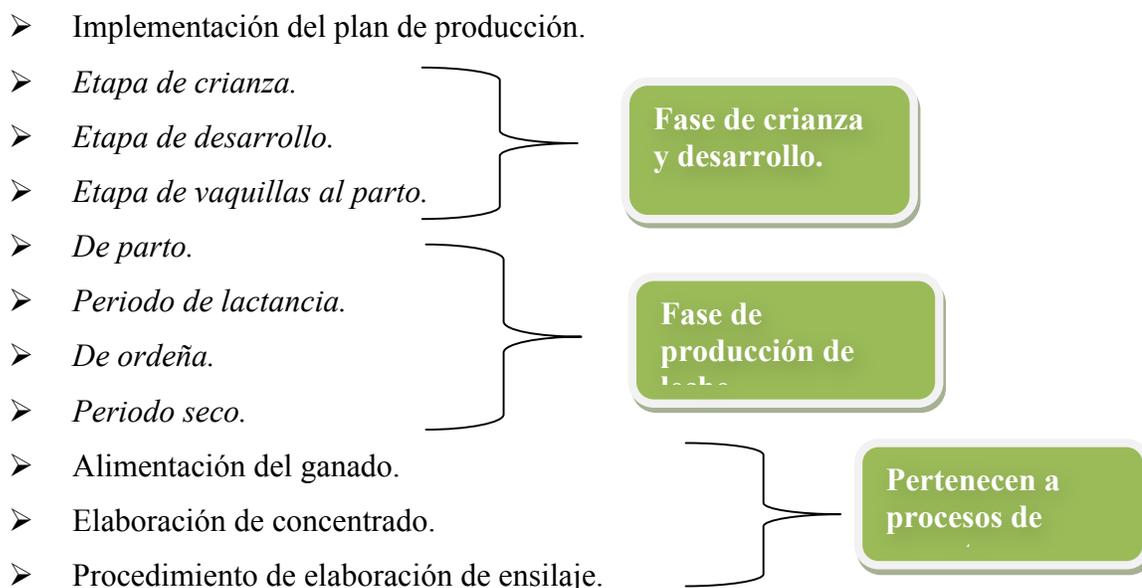
De acuerdo a la investigación realizada se pudo constatar que no existe una metodología para validar una documentación por lo que se recurrió al proceso de auditoria ya que existe una similitud entre ellas. A continuación se presentan las actividades que se realizaran para la validación de la documentación, tomando como base la norma ISO19011:2002.

1. Establecer la situación actual de los documentos generados al sistema bajo estudio.
2. Recopilar información del objeto bajo estudio.
3. Verificar el cumplimiento de actividades de cada procedimiento
4. Elaborar instrumentos para la validación de la documentación del proceso de producción.
5. Validar la aplicación de los documentos del proceso producción
6. Establecer recomendaciones a los procedimientos y al proceso.

## Resultados

### 1. Establecer la situación actual de los documentos generados al sistema bajo estudio.

De acuerdo a los documentos descritos el proceso de producción se divide en 6 subprocesos y 11 procedimientos:



Se cuenta con dos instructivos de trabajo, instrucción de limpieza de corrales e instrucción de mantenimiento preventivo de la maquina de ordeño, de los cuales se

efectuaron algunos cambios tales como, hacer un instructivo de trabajo para la limpieza de la máquina de ordeño ya que ésta es automática y su limpieza se realiza de distinta manera, también se realizó un instructivo de trabajo para la limpieza de la sala de ordeño, se espera que estos sean implementados como también los formatos documentados que ayudan a llevar a cabo un control de registros.

Se generaron 12 formatos:

- Formato de vacas gestadas.
- Formato de becerros (as) descornados(as).
- Formato de control de vacunas.
- Formato de control de enfermedades.
- Formato de identificación de becerros(as).
- Formato de parición.
- Formato de entrada de calor en el ganado.
- Formato de inseminación.
- Formato de producción por vaca.
- Formato de control de alimentación.
- Formato de elaboración de ensilaje.
- Formato de control de salud.

Todos los documentos estaban en archivos digitalizados y se revisaron para conocer las actividades documentadas dentro de cada procedimiento, instrucciones y formatos del proceso de producción.

## **2. Recopilar información del objeto bajo estudio.**

Se diseñó una guía de entrevista estructurada enfocadas a la implementación del proceso de producción del establo, esto con el fin de identificar con más claridad las actividades que tienen a su cargo cada uno de los empleados y los subprocesos que componen el

proceso de producción. La entrevista se aplicó al personal que labora en la empresa. Los resultados fueron los siguientes:

En el periodo de enero mayo de 2009 se tenían 8 empleados en total, 4 trabajan en el turno vespertino, 2 de ellos de 6 a.m. a 2 p.m. y son los que se encargaban de realizar la ordeña y de alimentar a las becerras y los otros dos del mantenimiento (limpieza de los corrales y alimentar a las vacas). Los otros 2 trabajan en el turno matutino que es de 2 pm a 6 pm, realizaban la ordeña y alimentaban las becerras y se contaba también con dos vigilantes uno trabaja de 6 am a 6pm y el otro de 6pm a 6am. Estos datos dieron la pauta a seguir para verificar las actividades y dirigir el estudio a las personas involucradas para continuar las actividades del método establecido.

### **3. Verificación del cumplimiento de actividades de cada procedimiento**

A través de la lista de verificación, y en entrevistas con los trabajadores de los puestos relacionados a las actividades de los procedimientos, se buscó la confirmación de que las actividades se realizaban dentro de su operación diaria. A continuación se muestra la tabla 3 de porcentajes de realización de actividades en cada etapa del proceso de producción y de soporte para el establo.

Tabla 3. Porcentaje de actividades que se realizan en el establo.

Proceso	Documento	Porcentaje de actividades que si se realizan (%)
<b>Producción de leche: Fase de Crianza y desarrollo</b>	Etapa de crianza	87.50%
	Etapa de desarrollo	93.75%
	Etapa de vaquillas al parto	96.42%
<b>Producción de leche: Fase de producción de leche</b>	De parto	100%
	Periodo de lactancia	100%
	De ordeña	81.48%
	Periodo Seco	90%
Proceso de apoyo	Alimentación del ganado.	55.55%
	Elaboración de concentrado.	100%
	Elaboración de ensilaje.	No se realiza esta actividad actualmente
Promedio de actividades que se verificaron y si se realizan:		89.21 %
Promedio de actividades verificadas que si se realizan:		92.48 %

En promedio se confirma que el **89.21%** de las actividades contrastadas con los procedimientos documentados si se realizan. Se confirma también que el **92.48%** de las actividades contrastadas del proceso de producción si se realizan. Las actividades del procedimiento de Elaboración de ensilaje no se pudieron verificar ya que debido al cambio de localización del establo, no se tenía un espacio donde elaborar el ensilaje para la comida de los animales. Cabe mencionar que este procedimiento pertenece a procesos que apoyan al proceso de producción.

#### **4. Elaborar instrumentos para la validación de la documentación del proceso de producción.**

Se adaptó una lista de verificación utilizadas en las auditorías de calidad, la cual fue proporcionada por el Centro Integral de la Calidad (CICA) perteneciente al Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). Se vació la información obtenida de la documentación, es decir las actividades descritas tal cual en el documento, que se realizan para la producción de leche del establo bajo estudio. Este formato tiene apartados relativos a la forma de validar la información, se compone de los siguientes apartados: descripción del documento bajo estudio, código del documento que se analiza, actividades, descripción de las actividades, clasificación de la forma de revisar la realización de la actividad, categoría del hallazgo (cumplimiento de requisitos, no cumplimiento de requisitos), observaciones, justificación del por qué no se realiza la actividad completa.

#### **7. Validar el proceso productivo**

La validación de los procedimientos del proceso de producción fue durante el periodo de investigación enero-mayo, con esta actividad se busca confirmar que las actividades de los procedimientos se estén ejecutando tal y como se tienen descritos en los documentos. Aquí se estableció si la evidencia presentada u observada, una vez contrastada con los criterios (actividades del procedimiento) representan el cumplimiento de los mismos, se colocaba en la columna de categoría de los hallazgos: conformidad o no conformidad,

dependiendo del cumplimiento. Se identificó que los documentos no estaban disponibles a los trabajadores, pero ellos conocían sus actividades casi en su totalidad, los resultados resumidos se pueden ver en tabla 4. La tabla completa con observaciones a cada procedimiento se encuentra en el Anexo 1.

Tabla 4. Porcentaje de actividades que se realizan de la misma forma en que establece la documentación.

Proceso	Documento	Porcentaje de actividades que se realizan como se describe en el documento (%)
<b>Producción de leche: Fase de Crianza y desarrollo</b>	Etapa de crianza	88.23 %
	Etapa de desarrollo	50 %
	Etapa de vaquillas al parto	92.59 %
<b>Producción de leche: Fase de producción de leche</b>	De parto	71.42 %
	Periodo de lactancia	100 %
	De ordeña	82.75 %
	Periodo Seco	88.88 %
Proceso de apoyo	Alimentación del ganado.	66.66 %
	Elaboración de concentrado.	80 %
	Elaboración de ensilaje.	No se realiza esta actividad actualmente
Promedio de actividades que se confirmaron que se realizaban cumpliendo lo descrito: <b>80.06%</b>		
Promedio de actividades confirmadas en el proceso de producción de leche: <b>80.83%</b>		

Se puede observar que se confirmó que en promedio el **80.06%** de las actividades establecidas en los documentos elaborados se realizan de la misma forma descrita. Para el proceso de producción, se observa un promedio de confirmación del **80.83 %** de que las actividades descritas concuerdan y se realizan tal cual esta descrito en los documentos.

## **8. Recomendaciones al proceso general**

De acuerdo a las tablas de observaciones que se efectuaron durante el proceso de validación se sugiere implementar las siguientes recomendaciones, esto para mejorar el proceso de producción, se tengan estandarizadas las actividades y concuerden con lo descrito en cada documento. Se muestran a continuación:

- Darle a conocer al personal los documentos con información relativa a cuidados higiénicos de los animales, procedimientos, instrucciones y formatos generados hasta

el momento, ya que los empleados deben conocer todas las actividades de las cuales son responsables y que de forma ideal están descritas en los documentos.

- Aclarar las dudas relativas a los procedimientos elaborados para facilitar las actividades de cada empleado.
- Implementar los nuevos instructivos de trabajo.
- Colocar apoyos visuales en el área de producción de tal forma que facilite el acceso a información sirviendo de apoyo para el empleado.

### **Conclusiones**

La validación de la documentación del proceso de producción de establo lechero bajo estudio fue con el fin de demostrar que las actividades descritas concuerdan con lo que se está efectuando actualmente. Los resultados de una validación establecen oportunidades de mejora para cualquier actividad dentro de una organización.

Dado que no existe una metodología para validar documentación de procesos, se tomó como herramienta principal algunas de las actividades que recomienda la norma ISO19011:2002, tomando las listas de verificación que se recomiendan elaborar para realizar auditorías de calidad a los Sistemas de gestión de calidad cuando se busca una certificación de procesos, esto apoyó en la revisión a detalle cada procedimiento. Al momento de validar se dificultó un poco ya que no todos los procedimientos se efectuaban diariamente. Conforme se realizaba la validación en cada proceso se iban plasmando observaciones referentes a cada procedimiento ya que no todas las actividades se ejecutan tal y como se tiene documentado, generando así propuestas referidas al proceso de producción las cuales podrán ayudar a mejorar logrando mayor eficiencia y calidad en el proceso.

De acuerdo a los resultados se puede establecer que se confirma que el **92.48%** de las actividades contrastadas del proceso de producción si se realizan. Además para este mismo proceso de producción, se observa un promedio de confirmación de que el **80.83**

% de las actividades descritas concuerdan y se realizan tal cual esta descrito en los documentos.

Dado que se busca transferir estos métodos de trabajo del proceso de producción que han resultado un éxito en el establo bajo estudio, se puede establecer que es posible que se logre transmitir un propósito claro y las actividades necesarias para lograrlo, así como transmitir los requisitos y las instrucciones de forma eficaz.

### **Referencias**

- Bernal, L.; Rojas, M.; Vázquez, C.; Espinoza, A.; Estrada, J., Castelán O., (2005) Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda en sistemas campesinos en dos regiones del estado de México. *www.ejournal.unam.mx*, Extraído en septiembre de 2008 desde: <http://www.ejournal.unam.mx/rvm/vol138-04/RVM038000402.pdf>
- Carrera F. (2008). Producción de leche en México. *www.agrointernet.com* , Extraído en Septiembre de 2008 desde: [http://www.agrointernet.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=2104&Itemid=2](http://www.agrointernet.com/index.php?option=com_content&task=view&id=2104&Itemid=2)
- Comisión estatal de la leche (Diciembre del 2004), *Reporte de producción de leche y población de ganado lechero en el estado de Sonora*. p 1-4. Extraído en Septiembre de 2008.
- Gastélum, Humberto, y Moroyoqui, Yuri (2008). *Diseño y documentación de un sistema de producción de leche de alto rendimiento: La Posta Lechera ITSON*. Tesis de licenciatura.
- Gutiérrez, Liliana, (2003, Julio Diciembre 2003). *La auditoría de información como herramienta de evaluación y mejoramiento de la gestión de documentos*. Biblios, año 4, No 16, p. 14 a 22. Extraído el 25 de febrero de 2009 desde <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=79375>
- ISO 19011:2002. *Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental*. Suiza.
- Secretaría de Agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA) (2008). Extraída en febrero del 2009. [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx), Situación Regional de la leche.

Secretaría de Agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA)(2004). Extraída en Febrero del 2009 desde [www.sagarpa.gob.mx/dlg/sonora/ddrs/d148datosgan.htm](http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/sonora/ddrs/d148datosgan.htm)

Secretaría de Agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA)(2004) Extraída en Febrero del 2009 <http://www.sonoraes.com/SEMayo2004/Desarrollo.html>

Secretaría de Agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA)(2004) Extraído en Febrero del 2009 <http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/sonora/ddrs/cader1481.htm>

Torres, Alberto, (2005) Evaluación financiera del efecto en la rentabilidad de una inversión en alta tecnología para su establo lechero modelo en el municipio de Cajeme, Sonora.

Torres, Alberto. (2008) *Conferencia Posta lechera una empresa rentable y académicamente autosuficiente.*

Universidad Nacional de Colombia, UNAC , (2008). Guía básica para documentar procedimientos, Extraído el 10 de marzo de 2009 desde [http://www.unal.edu.co/simege/simege/final2008/GUIA\\_%20BASICA\\_%20PARA\\_DOCUMENTAR\\_PROCEDIMIENTOS\\_VERSION\\_0.0.pdf](http://www.unal.edu.co/simege/simege/final2008/GUIA_%20BASICA_%20PARA_DOCUMENTAR_PROCEDIMIENTOS_VERSION_0.0.pdf)

## Anexo 1. Lista de observaciones a las actividades de cada procedimiento.

Tabla 5. Lista de observaciones a las actividades de cada procedimiento.

Procedimiento	Actividad	Diferencia observaciones
Etapa de crianza	• 8 peso del becerro	No se pesa al becerro(a) ya que no cuentan con báscula y por ende no se toma la lectura del peso del becerro.
	• 9 Identificar al becerro, tomándole una fotografía.	No se les toma la fotografía, y no se tiene formato establecido para llevar registros.
Etapa de desarrollo	• 3 pesar a la becerro.	No se pesa al becerro(a) ya que no cuentan con báscula y por ende no se toma la lectura del peso del becerro.
	• 9 observar desarrollo, verificar peso adecuado.	No se toma en cuenta el peso de la becerro.
Etapa de vaquillas al parto.	• 4 Verificar si la vaquilla esta en celo.	Esto lo debe hacer el trabajador solo que al estar haciendo otras actividades no se da cuenta y en ocasiones lo hace el guardia.
	• 5 Solicitar visita del veterinario.	En ocasiones se le avisa tarde al veterinario, ya sea porque no se le localiza o porque el trabajador se entero tarde de la situación.
De parto.	• 2 Observar comportamiento de la vaca.	Si presenta problemas lo más conveniente es que se encuentre el doctor ya que es el que tiene los conocimientos para enfrentar este tipo de situación.
	• 3 Cuidar vaca durante el parto.	No hay ninguna persona destinada para estar observando el comportamiento de la vaca, esto es dependiendo de quien se encuentra laborando en el momento.
	• Dar de alta parición.	Los trabajadores no cuentan con un formato para llevar a cabo el registro, se le habla al doctor y el lo registra en su PC.
Periodo de lactancia.	• 5 Verificar si esta en celo.	Esto lo hace quien se encuentre en el lugar, pero si no se encuentra nadie esto puede perjudicar al proceso, ya que hay horas que se debe esperar después de que entre en calor (entre 8 y 12).es necesario tratar de ser exactos en cuanto a la entrada de calor.
Periodo seco.	• 3 Limpiar cascos de la vaca.	Esta actividad no se ejecuta.
	• 2 Revisar comedores	No se tienen establecidas horas para realizar la limpieza de los comedores.  Sería bueno utilizar los utensilios correctos para realizar la limpieza, una escoba y un recogedor, ellos usan una pala. para facilitar el trabajo.
Alimentación del	• 6 Alimentar al ganado.	Los empleados no cuentan con formatos de

ganado.		alimentación, no llevan un registro de la alimentación proporcionada durante el día.
De ordeña.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavar pezones</li> </ul>	No se limpian los pezones, se les aplica directamente el pre sellador. Aquí es importante usar guantes para que la actividad se efectúe con más higiene ya que esto podría evitar infecciones.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar unidades de ordeño.</li> </ul>	Solo se debe tener mas cuidado al momento de colocar las pezoneras ya que se votan con frecuencia.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retirar la vaca al corral.</li> </ul>	Ahora no se cuenta con área de sanitación.
Elaboración de concentrado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Tomar ingredientes.</li> </ul>	Actualmente el ingrediente de maíz no se agrega se compra salvado y se mezcla con genera leche.
Elaboración de ensilaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se validó</li> </ul>	Ya que actualmente no se cuenta con silo para el ensilaje, se espera que se haga un silo para diciembre del presente año. Por ahora Se les da alfalfa en mayor cantidad.

## **Capítulo XI: Control de Procesos Industriales con el Gráfico de Control Multivariado T<sup>2</sup> de Hotelling**

*Mucio Osorio-Sánchez<sup>1</sup>, Adolfo Cano Carrasco<sup>1</sup>, Francisco Javier Encinas Pablos<sup>1</sup>, Julio César Ansaldo Leyva<sup>1</sup>, Javier Rojas Tenorio<sup>1</sup>, Julia Xochilt Peralta García<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup> Profesores de Tiempo Completo  
Unidad Náinari, Instituto Tecnológico de Sonora  
Ciudad Obregón, Sonora, México; mosorio@itson.mx

### **Resumen**

El Control Estadístico de Procesos (CEP) en el sector industrial es primordial para monitorear las características de calidad más importantes de un producto durante su proceso de fabricación. Generalmente, este monitoreo se lleva a cabo mediante gráficos o cartas de control que permiten descubrir las causas asignables de variación para posteriormente iniciar con las acciones correctivas. Lo más común es que se midan y realicen controles individuales sobre cada una de las características de calidad. En el Control Estadístico Multivariado de Procesos (CEMP) se controlan las características de calidad más importantes del producto de manera simultánea, permitiendo evaluar las correlaciones que pudieran existir.

El control del proceso a través de la implementación de un gráfico de control para cada una de las características de calidad, puede traer una serie de desventajas, entre ellas: El número de gráficos de control a implementar y vigilar puede llegar a ser relativamente grande, al realizar el control de las características de manera independiente se está obviando cualquier tipo de relación que pudiera existir entre las características de calidad y, adicionalmente, se altera el verdadero nivel de significancia con que se realiza la prueba (Mosquera, 2007).

En éste trabajo se presenta la metodología para la construcción del gráfico de control multivariado T<sup>2</sup> de Hotelling. Además, se elaboró una guía ilustrada para la construcción del gráfico de control multivariado T<sup>2</sup> de Hotelling con el paquete Statgraphics

Centurion XVI en su versión de evaluación (descargada de <http://www.statgraphics.com/>).

### **Antecedentes**

Las características de los procesos industriales de empresas de clase mundial y los requisitos más exigentes de los mercados, hacen que los métodos estadísticos tradicionales para la mejora de la calidad y de la productividad, resulten a veces insuficientes. En la actualidad, los procedimientos automáticos de inspección permiten medir con relativa facilidad varias características de calidad. Los métodos estadísticos de control de procesos multivariados son valiosos en estas circunstancias. Ellos toman en consideración la relación existente entre las variables, generando algoritmos potentes que son sensibles a la presencia de causas asignables, pobremente detectadas por diagramas de control univariados (Flury y Barbiero, 2001).

El CEP es la colección de métodos estadísticos usados para reconocer causas especiales de variación y proporcionar medios para llevar un proceso a un estado de control y reducir la variación en torno a un valor objetivo dado. Es deseable que el proceso bajo análisis alcance este valor para cada producto. Sin embargo, en cada proceso hay una variabilidad aleatoria inherente independientemente de su diseño y de la precisión de la maquinaria usada para la producción. El objetivo del CEP es mantener la variabilidad, en torno al valor objetivo, lo más pequeña posible (Zertuche y Cantú, 2008).

Una de las principales herramientas en el CEP son los gráficos de control, que fueron propuesto originalmente por W. Shewart en 1920, y en ellos se representa a lo largo del tiempo el estado del proceso que se está monitoreando. En el eje horizontal X del gráfico de control, se indica el tiempo, mientras que el eje vertical Y se representa algún indicador de la variable cuya calidad se mide. Además se incluye otras dos líneas horizontales: los límites superior e inferior de control, escogidos éstos de tal forma que la probabilidad de que una observación esté fuera de esos límites sea muy baja si el

proceso está en estado de control. La finalidad de los gráficos de control es monitorizar para controlar buen funcionamiento del proceso, y detectar rápidamente cualquier anomalía respecto al patrón correcto, puesto que ningún proceso se encuentra espontáneamente en ese estado de control, y conseguir llegar a él supone un éxito, así como mantenerlo; ése es el objetivo del control de calidad de procesos, y su consecución y mantenimiento exige un esfuerzo sistemático, en primer lugar para eliminar las causas asignables y en segundo para mantenerlo dentro de los estándares de calidad fijados.

La gráfica de control que más se usa en el CEP es la de Shewart y es útil para controlar una sola característica del producto. Cuando un producto tiene varias características a controlar, generalmente se construye una gráfica para cada una de ellas. Hay dos suposiciones subyacentes: las mediciones sucesivas no están correlacionadas y se distribuyen normalmente. Generalmente, las características de un producto están correlacionadas de tal manera que cambios en una de ella pueden variar la media o la variabilidad de las restantes (Zertuche y Cantú, 2008).

El control del proceso a través de la implementación de un gráfico de control para cada una de las características de calidad, puede traer consigo una serie de desventajas, entre ellas: 1. El número de gráficos de control a implementar y vigilar puede llegar a ser relativamente grande, esto dependiendo del número de características que se deseen controlar. 2. Al realizar el control de las características de manera independiente se está obviando cualquier tipo de relación que pudiera existir entre las características de calidad. En términos estadísticos se estaría obviando la información contenida en la estructura de covarianza de las características. Adicionalmente, el control a través de gráficos individuales conlleva a una alteración del verdadero nivel de significancia con que se realiza la prueba (Mosquera, 2007).

Dentro de los procedimientos de control multivariado, las gráficas con más investigación y aplicación en la industria son: La gráfica  $T^2$  de Hotelling, la gráfica de control multivariada de sumas acumuladas (MCUSUM) y La gráfica de control multivariada

exponencial con peso promedio móvil (MEWMA). Siendo la gráfica  $T^2$  de Hotelling el procedimiento de control más familiar para monitorear vectores de medias de varias características de calidad correlacionadas en un proceso de producción.

En el enfoque multivariante del control de calidad se plantean las hipótesis  $H_0: \mu_1 = \mu_0$  vs.  $H_1: \mu_i \neq \mu_0$  donde  $\mu_i$  es el vector de medias actual y  $\mu_0$  es el vector de medias cuando el proceso está bajo control.

### **Fundamentación teórica**

Considere que se estudian  $p$  características de calidad posiblemente correlacionadas que se miden simultáneamente cuando el proceso está bajo control, y que pueden ser modeladas por una distribución de probabilidad normal  $p$ -variante, con vector de medias  $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_p)'$  y matriz de varianzas y covarianzas  $\Sigma$  de orden  $p \times p$ . En la matriz de varianzas y covarianzas se encuentran las mediadas de variación bivariada entre más de dos variables. La estructura de esta

matriz, es de naturaleza simétrica, como se muestra a continuación. En la diagonal principal se encuentran las varianzas y en el resto las covarianzas:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{p1} & \sigma_{p2} & \dots & \sigma_p^2 \end{bmatrix}$$

Las mediciones de las variables de interés, como en el control estadístico de procesos univariante, pueden ser individuales, en cuyo caso  $n=1$ , aunque es preferible basar el análisis en datos agrupados ( $m$  grupos de tamaño  $n$ ).

El estadístico de Hotelling  $T^2$ , que está basado en la distancia de Mahalanobis (Dasgupta, 1995), se usa para determinar la similitud entre dos variables aleatorias multidimensionales.

$$T_i^2 = n(\bar{X}_i - \mu)\Sigma^{-1}(\bar{X}_i - \mu)$$

con  $\bar{X}_i = (\bar{X}_{i1}, \bar{X}_{i2}, \dots, \bar{X}_{ip})$  siendo el vector de medias para las  $p$  características, en la  $i$ -ésima muestra. Cuando el tamaño del subgrupo es  $n=1$ , se obtendrán vectores de observaciones en lugar de vectores de medias.

Si  $\mu$  y  $\Sigma$  son conocidos y el proceso está bajo control, el estadístico  $T_i^2$  se distribuye como una distribución  $\chi^2$  central con  $p$  grados de libertad. En el caso en el que los valores  $\mu$  y  $\Sigma$  no sean conocidos, se pueden estimar a partir de  $m$  muestras preliminares de tamaño  $n$  tomadas de un proceso bajo control. El estimador insesgado de  $\mu$  es  $\bar{\bar{X}} = (\bar{\bar{X}}_1, \bar{\bar{X}}_2, \dots, \bar{\bar{X}}_j, \dots, \bar{\bar{X}}_p)$  siendo  $\bar{\bar{X}}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{X}_{ij}$   $j = 1, 2, \dots, p$  el promedio de cada subgrupo y el estimador de  $\Sigma$  es  $\bar{S} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i$  siendo  $S_i$  la matriz de covarianza del  $i$ -ésimo subgrupo (Barbiero et al, 2003).

$$S = \begin{bmatrix} S_1^2 & S_{12} & \dots & S_{1p} \\ S_{21} & S_2^2 & \dots & S_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{p1} & S_{p2} & \dots & S_p^2 \end{bmatrix}$$

Si el tamaño del subgrupo es  $n=1$  entonces la varianza de  $X_1$  es  $S_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_1)^2}{n-1}$  y la

covarianza entre  $X_1$  y  $X_2$  es  $S_{21} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_1)(X_i - \bar{X}_2)}{n-1}$

### Problema

En el control estadístico de procesos, generalmente, se monitorean características de calidad de un producto de manera individual a lo largo del proceso considerando que éstas son independientes. Normalmente, estas características de calidad están

correlacionadas, es decir, los valores de una de ellas afectan a los valores de posición o de variabilidad de las otras. Aunado a esto, en la actualidad, los procesos de empresas de clase mundial tienen la capacidad de medir al mismo tiempo varias características de calidad. Es importante, entonces, que los métodos usados en el control estadístico de los procesos industriales consideren estas situaciones para los análisis. Por lo que el interés de este trabajo se centra en mostrar al lector la metodología para la construcción del gráfico de control multivariado  $T^2$  de Hotelling.

### **Objetivo**

Ilustrar la metodología para construir un gráfico de control multivariado  $T^2$  de Hotelling para el control estadístico de procesos en los que se monitorean al mismo tiempo  $p$  variables distribuidas normalmente y posiblemente correlacionadas

### **Metodología**

El fin que persigue el presente trabajo es mostrar con detalle el procedimiento de construcción del gráfico  $T^2$  de Hotelling. Considerando lo anterior, suponga que existe un proceso en el que se controlan dos características de calidad  $X_1$  y  $X_2$  (puede acceder a los datos en el anexo 1 y 2.). Los datos utilizados para la construcción del gráfico de control  $T^2$  de Hotelling son números aleatorios de distribuciones normales independientes con promedio 10 y 15 respectivamente y desviaciones estándar 1 y 2 respectivamente.

Para la construcción del gráfico se requieren dos fases, en la primera, se recolectan datos históricos del proceso de las  $p$  variables a controlar, que supuestamente está bajo control estadístico. Es importante verificar el supuesto de normalidad multivariada. Los datos de la muestra serán usados para estimar el vector de medias  $\mu$  y la matriz de varianzas – covarianzas  $\Sigma$ .

En la segunda fase se calcula el estadístico  $T^2$  de Hotelling. Si los datos forman una única muestra la matriz de covarianzas se puede estimar a través de:

$$S = \begin{bmatrix} S_1^2 & S_{12} & \dots & S_{1p} \\ S_{21} & S_2^2 & \dots & S_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{p1} & S_{p2} & \dots & S_p^2 \end{bmatrix}$$

Y el valor del estadístico  $T^2$  se calcula de la siguiente manera para cada observación ( $X_i$ ):

$$T_i^2 = (X_i - \bar{X})S^{-1}(X_i - \bar{X})$$

con  $\bar{X}_i = (\bar{X}_{i1}, \bar{X}_{i2}, \dots, \bar{X}_{ip})$ , el vector de medias muestrales.

Zertuche y Cantú (2008), establecen que para determinar si una observación está fuera de control, el valor del estadístico debe compararse con el límite de control superior (LCS):

$$LCS = \frac{p(n+1)(n-1)}{n(n-p)} F_{\alpha, p, n-p}$$

Donde  $n$  es el tamaño de la muestra del conjunto de datos históricos y  $F_{\alpha, p, n-p}$  es el valor crítico de la distribución F de Snedecor con  $p$  grados de libertad en el numerador y  $n-p$  en el denominador siendo  $\alpha$  la probabilidad de falsa alarma del grafico de control, la cual es para diagramas de control estándar 3-sigma 0.0027.

Los valores de esta muestra aleatoria se grafican conjuntamente con el LCS determinado para completar el gráfico de control  $T^2$  de Hotelling.

Si se plantea un plan de control estadístico en base a  $m$  muestras o subgrupos todos ellos de tamaño  $n$  sobre los que se miden las  $p$  características, debe usarse como estimador de la matriz de covarianzas  $\bar{S} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i$  siendo  $S_i$  la matriz de covarianzas del  $i$ -ésimo grupo.

En esta situación, el cálculo del estadístico para cada subgrupo es (Bersimis et al., 2006):

$$T_i^2 = n(\bar{X}_i - \bar{\bar{X}})'S^{-1}(\bar{X}_i - \bar{\bar{X}})$$

Donde  $\bar{X}_i = (\bar{X}_{i1}, \bar{X}_{i2}, \dots, \bar{X}_{im})$  es el vector de medias de subgrupos y  $\bar{\bar{X}} = (\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_p)$  es el vector de medias de las características de interés. Y el límite superior de control:

$$LCS = \frac{p(m-1)(n-1)}{mn-m-p+1} F_{\alpha, p, mn-m-p+1}$$

### **Identificando las señales de “fuera de control”**

En el caso de los gráficos univariantes cuando hay una señal de “fuera de control” puede concluirse fácilmente sobre el problema y dar una solución. En el caso multivariante la solución no es tan directa. Cuando el valor del estadístico  $T^2$  supera el límite de control se debe detectar a la(s) variable(s) responsable (s). Una primera propuesta es construir intervalos para cada una de las variables usando el procedimiento de Bonferroni. También se utiliza una región de control elíptica o elipsoidal cuando hay dos o tres variables que se controlan (Alt, 1985).

Actualmente, la metodología propuesta por Mason et al (1995) es de las más usadas. La idea principal es descomponer el valor del estadístico  $T^2$  en partes independientes, cada una de las cuales representa la contribución de cada una de las variables.

### **Construcción del gráfico $T^2$ de Hotelling para las variables $X_1$ y $X_2$ de los anexos.**

En los siguientes párrafos se muestra paso a paso la construcción del gráfico  $T^2$  haciendo las consideraciones de que los datos son individuales y de que los datos son obtenidos en grupos de igual tamaño.

**1. Mediciones individuales.**

Suponga que se recolectaron  $n=100$  datos individuales históricos del proceso de las  $p=2$  variables a controlar, bajo el supuesto de que el proceso está en control (ver anexo 1).

La matriz de varianzas y covarianzas  $S$  es de orden  $2 \times 2$ :

$$S = \begin{bmatrix} 0.893126689 & -0.12306134 \\ -0.12306134 & 4.35576931 \end{bmatrix}$$

En donde 0.893126689 es la varianza muestral de  $X_1$  y -0.12306134 es la covarianza de  $X_1$  y  $X_2$ , note que es negativa, lo que indica una dependencia negativa, es decir, a valores grandes de  $X_1$  corresponden valores pequeños de  $X_2$ .

El vector de medias muestrales es  $\bar{X} = (9.9984918, 14.76689)$ , siendo 9.9984918 el promedio de  $X_1$  y 14.76689 el promedio de  $X_2$

Como ejemplo, considere el cálculo del estadístico  $T^2$  para la observación uno:

$$T_1^2 = (X_1 - \bar{X})S^{-1}(X_1 - \bar{X})$$

Utilizando notación matricial, se tiene que:

$$T_1^2 = \left( \begin{bmatrix} 10.6265 \\ 15.1814 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 9.9984918 \\ 14.76689 \end{bmatrix} \right)' \begin{bmatrix} 0.893126689 & -0.12306134 \\ -0.12306134 & 4.35576931 \end{bmatrix}^{-1} \left( \begin{bmatrix} 10.6265 \\ 15.1814 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 9.9984918 \\ 14.76689 \end{bmatrix} \right)$$

$$T_1^2 = \begin{bmatrix} 0.6280082 & 0.41451 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1.124037671 & 0.03175687 \\ 0.03175687 & 0.23047778 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.6280082 \\ 0.41451 \end{bmatrix} = 0.499448026$$

Zertuche y Cantú (2008), establecen que para determinar si una observación está fuera de control, el valor del estadístico  $T^2$  debe compararse con el límite de control superior, en donde  $\alpha=0.0027$ :

$$LCS = \frac{p(n+1)(n-1)}{n(n-p)} F_{\alpha, p, n-p} = \frac{2(101)(99)}{100(98)} 6.286202 = 12.8278$$

Los valores de  $T^2$  de esta muestra aleatoria se grafican conjuntamente con el LCS determinado para completar el gráfico de control  $T^2$  de Hotelling (Figura 1).

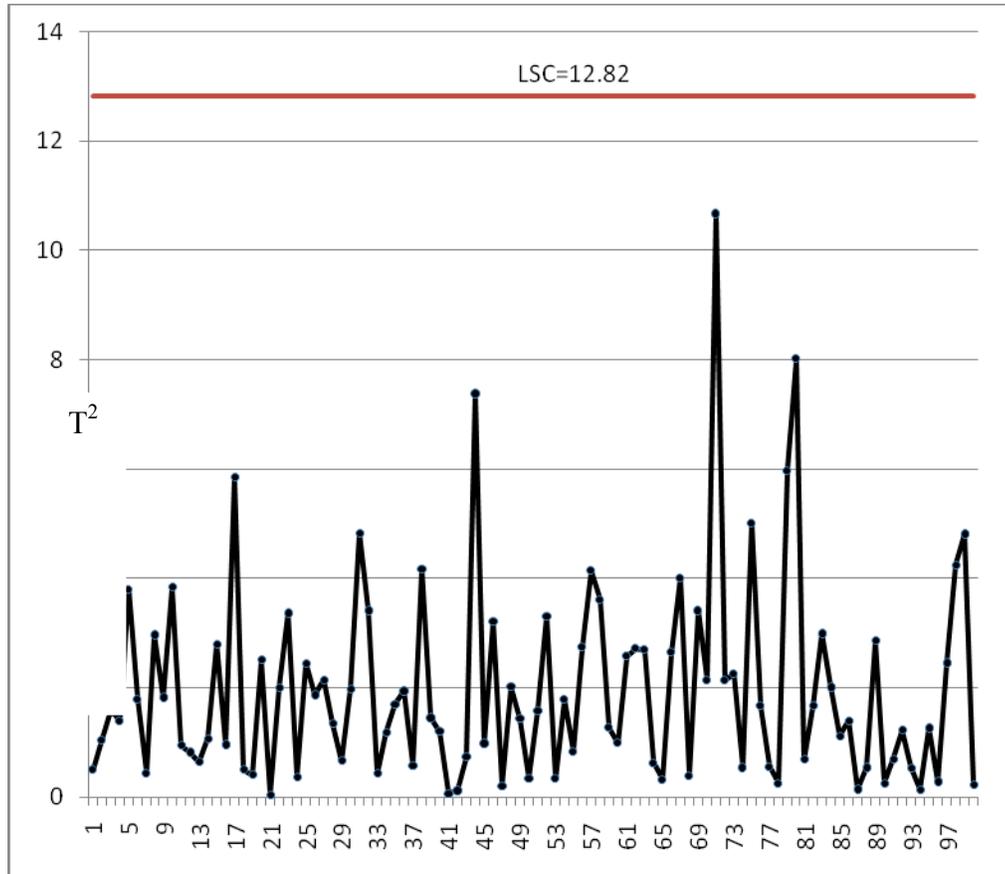


Figura 1. Gráfico  $T^2$  de Hotelling para 100 datos individuales.

Dado que no hay algún valor  $T^2$  que sobrepase el LCS se puede concluir que el proceso está bajo control estadístico, es decir, las variaciones son debidas a causas comunes o propias del proceso.

## 2. Mediciones agrupadas

En este caso, suponga que se plantea un plan de control estadístico en base a  $m=10$  muestras o subgrupos todos ellos de tamaño  $n=10$  sobre los que se miden las  $p=2$  características (ver anexo 2.). Para esta situación debe usarse como estimador de la

matriz de covarianzas  $\bar{S} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i$ , siendo  $S_i$  la matriz de covarianzas del i-ésimo grupo.

Para el ejemplo, hay 10 muestras o subgrupos, por lo tanto deben obtenerse las 10 matrices de varianzas y covarianzas.

$$\begin{array}{l}
 S_1 = \begin{vmatrix} 0.96280625 & 0.9667055 \\ 0.9667055 & 3.83041423 \end{vmatrix} \quad S_6 = \begin{vmatrix} 1.2545725 & 0.13505927 \\ 0.13505927 & 3.46356961 \end{vmatrix} \\
 S_2 = \begin{vmatrix} 0.56570405 & 0.15612073 \\ 0.15612073 & 4.86451409 \end{vmatrix} \quad S_7 = \begin{vmatrix} 1.00775806 & -0.36528897 \\ -0.36528897 & 4.98670075 \end{vmatrix} \\
 S_3 = \begin{vmatrix} 0.5587479 & 0.12618212 \\ 0.12618212 & 4.43607922 \end{vmatrix} \quad S_8 = \begin{vmatrix} 1.63263343 & -2.54180745 \\ -2.54180745 & 8.57377166 \end{vmatrix} \\
 S_4 = \begin{vmatrix} 1.40230037 & -0.18746607 \\ -0.18746607 & 2.89073232 \end{vmatrix} \quad S_9 = \begin{vmatrix} 0.67640506 & 0.2341492 \\ 0.2341492 & 2.73580967 \end{vmatrix} \\
 S_5 = \begin{vmatrix} 0.68637852 & -0.032364 \\ -0.032364 & 3.462333 \end{vmatrix} \quad S_{10} = \begin{vmatrix} 0.48039262 & 0.36412522 \\ 0.36412522 & 4.7855882 \end{vmatrix} \\
 \bar{S} = \begin{vmatrix} 0.92276987 & -0.11445845 \\ -0.11445845 & 4.40295127 \end{vmatrix}
 \end{array}$$

$\bar{S}$  es la matriz de varianzas y covarianzas promedio y la que se utiliza en el cálculo del estadístico para cada subgrupo (Bersimis et al., 2006):

$$T_i^2 = n \left( \bar{X}_i - \bar{\bar{X}} \right)' \bar{S}^{-1} \left( \bar{X}_i - \bar{\bar{X}} \right)$$

$$\begin{vmatrix} 9.903997 & 15.38813 \\ 9.905978 & 14.32671 \\ 9.657927 & 14.83036 \\ 10.268845 & 14.79021 \\ 10.280699 & 13.92426 \\ 9.76619 & 14.91634 \end{vmatrix}$$

$$\text{En donde } \bar{\bar{X}} = \begin{bmatrix} 9.9984918 & 14.76689 \\ 9.9984918 & 14.76689 \\ 9.9984918 & 14.76689 \\ 9.9984918 & 14.76689 \\ 9.9984918 & 14.76689 \\ 9.9984918 & 14.76689 \\ 9.9984918 & 14.76689 \\ 9.9984918 & 14.76689 \\ 9.9984918 & 14.76689 \\ 9.9984918 & 14.76689 \end{bmatrix} \quad \bar{X}_i =$$

El promedio de la variable  $X_1$  es 9.9984, el promedio de la variable  $X_2$  es 14.76689, el promedio del grupo 1 de la característica de calidad  $X_1$  es 9.903997 y el promedio del grupo 1 de la característica de calidad  $X_2$  es 15.38813.

Una vez realizada la operación matricial se obtienen los 10 valores  $T^2$  de Hotelling, uno para cada subgrupo.

<i>Subgrupo</i>	$T^2$
1	0.943278
2	0.557558
3	1.25794
4	0.799446
5	2.34927
6	0.617966
7	1.16867
8	4.18763
9	0.981511
10	0.833701

Y el límite de control superior, con  $\alpha=0.0027$  es:

$$LCS = \frac{p(m-1)(n-1)}{mn-m-p+1} F_{\alpha,p,mn-m-p+1} = \frac{2(10-1)(10-1)}{10*10-10-2+1} 6.325560135 = 11.5139$$

En la figura 2 se grafican los 10 valores  $T^2$  de Hotelling y el límite de control. Dado que ningún subgrupo tiene un valor  $T^2$  de Hotelling que sobrepasa el LSC se puede concluir que el proceso está bajo control estadístico.

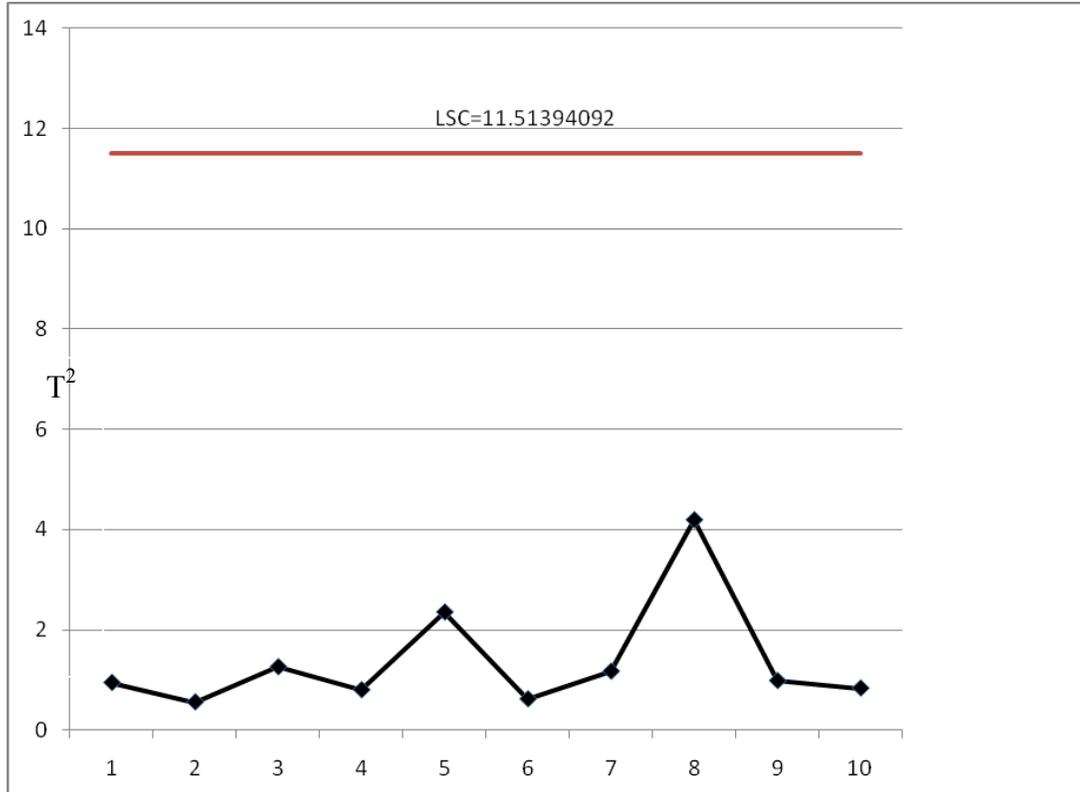


Figura 2. Gráfico  $T^2$  de Hotelling para 10 subgrupos de tamaño 10.

### **Uso de Statgraphics para la construcción del gráfico $T^2$ de Hotelling**

Para realizar un gráfico de control  $T^2$  de Hotelling en Statgraphics basta con seleccionar del menú principal las opciones de Control estadístico del proceso, Gráficos de Control, Gráficos de control multivariados, Gráfico de T-cuadrada (Figura 3).

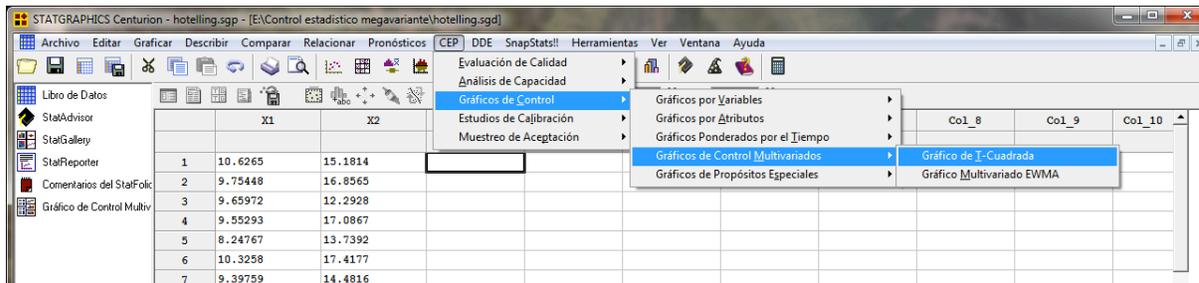


Figura 3. Menú principal en Statgraphics.

Posteriormente, se deben seleccionar las variables a analizar y si el tamaño del grupo es el mismo se debe escribir en la opción de tamaño de subgrupo. Si se trata de observaciones individuales dejar el espacio vacío (Figura 4).

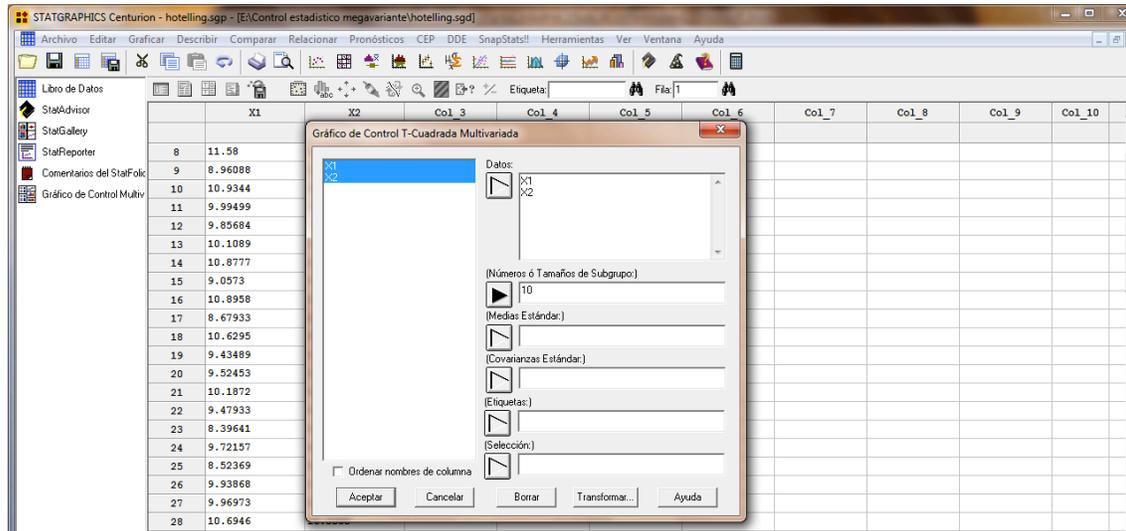


Figura 4. Selección de las  $p$  variables a analizar y del tamaño del subgrupo ( $m$ ) en Statgraphics.

Para realizar el equivalente a un gráfico de control estándar de 3-sigmas, ponga a alfa como  $\alpha = 0.27\%$  (Figura 5).

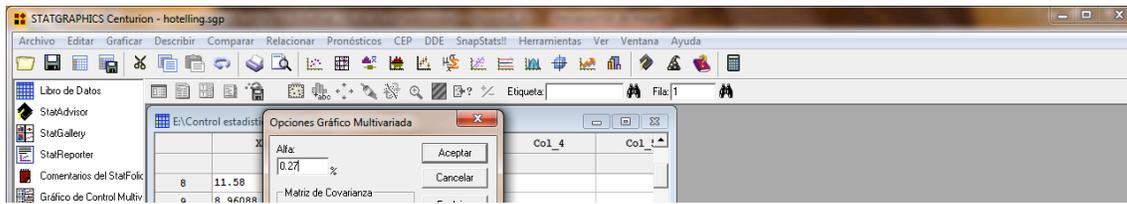


Figura 5. Selección del valor de significancia  $\alpha$  en Statgraphics.

Statgraphics mostrará las opciones de resultados, seleccionar todas las tablas y gráficos (Figura 6).



Figura 6. Tablas y gráficos disponibles en Statgraphics.

Los resultados se muestran en dos ventanas. En la del lado izquierdo se observan los valores de los estadísticos  $T^2$  de Hotelling para cada grupo y una tabla con los valores que superan el LCS (en caso de que haya) y la descomposición del mismo para detectar cual es la variable que da la señal de “fuera de control”. En el lado derecho aparece la grafica de control  $T^2$  y la elipse de control para detectar las variables que dan la señal de “fuera de control” (Figura 7).

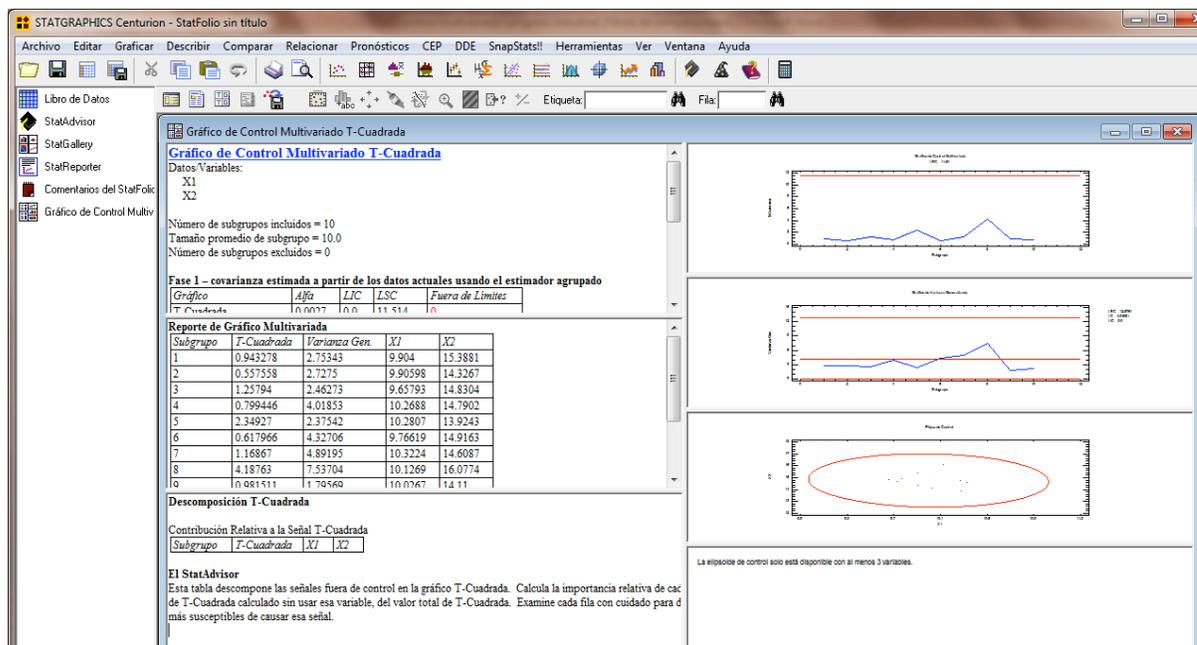


Figura 7. Resultados del gráfico de control T<sup>2</sup> de Hotelling en Statgraphics.

## Conclusiones

Es importante que los métodos estadísticos usados en el Control de procesos se adapten a las nuevas necesidades de los procesos de producción, tales como las mediciones de múltiples variables de interés que muy posiblemente se relacionan. Los gráficos de control multivariado, como el T<sup>2</sup> de Hotelling satisface estos requerimientos.

En la medida en que estos métodos multivariados de control de procesos se presenten de una manera más aplicada y con el apoyo de software (por ejemplo Statgraphics y R-project) se incrementa la posibilidad de que estas herramientas sean usadas con éxito en la mejora del desempeño de las organizaciones. Con la lectura del presente trabajo, los autores esperan que se motive el interés en el estudio y aplicación de herramientas estadísticas multivariadas, tan importantes en la actualidad.

En el presente trabajo se logró ilustrar con sencillas la metodología para la construcción del gráfico de control T<sup>2</sup> de Hotelling y además se usó Statgraphics como una herramienta que facilita la construcción del gráfico de control.

## **Referencias**

- Alt F.B. Multivariate quality control. The enciclopedia of statistical Sciences, Kotz., Johnson, NL, New ork:John Wiley, 1985;pp 110-122.
- Bersimis, Sotiris; Psarakis, Stelios y Panaretos, John, 2006. "Multivariate Statistical Process Control Charts: An Overview," MPRA Paper 6399, University Library of Munich, Germany.
- Cristina Barbiero, María I. Flury, Alberto Pagura, Marta Quaglino y Marta Ruggieri. 2003. Control estadístico de procesos multivariado mediante graficos de control multivariados  $T^2$  de Hotelling, MEWMA y MCUSUM. Octavas jornadas "Investigaciones en la Facultad" de Ciencias Económicas y Estadística. Universidad Nacional de Rosario.
- F. Zertuche-Luis y M. Cantú-Sifuentes. Una comparación del desempeño de las cartas de control  $T^2$  de Hotelling y de clasificación por rangos. INGENIERÍA Investigación y Tecnología IX. 3. 205-215, 2008. México
- Maria Isabel Flury y Cristina A. Barbiero.2001.Aplicaciones de técnicas de control multivariado en procesos industriales. Sextas Jornadas "Investigaciones en la Facultad" de Ciencias Económicas y Estadística. Universidad Nacional de Rosario.
- Mason R.L., Tracy N.D. y Young J.C. Decomposition of  $T^2$  for multivariate control chart interpretation. Journal of quality Technology. 1995. 27:99-108.
- Mosquera Restrepo, Jaime; Olaya Ochoa, Javier y Escobar, Rubria. Aplicación del control estadístico multivariante en un proceso de extrusión de película plástica. Scientia et Technica Año XIII, No 37, Diciembre de 2007. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Somesh Dasgupta. 1995. The evolution of the  $D^2$ -statistic of Mahalanobis.Indian J. pure appl. Math. 26(6):485-501.

**Anexo 1. Datos individuales usados en la grafica de datos individuales**

<b>Datos de la variable X1</b>									
10.6265	9.99499	10.1872	11.239	10.1541	11.0917	8.59361	12.8648	9.54327	9.50649
9.75448	9.85684	9.47933	11.7293	10.302	8.36331	9.97642	10.2761	9.79836	9.13841
9.65972	10.1089	8.39641	9.73637	9.45431	9.66293	11.5288	10.4589	11.5757	9.4144
9.55293	10.8777	9.72157	10.9192	11.631	10.9536	10.5609	9.66913	9.59293	10.3377
8.24767	9.0573	8.52369	8.77435	10.7703	10.5385	9.49702	8.95887	10.9338	10.4875
10.3258	10.8958	9.93868	8.76918	8.86739	11.2444	11.5264	10.8807	10.0363	9.79615
9.39759	8.67933	9.96973	9.90708	10.0344	8.31358	9.55534	10.4814	9.88701	8.55843
11.58	10.6295	10.6946	11.7226	11.1106	9.49208	9.70126	9.6239	10.5729	9.46494
8.96088	9.43489	9.32316	10.9215	10.8181	8.94015	11.1311	10.0589	8.62344	10.9229
10.9344	9.52453	10.3449	8.96987	9.66479	9.06165	11.1531	7.99623	9.70369	9.62562
<b>Datos de la variable X2</b>									
15.1814	16.7944	14.768	18.2685	14.3541	15.6468	16.2217	11.8382	13.424	16.1887
16.8565	16.6476	17.5577	15.0315	14.4922	13.8251	18.2027	17.7118	12.143	16.1974
12.2928	13.1024	13.5263	13.5713	13.5232	15.7715	14.0007	11.7395	15.4896	15.6449
17.0867	13.7175	15.917	15.6427	10.1722	12.8216	13.6136	16.1614	12.0097	14.6154
13.7392	17.6932	14.7209	15.231	15.8259	16.1758	14.4247	18.9721	15.3965	12.6238
17.4177	14.1574	17.6206	15.9778	12.1397	16.6797	14.9528	16.5005	12.3001	13.7848
14.4816	10.836	11.7242	13.2097	15.6922	17.0471	10.7712	13.5757	14.0478	14.2137
15.3962	14.2127	16.5305	12.6079	16.27	11.039	15.9312	15.4696	15.5462	10.7124
13.2717	14.4001	14.0502	13.171	12.9351	15.135	11.6827	19.8483	16.7477	18.7288
18.1575	11.7058	11.8882	15.1907	13.838	15.0218	16.2858	18.9569	13.995	14.2583



**Anexo 2. Datos en m=10 grupos todos ellos de tamaño n=10 usados en la grafica de datos agrupados**

Variable X <sub>1</sub>									
Grupo 1	Grupo2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10
10.6265	9.99499	10.1872	11.239	10.1541	11.0917	8.59361	12.8648	9.54327	9.50649
9.75448	9.85684	9.47933	11.7293	10.302	8.36331	9.97642	10.2761	9.79836	9.13841
9.65972	10.1089	8.39641	9.73637	9.45431	9.66293	11.5288	10.4589	11.5757	9.4144
9.55293	10.8777	9.72157	10.9192	11.631	10.9536	10.5609	9.66913	9.59293	10.3377
8.24767	9.0573	8.52369	8.77435	10.7703	10.5385	9.49702	8.95887	10.9338	10.4875
10.3258	10.8958	9.93868	8.76918	8.86739	11.2444	11.5264	10.8807	10.0363	9.79615
9.39759	8.67933	9.96973	9.90708	10.0344	8.31358	9.55534	10.4814	9.88701	8.55843
11.58	10.6295	10.6946	11.7226	11.1106	9.49208	9.70126	9.6239	10.5729	9.46494
8.96088	9.43489	9.32316	10.9215	10.8181	8.94015	11.1311	10.0589	8.62344	10.9229
10.9344	9.52453	10.3449	8.96987	9.66479	9.06165	11.1531	7.99623	9.70369	9.62562
Variable X <sub>2</sub>									
Grupo 1	Grupo2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10
15.1814	16.7944	14.768	18.2685	14.3541	15.6468	16.2217	11.8382	13.424	16.1887
16.8565	16.6476	17.5577	15.0315	14.4922	13.8251	18.2027	17.7118	12.143	16.1974
12.2928	13.1024	13.5263	13.5713	13.5232	15.7715	14.0007	11.7395	15.4896	15.6449
17.0867	13.7175	15.917	15.6427	10.1722	12.8216	13.6136	16.1614	12.0097	14.6154
13.7392	17.6932	14.7209	15.231	15.8259	16.1758	14.4247	18.9721	15.3965	12.6238
17.4177	14.1574	17.6206	15.9778	12.1397	16.6797	14.9528	16.5005	12.3001	13.7848
14.4816	10.836	11.7242	13.2097	15.6922	17.0471	10.7712	13.5757	14.0478	14.2137
15.3962	14.2127	16.5305	12.6079	16.27	11.039	15.9312	15.4696	15.5462	10.7124
13.2717	14.4001	14.0502	13.171	12.9351	15.135	11.6827	19.8483	16.7477	18.7288
18.1575	11.7058	11.8882	15.1907	13.838	15.0218	16.2858	18.9569	13.995	14.2583

## **Capítulo XII: Reestructuración organizacional en el área de Metodología del Departamento de Deportes del Instituto Tecnológico de Sonora, mediante el modelo de Anatomía de la Performance (AOP)**

*Alberto Uribe-Duarte<sup>1</sup>, Marco Antonio Conant Pablos<sup>1</sup>, Rene Daniel Fornés Rivera<sup>1</sup>, Adolfo Cano Carrasco<sup>1</sup>, Luz Elena Beltrán Esparza<sup>1</sup>, Alejandra Isabel Castro Robles<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup>Profesores de Tiempo Completo del Cuerpo Académico de Sistemas de gestión de la calidad  
<sup>2</sup>Alumno

Unidad Náinari, Instituto Tecnológico de Sonora  
Ciudad Obregón, Sonora, México; auribe@itson.mx

### **Resumen**

El departamento de deportes del ITSON ha logrado establecer cierto dominio en las Universiadas Nacionales logrando permanecer en los primeros 3 (tres) lugares durante 5 (cinco) años consecutivos y en el año 2009 logro el primer lugar; sin embargo, esto se ha dado con la problemática de no tener una estructura que garantice los resultados por sistema, más aún, la Institución ha decidido elevar sus estándares en el deporte por lo que el presente trabajo tiene como objetivo elaborar una reestructura organizacional en el área de Metodología que de soporte a la visión del Departamento de Deportes permitiendo alinear sus esfuerzos hacia la obtención de medallas por sistema en las olimpiadas.

Para este propósito se uso el Modelo de la Anatomía de la Performance (AOP) de Geary Rummler que consta de 4 fases, a saber: fase 1, resultados designados-determinados y proyectos definidos, fase 2, se definen las barreras que impiden lograr los retos establecidos y cambios específicos que favorecerán los resultados, fase 3, se establecen los cambios designados, desarrollados e implementados que están orientados a cerrar las brechas y fase 4, la cual establece el modelo de gestión que muestra el sistema de desempeño planeado y el administrado para evaluar los resultados establecidos e implementados. Se puede concluir e inferir que los resultados obtenidos permiten suponer que es posible participar en las olimpiadas ya que si se estructura la organización en la forma propuesta permitirá que las acciones de cada parte del sistema se alinee y por lo tanto se puedan alcanzar los estándares establecidos por el

departamento; es importante también definir los responsables de los procesos, garantizar la llegada de los insumos, controlar los hábitos en la formación de atletas, implementar los cambios en la estructura y establecer indicadores a cumplir por cada proceso involucrado; todo esto en pro de este objetivo, a saber Londres 2012.

### **Antecedentes y marco de referencia**

El deporte se ha practicado desde la concepción del ser humano como especie, algunos lo practican por salud, otros por diversión o entretenimiento y otros más por competencia; sin embargo, sea cual sea la razón por la que se practique los deportistas siempre buscarán de manera natural incrementar su rendimiento, alcanzar nuevas marcas y eficientar sus procesos. Por su facilidad es posible practicar una forma de deporte en cualquier lugar y/o país y se tienen requerimientos tan sencillos como un campo para correr, saltar o brincar; una pelota para jugar fútbol hasta actividades físicas o deportivas con aditamentos más sofisticados como estructuras y equipos para practicar otro tipo de deportes.

Todos los días en prácticamente cualquier parte de la tierra se pueden ver personas practicando alguna actividad física para convivir, por salud, esparcimiento, diversión o competencia, siendo esta última usada desde competencias en colonias, barrios, regiones, hasta competencias de índole mundial o de alto rendimiento.

En este tipo de competencia los participantes se reúnen en diferentes convocatorias mundiales según su propia naturaleza y en períodos preestablecidos para ello, cada día se efectúan encuentros en diversos lugares para que los deportistas muestren sus avances, esto permite que estos atletas llamados de elite se reúnan en lo que se conoce como la concepción más alta del deporte y donde todo atleta de alto rendimiento aspira a llegar, los llamados Juegos Olímpicos. Estos fueron llamados así por celebrarse en la ciudad de Olimpia y en sus inicios representaban un momento de unión entre las diferentes colonias griegas del Mediterráneo. Nacieron como festivales de religión,

prácticas atléticas y música que se unían para honrar a dioses y esclarecer a quiénes podían asumir el título de mejores deportistas de la época. Los primeros datos que se tienen de los Juegos en honor de los Dioses celebrados en Olimpia pertenecen a escritos de Hippias de Elis, y datan del 776 antes de Cristo. La base más fundada de su invención correspondería a la tradición que adjudica a Hércules y su creación como celebración de la victoria de Zeus, su padre, ante Chronos, en la Titanomaquia, (Cobiella N. 2008).

Las primeras ediciones duraban apenas un día y se reducían a festejar a los dioses, pero poco a poco fue tomando cuerpo la competición, alimentada por el espíritu guerrero de los griegos clásicos. Los ganadores tenían el honor de grabar su nombre en el Estadio, para lograr la inmortalidad y reconocerlos como vencedores.

La fama de los Juegos de Olimpia consiguió que griegos de todas las ciudades conquistadas por la civilización llegaran a la península del Peloponeso para competir. Entre las ciudades que más y mejores atletas trajeron se encuentran Atenas, la ciudad del sur de Italia de Cortón, Mileto, en el Asia Menor y la isla de Naxos.

En los inicios de las olimpiadas, las pruebas que se disputaban eran las siguientes: Pankration (lucha a muerte), Lucha (prácticamente tal como la conocemos actualmente), Boxeo (mucho más cruel que el actual, sin apenas reglas), Carreras de Carros, Carreras a pie, Pentatlón (consistente en lanzamiento de disco, jabalina, salto de longitud, lucha y carrera a pie), Música (considerada una competición más), (Cobiella N. 2008).

En la actualidad los Juegos Olímpicos son un movimiento deportivo donde los países muestran su supremacía en la competitividad deportiva; es bien sabido que los gobiernos invierten una parte de su presupuesto en el desarrollo del deporte como una salida al bienestar social, a través de la activación física; por otra parte las organizaciones buscan encaminar sus esfuerzos al logro de objetivos o metas; según (Jones, 2003), define una organización como *“Una herramienta usada por las personas para coordinar sus*

*acciones en busca de obtener algo que desean o valoran.”* Cuando el giro de las organizaciones es la presentación de eventos deportivos o el beneficio de deportistas, sus metas estarán encaminadas al logro deportivo.

El paso de México en los Juegos Olímpicos ha producido medallas, pero no son suficientes para el número de población con la que cuenta el país; la última medalla de oro se obtuvo en Sidney 2000 en el deporte de levantamiento de pesas con Soraya Jiménez. Por otro lado los deportes con tradición medallista son la marcha y actualmente esta sobresaliendo los clavados. En Atenas 2004, se obtuvieron medallas de plata y bronce en deportes como atletismo, ciclismo y taekwondo, todos ellos deportes individuales, (Aguirre-Botello 2008).

Para las Olimpiadas de Atenas 2004, los señores Michiel Bloem y Arnoud Vermei 2001, diseñaron un proyecto de sueño olímpico para el equipo nacional de natación de Holanda, aplicando conceptos de Tecnología del Desempeño Humano TDH de Rummeler y Brache, basado en estrategias, procesos y sistemas de desempeño humano, (Michiel B. y A. V. 2004).

Sonora se ha destacado a nivel nacional por aportar siempre atletas de alto rendimiento que pueden incursionar a justas deportivas internacionales; para el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), el deporte es un escaparate ante el país, como un organismo de rendimiento deportivo valioso y como el área que apoya el desarrollo integral del alumnado y la sociedad. En los eventos deportivos conocidos como Universiada Nacional, el Itson ha logrado mantenerse entre los primeros 3 (tres) lugares en sus dos formas de evaluación: Medallas y Puntuación. La forma de rendimiento es donde los deportistas obtienen uno de los tres primeros lugares que dan preseas, oro para el primer lugar, plata para el segundo y bronce al tercer lugar; por otro lado la evaluación por puntuación es identificada como la preocupación de desarrollar la masividad en las universidades participantes y esta se mide con los logros de los deportes que pasaron al nacional, la Comisión Nacional Del Deporte Estudiantil CONDDE, otorga

reconocimiento a las universidades que lograron estar entre los primeros diez lugares en Puntuación y dentro de los tres primeros lugares en Medallas.

El departamento de Deportes del ITSON es el que administra lo relacionado con justas y eventos deportivos para la Institución, está conformado por tres líneas funcionales: Deporte Profesional, Deporte Federado y Deporte Universitario, dentro de este último está el Área de Alto Rendimiento quien administra y controla los deportes que ofrece el departamento: Ajedrez, Atletismo, Baloncesto, Balonmano, Beisbol, Fútbol Americano, Futbol de Bardas, Futbol Soccer, Gimnasia Aeróbica, Halterofilia, Judo, Karate Do, Natación, Taekwondo, Tenis, Tenis de Mesa, Tiro con Arco, Voleibol de Playa y Voleibol de Sala; cada uno de estos deportes tiene su estructura y son manejados por un jefe de rama. El área de Alto Rendimiento tiene otros apoyos como las ciencias aplicadas conformado por: Metodología, Medicina, Psicología deportiva; los cuales dan servicio a los deportistas, entrenadores y jefes de rama deportivas buscando mejorar su rendimiento deportivo.

### **Problema**

Los resultados obtenidos en los últimos años por departamento han sido satisfactorios, no obstante, se pretende mejorar aún más el rendimiento en las justas deportivas buscando alinear los esfuerzos hacia las competencias olímpicas. En la actualidad el departamento de Deportes ha logrado excelente resultados (Análisis Estadístico Universiadas, Deportes Itson 2007); sin embargo, las realidades que llevaron a estos logros no garantizan el mantenimiento o superación de los mismos, cada universidad se está preparando para ser mejor, y aquella universidad que planteó sus estrategias de una mejor manera y alinea sus esfuerzos a sus objetivos será la que llegará más lejos. La alineación estratégica con la que se estructura todo el departamento de deportes debe sentar las bases en tres niveles de rendimiento: nivel organizacional, nivel procesal y nivel personal; para ese efecto, el departamento de Deportes, inició una técnica llamada Workout, donde intervinieron los trabajadores del departamento para facilitar la

generación de ideas y analizar los problemas que afectan a la organización, en particular aquellos que impiden llegar a los objetivos deseados; el método para utilizar esta técnica parte de una o varias preguntas que detonan la generación de ideas para resolverlos analizando las causas y/o consecuencias que se presentan tanto en los problemas como en las soluciones; al término de la técnica se determinan las líneas o propuestas a seguir para la mejora del desempeño de la empresa, los trabajadores y la sociedad.

Al establecer la pregunta del planteamiento de la dinámica del workout: ¿Qué estructura organizacional y procesos se deben de construir, de aquí al 2012 en el área de Deportes, para lograr que ITSON por sistema, obtenga al menos una medalla en los Juegos Olímpicos de Londres? (Workout, Deportes Itson, 2007); a partir de esta se derivaron una serie de ideas que culminaron en que el departamento de deportes necesita de estrategias claves como convenios con federaciones nacionales, estructura de fuerzas básicas aplicadas y prioridad de deportes con posibilidades reales de medallas para generar atletas olímpicos.

El departamento cuenta con procesos definidos para las diferentes áreas del mismo y estos están registrados; sin embargo, estos carecen de funcionalidad integral ya que se encuentran aislados, y, además no se detectan y evalúan esquemáticamente aquellos puntos con opciones de mejora.

A nivel del trabajador se tienen varios actores en juego, están los deportistas que solo piensan en recibir su apoyo económico y siempre están preocupados en cómo sobrevivir económicamente y en su rol de estudiante; por otro lado está la profesionalización de personal técnico que le falta integrar el entrenamiento mental, intelectual y social, ya que solo manejan el físico.

Debido a lo anterior se puede comentar que el Departamento de Deportes del ITSON se encuentra carente de la conjunción del desempeño en una estructura definida por el

rendimiento funcional para Juegos Olímpicos, y de esta manera se plantea la pregunta que se trabajó en el (Workout, Deportes Itson, 2007) ¿Qué estructura organizacional y de procesos se debe construir, para que en Londres 2012 el ITSON logre por sistema, al menos una medalla en las Juegos Olímpicos de ese año?

### **Objetivo**

Elaborar una reestructuración organizacional en el área de Metodología que de soporte a los objetivos del Departamento de Deportes del Itson, permitiendo alinear sus esfuerzos hacia la participación y obtención de medallas por sistema en las olimpiadas, mediante el modelo de la Anatomía de la Performance (AOP).

### **Método**

El Modelo de Anatomía de la Performance (AOP) del Dr. Geary Rummel se basa en cuatro fases que describen el proceso de mejora de resultados, las fases son:

1. Resultados designados-determinados y proyectos definidos, donde se identifica la perspectiva de gestión actual a nivel táctico y estratégico, además de gestión de proceso y de empresa.
2. Se definen las barreras que impiden lograr los retos establecidos y cambios específicos que favorecerán los resultados.
3. Se definen los cambios designados, desarrollados e implementados que están orientados a cerrar las brechas.
- 4) Establece el modelo de gestión que muestra el sistema de desempeño planeado y el administrado para evaluar los resultados establecidos e implementados.

A continuación se describe el procedimiento a utilizar en este proyecto:

Se definen los sujetos de estudios aplicables a esta intervención que son: la estructura que guarda el departamento de deportes en estos momentos y los responsables de la misma, se establecen para ese efecto reuniones periódicas con entrenadores, jefes de

rama, coordinadores del departamento y el jefe del mismo con el propósito de analizar, debatir, documentar y mejorar los procesos buscando alinear las acciones a los resultados deseados por el departamento

### **Fases del proceso de mejora de resultados.**

#### **Fase 1. Resultados designados determinados y proyectos definidos.**

En la primera fase se determinan los resultados a los que la empresa quiere llegar para establecer la brecha que separa a la empresa de sus metas u objetivos, para ello, se identifica la cadena de abastecimiento, donde se enfoca al considerar el mercado de capital, mercado de trabajo, proveedores y laboratorios de investigación. Después se identifica la perspectiva de gestión actual, buscando ver la forma actual como se desarrollan las actividades dentro de la organización. Para ello se identifica la perspectiva de gestión actual de la empresa, expresado en nivel táctico la estructura de la empresa o departamento en caso de que sea una empresa grande. Otro nivel a considerar es el estratégico, que este es definido en la alta dirección y los demás departamentos bajan la información para alinear sus metas y objetivos. Dentro de la parte de gestión se enlistan los procesos definidos en caso de contar con ellos, de lo contrario se deberán diseñar; para la gestión de empresa se debe definir la estructura organizacional de la empresa o el departamento en estudio; por último se deberá definir la jerarquía de desempeño planeado (PP) y desempeño administrado (PM).

#### **Fase 2. Barreras determinadas y cambios específicos.**

El objetivo es identificar las barreras que tiene la empresa para alcanzar los resultados y especificar los cambios necesarios para cerrar la brecha en los resultados, los cuales se dan en: retos organizacionales que serán la línea a seguir por la empresa o área, se selecciona el procesos a estudiar y los resultados que se espera en un tiempo de dos o más años transcurridos. Con ello la empresa tendrá claro que las brechas tienen obstáculos a vencer y se definirán que cambios son necesarios de modificar.

### **Fase 3. Cambios designados, desarrollados e implementados.**

En esta fase se busca guiar el diseño, desarrollo e implementación de los cambios recomendados para cerrar la brecha de los resultados; para ello se establece la estructura de la jerarquía del sistema de procesamiento en todos sus niveles: sistema de procesamiento, sistema de creación de valor, nivel 1 procesos primarios, nivel 2 procesos secundarios, nivel 3 opinión de tareas y nivel 4 opinión de subtareas. Esto por parte de la estructura de procesos y en ella se refleja la jerarquía del sistema de procesamiento donde las entradas son los recursos con que cuenta la empresa para trabajar, en la parte de proceso están todos los procesos y la parte de las salidas a cumplir, por otro lado está el ambiente de negocio donde se desenvuelve la organización y la competencia.

Cuando se selecciona un proceso primario, este debe estar contenido en una cadena de valor, donde la conjunción de todos los procesos visualice el sistema organizacional de la empresa; al momento de seleccionar el proceso primario este es dividido en procesos secundarios y se selecciona uno para establecer los acuerdos de tareas y a su vez los acuerdos de las Subtareas.

Por otro lado esta lo administrativo, donde se debe: Alinear verticalmente los recursos de administración que necesita la empresa, también se alinea horizontal el valor de la administración y se diseña el mapa de cadena con valores de funciones cruzadas.

### **Fase 4. Resultados evaluados y mantenidos e implementados.**

Se debe trabajar con la administración de la empresa para monitorear y evaluar los resultados que determinen las modificaciones que requieren los cambios para cerrar la brecha en los resultados, finalmente la administración de la empresa evalúa el valor del proyecto. Utiliza los componentes del modelo de gestión o PPMS (Sistema de Desempeño Planeado y Desempeño Administrado):  
PE. Performance Ejecutada o Desempeño Ejecutado

PP. Performance Planeada o Desempeño Planeada

PM. Performance Administrada o Desempeño Administrado

Además se diseña el sistema de gestión empresarial que está compuesto por cinco componentes críticos:

- Requisitos previos. Donde se establece el Modelo de Negocio y la creación de valor y el sistema de proceso de arquitectura que refleja el modelo de negocio.
- Funciones de Gestión para los puestos involucrados en el proyecto.
- Planificación y configuración de secuencia de objetivos con el fin de dar prioridad a las metas.
- Gestión de procesos se establece el proceso del Calendario administrativo el cual es anual y trimestral.
- Sistema de Organización IQ mantiene la información necesaria para gestionar el sistema de creación de valor. Para lograr mantener informado al sistema se debe establecer: E1 Sistema de seguimiento de la ejecución, E2 Rendimiento del historial, E3 Historial de resultados en la distribución y análisis de calendario.

## **Resultados**

### **Fase 1. Resultados designados determinados y proyectos definidos.**

#### **1) Identifica la perspectiva de gestión actual.**

- **Nivel Táctico:** El departamento de deportes maneja tres procesos principales, 1.0 Detección de talentos, 2.0 Entrenamiento y 3.0 Competencias, los cuales están documentados en diagrama de flujo, pero falta la documentación que exprese los conceptos, actividades, recursos y materiales. El cliente principal del departamento es el alumno-deportista, y cuentan con otros clientes resultando de las actividades enfocadas a la comunidad y el personal de la Institución. Es importante resaltar que el deportista es también el producto que sufre modificaciones durante el paso por los procesos. Actualmente no está definido quien establece el proceso de desempeño, punto importante a considerar porque marca la pauta de donde quiere estar el departamento.

Los actores principales del proceso de entrenamiento son jefes de rama deportiva y entrenadores, el producto a mejorar es el alumno-deportista y el personal administrativo y técnico son de apoyo a las necesidades y requerimientos de los deportes. Al proceso de entrenamiento le falta una mejor estructura en el nivel tres de tareas y nivel 4 de Subtareas para cada personal involucrado.

- **Nivel Estratégico:** La estrategia del departamento es colocar al menos a un deportista en los Juegos Olímpicos de Londres 2012, para ello se requiere de un proyecto bien establecido y funcionando de fuerzas básicas, para generar un semillero que a la crea la competencia entre los deportistas. Para ello, requiere de procesos bien establecidos que avalen la estrategia y que los resultados se den por sistema establecidos. Los procesos del departamento son: detección de talentos, entrenamiento y competencia. El primer proceso es la base para tener medallistas desde el inicio en su primer año de estudios en la universidad; es necesario se mejore la cadena de valor, alinear los procesos de apoyo con los procesos principales y definir las tareas y Subtareas de todo el personal acorde a lo esperado.

- **Gestión de Empresas:** Mejorar la gestión tradicional de trabajo del departamento través de una estructura organización más plana; generar el sistema de creación de valor para los procesos y conocer el negocio de la detección de talento de otras universidades para tomar de base su planeación y mejorar la parte de cómo atraer el talento deportivo.

## 2) Jerarquía de PP/PM

El departamento de deportes no cuenta con el diseño de jerarquía de PP/PM, por lo que se elaboró una propuesta basada en las funciones conocidas de las de los involucrados en el proceso de entrenamiento, la cual se puede apreciar en la Figura 1.

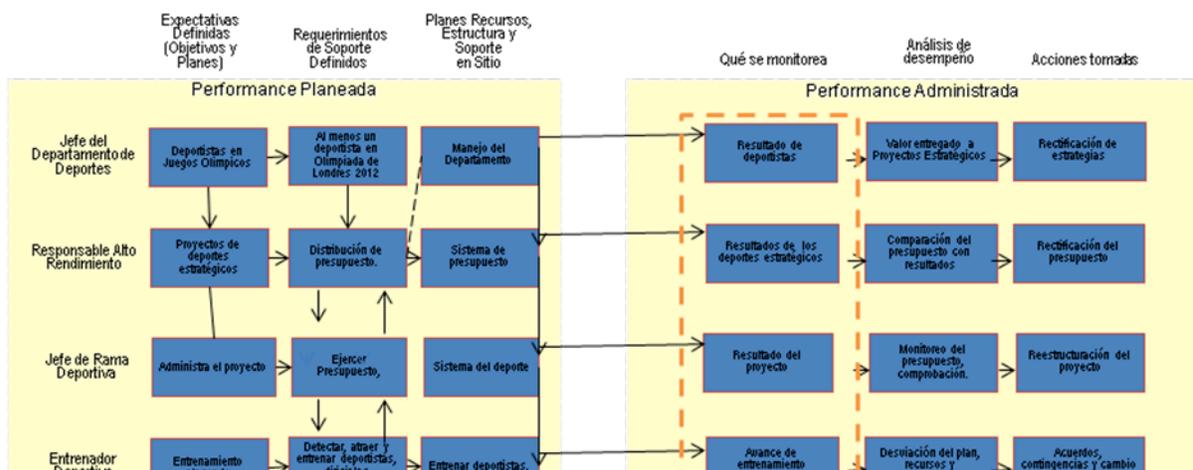


Figura 1. Jerarquía de Performance Planeación y Performance Administrada.

En la propuesta de jerarquía PP/PM, se muestra los actores principales involucrados en los procesos, desde el jefe del departamento hasta el entrenador y como las estrategias van definiendo metas y objetivos en los puestos siguientes; lo importante a resaltar es que en la performance planeada el entrenador define sus planes basados en la estrategia de contar con deportistas en juegos olímpicos; y por otra parte, la performance administrada da la oportunidad de corregir acciones ante situaciones no planeadas en cada nivel de responsabilidad.

**Fase 2. Barreras determinadas y cambios específicos.**

- **Retos organizacionales:** Colocar un deportista formado en ITSON, en los Juegos Olímpicos de Londres 2012, para lo cual se requiere recursos financieros (patrocinios) y plan de competencia internacional.
- **Desempeño del proceso:** los procesos que maneja el departamento de deportes son: 1.0 Detección de talentos, 2.0 Entrenamiento y 3.0 Competencia; la propuesta de reestructuración es para el proceso de entrenamiento, ya que se considera que existen deportistas para estar en juegos olímpicos; la reestructuración consistirá en alinear los procesos primarios y el desglose de las tareas y Subtareas para el proceso de entrenamiento del puesto de entrenador deportivo.

- **Resultados después de dos años:** Contar con el proceso de entrenamiento funcionando por sistema y que el entrenador esté aplicando las tareas y Subtareas especificadas en este proyecto.

### **Fase 3. Cambios designados, desarrollados e implementados.**

La Jerarquía del Sistema de Procesamiento del Departamento de Deportes, muestra el entorno donde se desenvuelven los procesos de detección de talentos, entrenamiento y competencia, dicho entorno va enfocado desde el ambiente de negocio externo, donde el factor de cultura deportiva es el que más afecta en los resultados y la estrategia por el departamento. La cultura deportiva consiste en realizar actividad deportiva desde edades tempranas, el cuidado personal, mental, intelectual y emocional. Se debe considerar que un deportista de talla olímpica no descuida un solo detalle, ya que es dar ventaja a los competidores; el plan de patrocinios debe modificarse para solventar la estrategia, y soportar el trabajo. La propuesta de este trabajo es la reestructuración del proceso de entrenamiento hasta el nivel 4 del puesto de entrenador, donde solo se mencionarán las actividades de los puestos que rodean al entrenador, en la figura 2 se muestra la distribución completa del sistema de procesamiento.

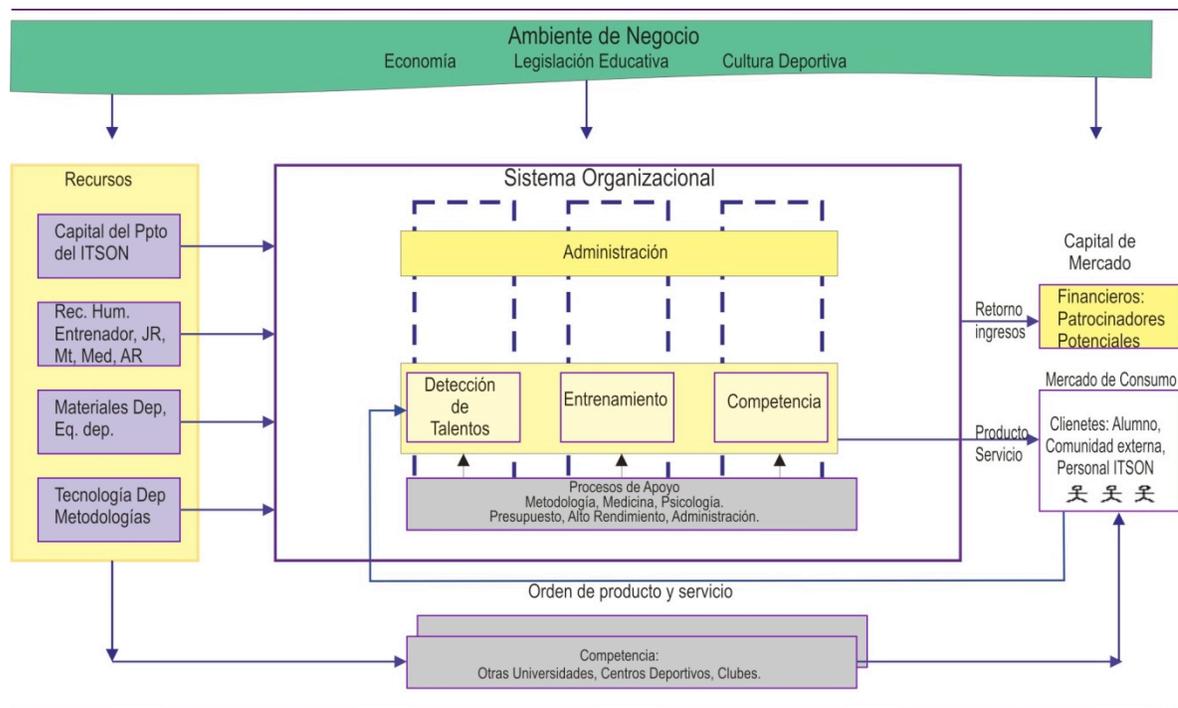


Figura 2. Sistema de procesamiento del Departamento de Deportes.

La creación del sistema de valor del departamento de deportes, está enfocado en tres procesos primarios: detección de talentos, entrenamiento y competencia; y varios procesos secundarios que tienen los puestos de apoyos como: metodología, medicina, psicología, fuerzas básicas, alto rendimiento, administración y escuelas-academias. La materia prima que pasa por estos tres procesos es el alumno-deportista del Instituto Tecnológico de Sonora, alumnos de preparatorias y secundaria que conforman las fuerzas básicas y niños de primaria que están en algún curso de las escuelas y academias de la institución.

El proceso de detección de talento tiene el objetivo de atraer deportistas juveniles e infantiles para conformar las selecciones de fuerzas básicas, en dicho proceso se llevan a cabo pruebas que respaldan las condiciones físicas, técnicas, médicas, nutricionales y académicas de los aspirantes. El proceso de entrenamiento engloba todas las actividades relacionadas con la planificación, aplicación y seguimiento de los planes de

entrenamiento; y el proceso de competencia es el reflejo de los resultados deportivos, los cuales están sentados sobre una administración que se representa en la Figura 3.

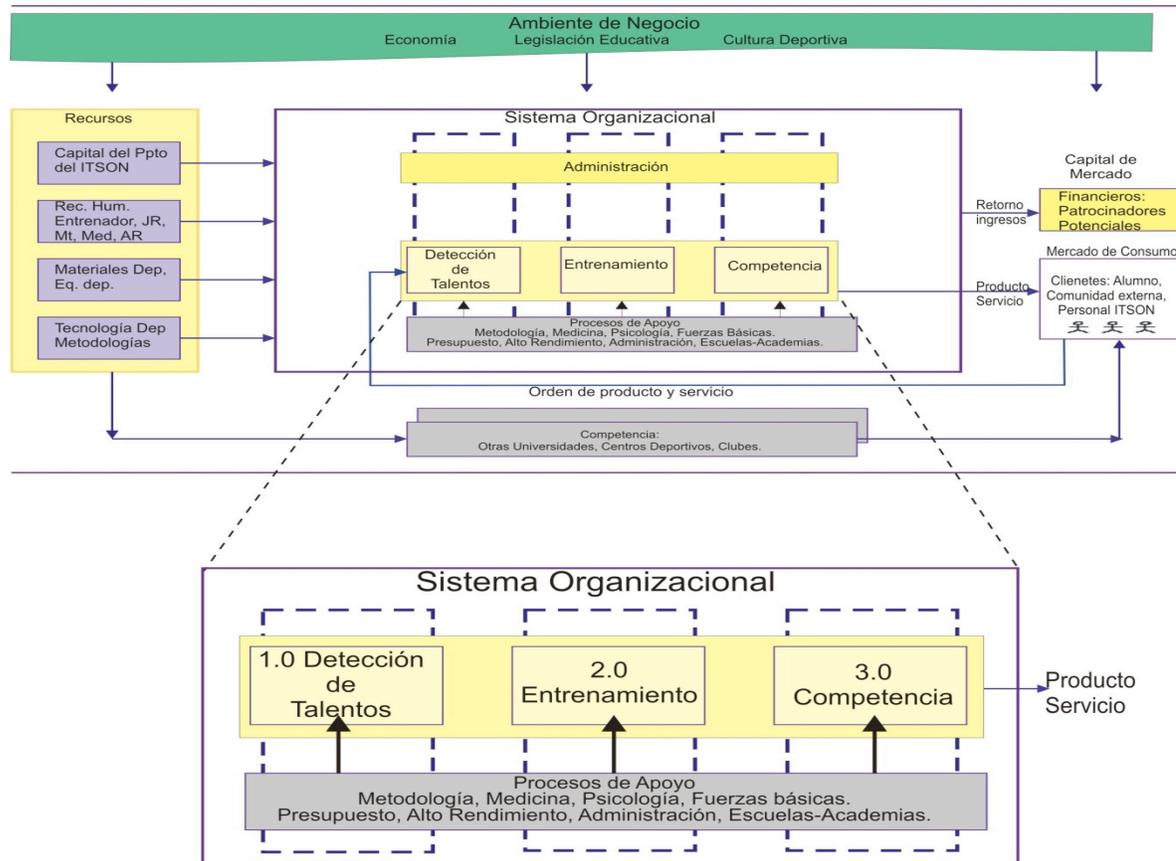


Figura 3. Creación del sistema de valor del Departamento de Deportes.

Por último están los procesos de apoyo que dan soporte al entrenador, cada uno con sus características; metodología con soporte técnico metodológico; medicina ayudando en la rehabilitación, recuperación y prevención de lesiones; psicología (actualmente no hay vacante), pero su función es el entrenamiento mental; las fuerzas básicas proveen de talento en edades menores y juveniles a las selecciones de la institución; alto rendimiento y administración gestionan los recursos humanos, materiales y de equipo deportivo; por último, se encuentran las escuelas y academias las cuales son semilleros en las edades escolares.

En la Figura 4, se muestra el desglose de la cadena de valor de cada uno de los procesos. Dentro de la cadena del proceso de detección de talento se encuentra los siguientes procesos primarios: revisión médica, evaluación de las ciencias aplicadas e integrar el expediente; en el proceso de entrenamiento están: elaborar plan escrito, plan gráfico e integrar al macrociclo las ciencias aplicadas. Por último en el proceso de competencia: está discutir plan de competencia, tramitar recurso y seguimiento de ciencias aplicadas y administración.

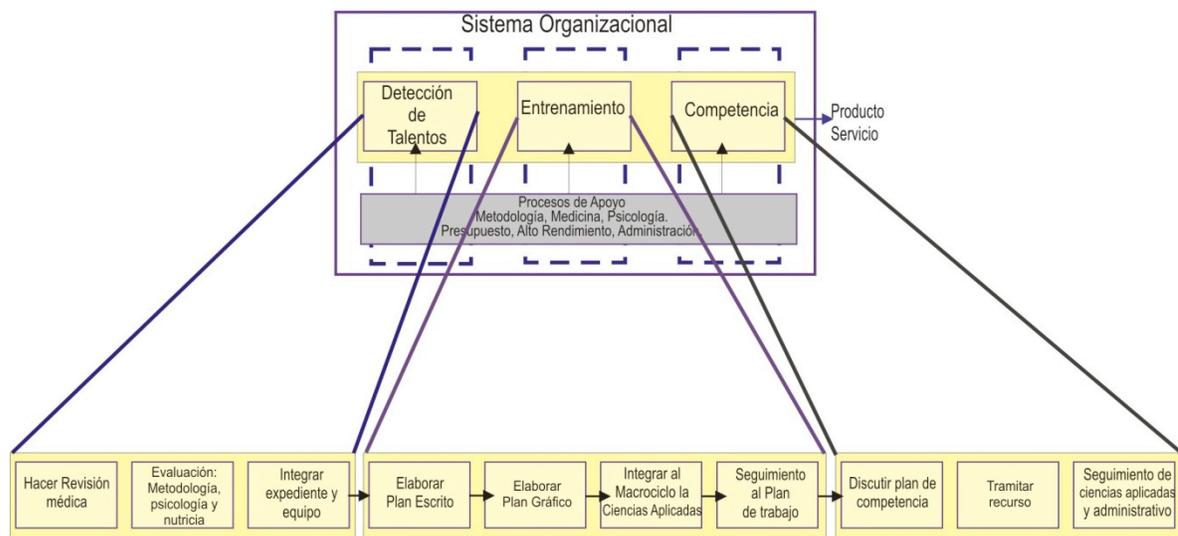


Figura 4. Sistema de creación de valor de los procesos del departamento de deportes.

**Nivel 1. Procesos primarios.** El área a estudiar es la que se encuentra encerrada en el círculo y corresponde al proceso de entrenamiento, comprende los siguientes procesos claves:

Elaborar plan escrito: es el documento que expresa el análisis del macrociclo concluido en la temporada anterior y que es la base para la planificación del nuevo ciclo, se describen puntos como el inventario de deportistas, cumplimiento de objetivos, diseño de objetivos para la nueva temporada, recursos materiales, de equipo, de personal disponible, y los nuevos requerimientos de recursos, instalaciones y competencias.

**Elaborar plan gráfico:** es la representación gráfica de la planeación técnica de entrenamiento, donde se refleja las fechas de entrenamiento, test, competencias y la dinámica de cargas de entrenamiento que deben ser monitoreadas, por las áreas de apoyo.

**Integrar al macrociclo las ciencias aplicadas:** es la actividad de incorporar y conocer las fechas de evaluaciones físicas, técnicas, médicas, antropométricas, nutricionales y psicológicas.

**Seguimiento al Plan de trabajo:** es monitorear las actividades claves de trabajo del personal técnico y de apoyo, para realizar un análisis y replantear estrategias y tácticas de trabajo; en el área de metodología es de ayuda para corregir acciones técnicas; en las otras ciencias el seguimiento está enfocado en el cumplimiento de metas personales tal como se aprecia en la Figura 5.

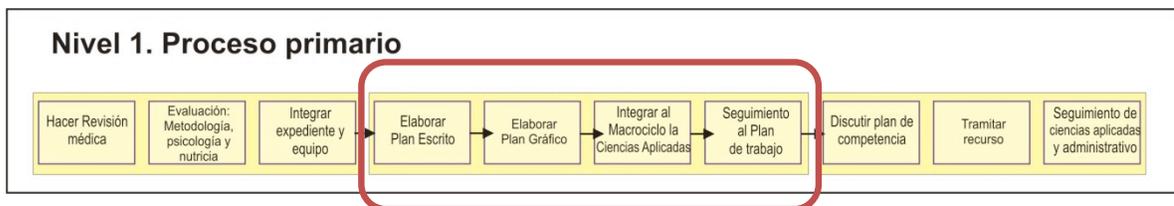


Figura 5. Nivel 1, proceso primario del departamento de deportes del ITSON.

**Nivel 2. Proceso secundario:** en las figuras 6, 7, 8 y 9 se muestran ejemplos del desglose de actividades para el proceso secundario de seguimiento al plan de trabajo.

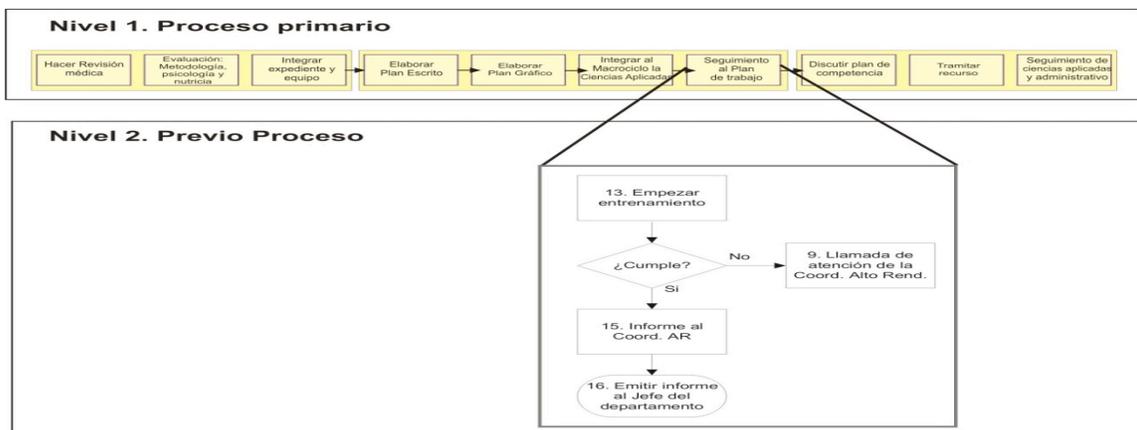


Figura 6. Nivel 2 proceso secundario (Seguimiento al plan de trabajo) del departamento de deportes del ITSON

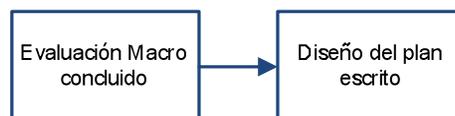


Figura 7. Nivel 2 proceso secundario plan escrito.

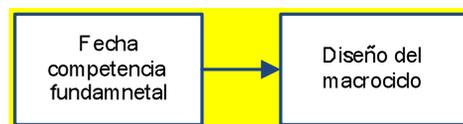


Figura 8. Nivel 2 Proceso secundario plan gráfico.

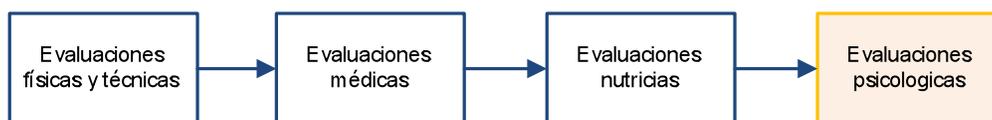


Figura 9. Nivel 2 Proceso secundario integrar al macro las ciencias aplicadas CA.

**Nota:** Las evaluaciones psicológicas no se llevan a cabo debido a que el departamento de deportes no tiene psicólogo deportivo.

**Nivel 3. Acuerdos de tareas:** del proceso seguimiento del plan de trabajo/Empezar entrenamiento, donde el entrenador tiene las siguientes tareas:

**Tareas del Entrenador:** Revisar materia y equipo deportivo, Pase de asistencia, Aplicar entrenamiento, Anotar resultados, Cerrar sesión de entrenamiento, (figura 10).

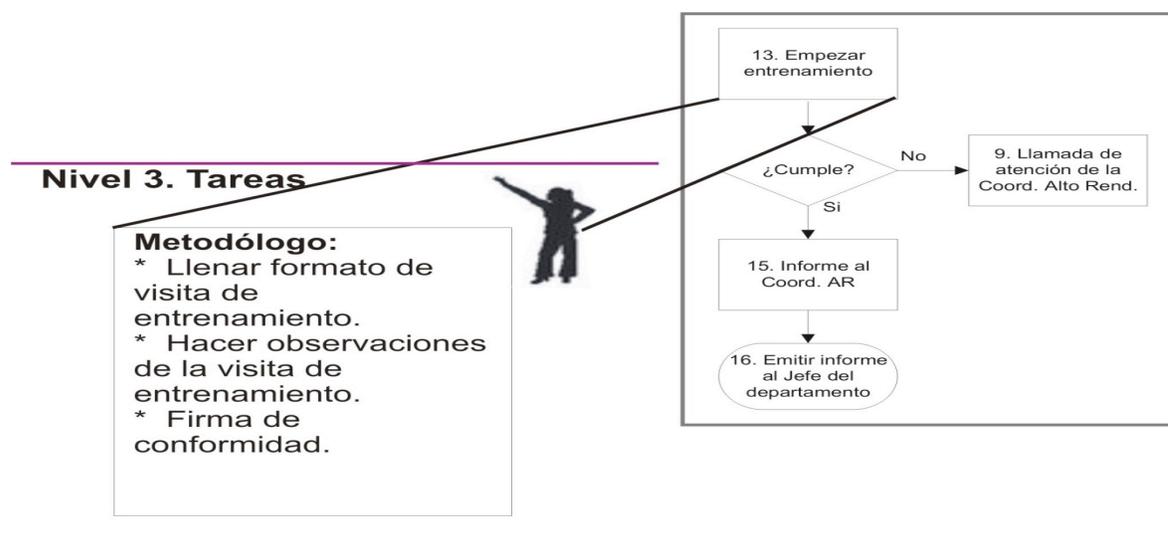


Figura 10 Nivel 3-Acuerdos de tareas del proceso Empezar entrenamiento, para las tareas del metodólogo.

**Puesto: Entrenador,** en la tabla 1 podemos apreciar los acuerdos de tareas del procesos de entrenamiento, en el departamento de Deportes.

Tabla 1. Nivel 3 Acuerdos de tareas del proceso de entrenamiento, en el departamento de deportes de ITSON

Proceso del Nivel 1	Nivel 2. Tareas	Nivel 3. Acuerdos de tareas
Plan escrito	Evaluación macrociclo concluido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de resultados y rivales</li> <li>• Resultados de competencias preparatorias</li> </ul>
	Diseño del plan escrito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar objetivo del nuevo macrociclo</li> <li>• Determinar fechas de evaluación</li> <li>• Determinar fechas de competencias</li> <li>• Determinar recursos</li> </ul>

Plan gráfico	Fecha de competencia fundamental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar las fechas del evento fundamental</li> <li>• Analizar instituciones competidoras</li> </ul>
	Diseño del macrociclo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar fechas de etapas</li> <li>• Determinar carga de trabajo por capacidad</li> </ul>
Integrar macro a CA	Evaluación física y técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de deportistas</li> <li>• Aplicación de test o pruebas (físicas y/o técnicas)</li> </ul>
	Evaluaciones médicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de deportistas</li> <li>• Aplicación de test de laboratorio</li> </ul>
	Evaluaciones nutricias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de deportistas</li> <li>• Aplicación de antropometría</li> </ul>
	Evaluaciones psicológicas	<i>Nota: no hay psicólogo deportivo</i>
Seguimiento al plan de trabajo	Empezar entrenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar material y equipo deportivo</li> <li>• Pase de asistencia</li> <li>• Aplicar entrenamiento</li> </ul>
	Informe al responsable de alto rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recabar la información</li> <li>• Elaborar el informe</li> <li>• Entregar informe</li> </ul>

En la tabla anterior se enlistan los acuerdos de tareas para cada proceso secundario del proceso primario entrenamiento; con ello se podrá hacer el listado de las Subtareas.

**Nivel 4. Opinión de Sub-tareas:** las tareas enlistadas en la tabla 3 deberán ser desglasadas en Subtareas para determinar cada una de las actividades claves que darán sentido al trabajo que hace el entrenador deportivo durante el proceso de entrenamiento. En la figura 29 se ilustra las Subtareas para un metodólogo de la tarea de empezar entrenamiento, cabe resaltar que el metodólogo realiza actividades de apoyo al entrenador, (figura 11).

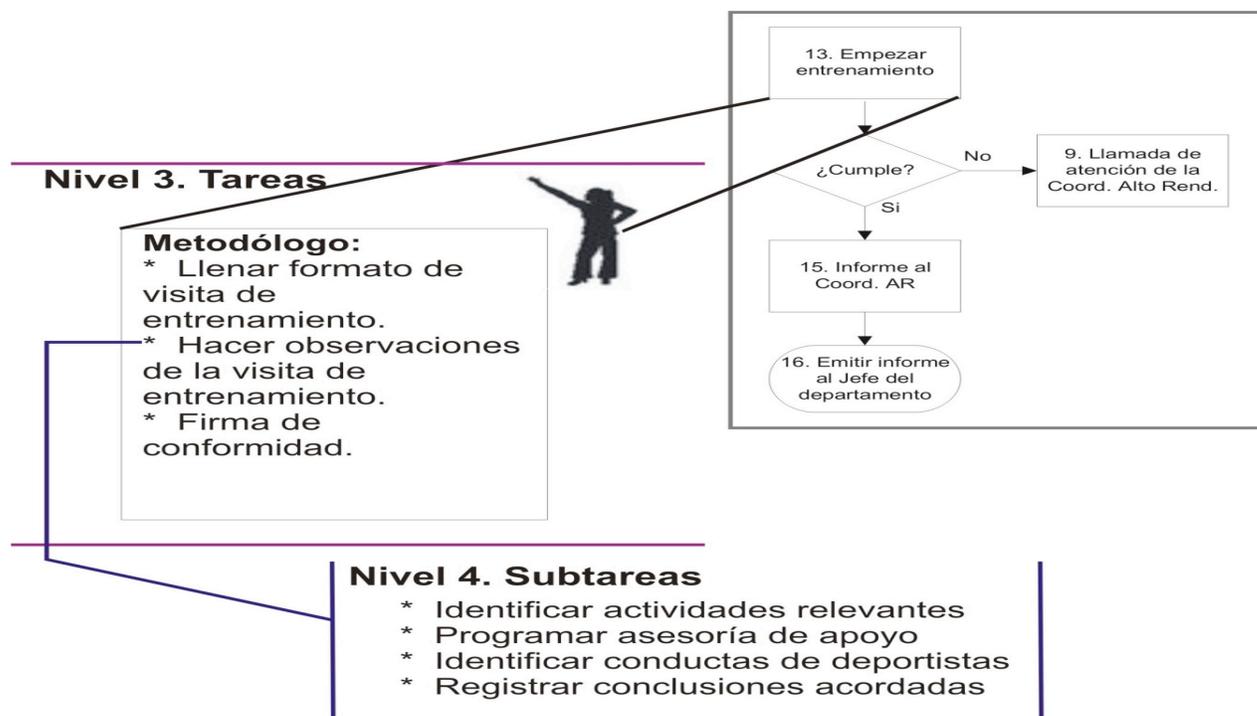


Figura 11. Nivel 4-Opinión de Sub-tareas de un metodólogo, del departamento de deportes del ITSON

A continuación se enlistan las Subtareas del proceso de entrenamiento para el puesto de entrenador.

Tabla 2. Nivel 4 Acuerdos de Subtareas del procesos de entrenamiento, en el departamento de deportes de Itson.

Proceso Nivel 1	Proceso Nivel 2	Nivel 3. Acuerdos de tareas	Nivel 4. Acuerdos de Subtareas
Plan escrito	Evaluación macrociclo concluido	• Análisis de resultados, rivales y	• Recopilar la información de competencia fundamental • Enlistar a los rivales de la competencia fundamental
		• Resultados de competencias preparatorias	• Enlistar resultados en competencia de deportistas durante el macrociclo • Análisis de las evaluaciones físicas y técnicas

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar fortalezas y debilidades del deportista</li> </ul>
	Diseño del plan escrito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar objetivo nuevo macrociclo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recabar información del análisis de resultados y rivales</li> <li>• Investigar estrategia con Alto Rendimiento</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar fechas de evaluación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar el fin de cada mesociclo y etapa</li> <li>• Verificar que no choque con fechas de competencia</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar fechas de competencias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las etapas especial y competitiva</li> <li>• Comprobar que no quede en fecha de competencia del proceso universitario</li> <li>• Establecer fechas de competencia preparatoria por lo menos una semana antes de la fundamental</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar recursos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Checar instalaciones, por si hace falta mantenimiento.</li> <li>• Verificar material y equipo deportivo</li> <li>• Verificar recurso humano de entrenadores y auxiliares</li> </ul>
Plan gráfico	Fecha de competencia fundamental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar las fechas del evento fundamental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Checar la página de la Universiada que pasó.</li> <li>• Analizar clima, altitud de la ciudad sede</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar instituciones competidoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar los rivales y el nivel alcanzado en comparación del campeón.</li> <li>• Determinar debilidades y fortalezas de los competidores</li> </ul>
	Diseño del macrociclo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar fechas de etapas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuir etapas de acuerdo a preparación de deportistas</li> <li>• Distribuir mesociclos y microciclos de cada etapa</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar carga de trabajo por capacidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir y distribuir las capacidades para la temporada</li> <li>• Determinar volumen e intensidad para cada capacidad</li> </ul>
Integrar macro a CA	Evaluación física y	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de deportistas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir los deportistas por categoría, y/o posición</li> </ul>

Integrar macro a CA	técnica	• Lista de deportistas	• Llenar el formato para la prueba
		• Aplicación de test o pruebas (físicas y/o técnicas)	• Dirigir el calentamiento • Aplica test a deportistas • Llenado del formato del test • Hacer realimentación sobre el test con deportistas
	Evaluaciones médicas	• Lista de deportistas	• Definir los deportistas por categoría, y/o posición • Llenar el formato para la prueba
		• Aplicación de test de laboratorio	• Checar que los deportistas estén en la hora señalada • Hacer realimentación sobre el test con responsable de la aplicación
	Evaluaciones nutricias	• Lista de deportistas	• Definir los deportistas por categoría, y/o posición • Llenar el formato para la prueba
		• Aplicación de antropometría	• Checar que los deportistas estén en la hora señalada • Hacer realimentación sobre el test con responsable de la aplicación
Evaluaciones psicológicas	<b>Nota: no hay psicólogo deportivo</b>		
Seguimiento al plan de trabajo	Empezar entrenamiento	• Revisar material y equipo deportivo	• Sacar material y equipo para entrenamiento del almacén • En caso de que no exista el material cambiar el material y entrenamiento
		• Pase de asistencia	• Sacar la lista de asistencia • Investigar porque no asistió un deportista • Citarlo para que recupere el entrenamiento
		• Aplicar entrenamiento	• Hacer calentamiento • Aplicar el entrenamiento • Anotar resultados del entrenamiento • Cerrar sesión de entrenamiento, retroalimentando lo sucedido
	Informe al responsable de alto rendimiento	• Recabar la información	• Recoger los resultados del entrenamiento semanal • Hacer un análisis por deportista de asistencia y resultados • Comprobar análisis con metodología
		• Elaborar el	• Llenar el formato de informe

		informe	mensualmente
		• Entregar informe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacerlo por computadora</li> <li>• Por correo electrónico con copia</li> <li>• Recibir comprobación de recibido</li> <li>• Recibir retroalimentación</li> </ul>

**Lo que debe ser administrado:**

Debe iniciar la alineación vertical en las funciones de metodología, ciencias aplicadas y administración de alto rendimiento para el proceso de entrenamiento, para poder sostener los procesos primarios del departamento. El valor de la administración, se ve reflejado en los procesos secundarios plan escrito, plan gráfico, integración macro y seguimiento del plan de trabajo, para observar la alineación horizontal hacia los entrenadores tal como se ve en la figura 12.

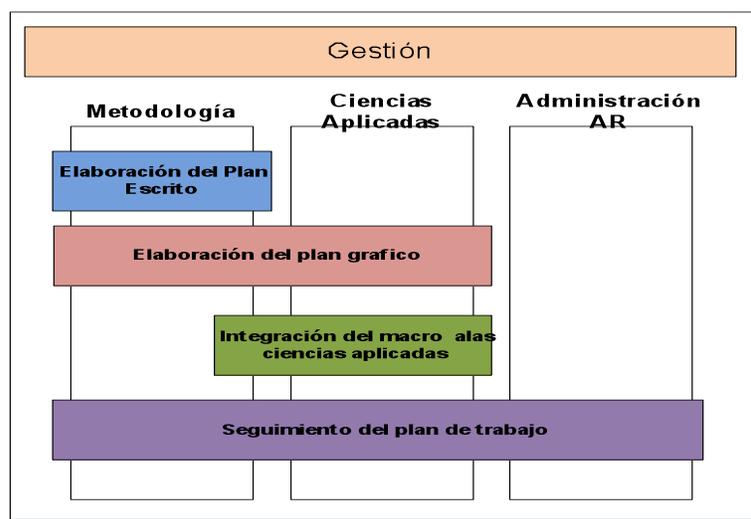


Figura 12. Alineación vertical & horizontal de puntos de vista del negocio del Departamento de Deportes ITSON

Siguiendo con la alineación vertical y horizontal se diseño el mapa de cadena de valor de funciones cruzadas del proceso de entrenamiento, donde se involucran las funciones y los procesos secundarios desglosados completamente, (figura 13).

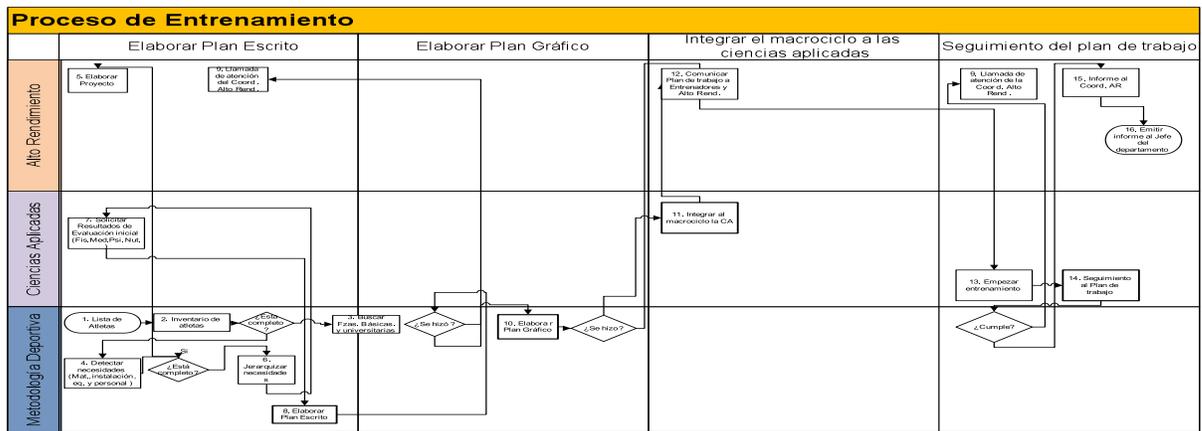


Figura 13. Mapa de cadena de valor de funciones cruzadas del proceso de entrenamiento del departamento de deportes del ITSON

**Fase 4. Resultados evaluados y mantenidos e implementados.**

En el departamento de deportes no existía el modelo de gestión en el formato requerido, por lo que se diseñó una propuesta, donde se muestra el sistema de desempeño planeado y desempeño administrado PPMS: Performance Ejecutada, Performance Planeada, Performance Administrada, (figura 14).

**MODELO DE GESTIÓN DEL DEPARTAMENTO DE DEPORTES**

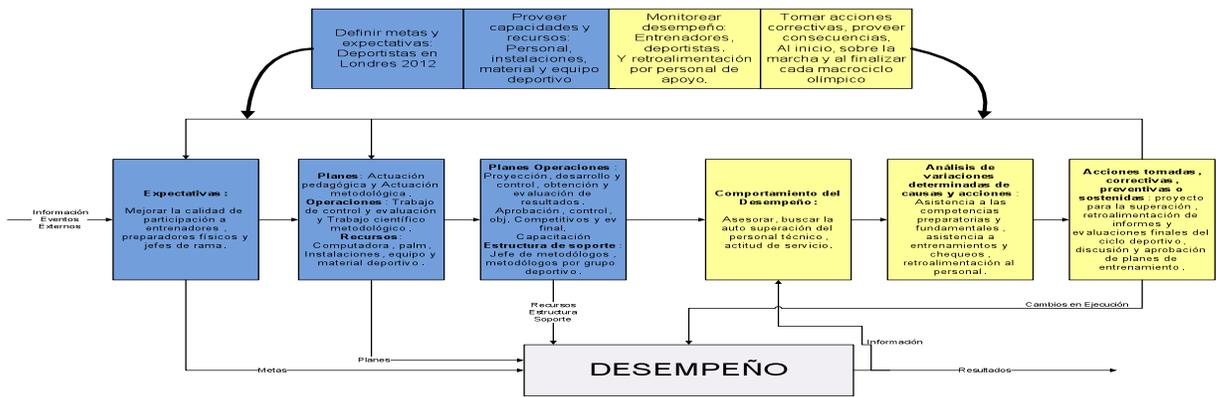


Figura 14. Modelo de Gestión del Departamento de Deportes del ITSON

En el modelo de gestión se describen las expectativas, planes, operaciones, recursos estructura de soporte que debe ser planeada para lograr el desempeño deseado y con ello, alcanzar los resultados esperados por el departamento. Por el otro lado se encuentran los

factores a considerar para medir el comportamiento del desempeño, analizar causas y acciones en las variaciones presentadas durante el monitoreo de las actividades y las acciones a tomar en caso de alguna variación que pueda afectar al sistema.

### **Discusiones**

De la fase 1, no se consideró identificar la cadena de abastecimiento debido que el modelo de gestión que se está proponiendo es para el departamento de deportes, por lo que los puntos de: Mercado de capital, Mercado de trabajo, Proveedores, Laboratorios de investigación; están definidos en los altos mandos de la institución. La jerarquía de PP/PM, es una estructura que no está definida ni documentada en el departamento de deportes, por lo que fue necesario diseñar una propuesta basada en las actividades de los responsables involucrados en el proceso de entrenamiento.

En la fase 2 de barreras determinadas y cambios específicos, resultará impredecible pronosticar los resultados a dos años, ya que un ciclo olímpico dura cuatro años y la metodología señala resultados a dos años, por otro lado el trabajo presentado es una propuesta, que estará pendiente su implementación.

Dentro de la fase 3, en el nivel 2 de proceso secundario integrar al macro las ciencias aplicadas; solo se establece que debe existir un proceso secundario de planes de psicología deportiva, sin embargo no se llevó a cabo el desglose de los siguientes niveles porque actualmente en el departamento de deportes, no hay un psicólogo deportivo.

De la fase 4, faltó considerar tres componentes críticos del diseño del sistema de gestión empresarial, debido a que estos componentes abarcan factores relacionados con la implementación del proyecto y el presente trabajo solo es una propuesta de estructura.

Los componentes no considerados son:

- Planificación y configuración de secuencia de objetivos con el fin de dar prioridad a las metas.
- Gestión de procesos calendarizado anual y trimestral que refleje las actividades administrativas.

- Sistema de Organización IQ gestionar la creación del sistema de valor. Donde involucra: E1 Sistema de seguimiento de la ejecución, E2 Rendimiento del historial, E3 Historial de resultados en la distribución y análisis de calendario.

## **Conclusiones**

La AOP, es un modelo de gestión que permite tener estructurado una organización; en el departamento de deportes se propuso una estructura para el proceso de entrenamiento, donde se ven involucrado puestos claves para dicho proceso como son: entrenador deportivo, metodología deportiva, alto rendimiento.

De la fase 1, se desprende una propuesta de Jerarquía de Performance Planeación y Performance Administrada, que sustenta los tres procesos principales del departamento de deportes, pero está enfocado al estudio profundo de las actividades del puesto de entrenador deportivo. En esta jerarquía se ve alineado como la estrategia que plantea el jefe del departamento es considerada en el planteamiento de las expectativas, los requerimientos de soporte, planes, recursos y estructura para formar la performance planeada PP, y por el otro lado como debe ser administrada la performance al conocer como y que se debe monitorear, en este caso el seguimiento que debe cuidar las áreas de soporte y el mismo entrenador en sus entrenamientos; para ello se mide su desempeño basado en planes, recursos y metodologías empleadas, por otro lado están especificadas las acciones a considerar para cerrar brechas imprevistas o librar obstáculos al tener un plan de contingencias.

De la fase 2, uno de los puntos a considerar es el reto de atraer patrocinadores para este proyecto, ya que la cultura deportiva de la ciudad de Obregón no está establecida. Para medir el desempeño del entrenador deportivo, es necesario tener definido el ambiente donde se desenvuelve, además las tareas y subtareas establecidas, ya que es fácil culpar al entrenador deportivo por los resultados, sin tomar en consideración con que recursos contó durante el proceso o que situaciones lo afectaron.

Resultaría difícil definir los resultados a dos años cuando la estructura que se está definiendo es solo para un puesto, se debe considerar que existe otros puestos involucrados y que el desempeño de este personal afecta las decisiones que los responsables tienen del entrenador.

Sobre la fase 3, el sistema de procesamiento maneja los tres procesos principales, sin embargo solo se escogió el proceso de entrenamiento en el puesto de entrenador deportivo, debido al poco tiempo para recabar información y diseñar la estructura; de esta fase se entrega una tabla donde se especifican las tareas y subtareas de los procesos secundarios del entrenamiento. Con ello el entrenador deportivo sabrá cuáles son sus actividades y evitará hacer re trabajos y conocerá su carga laboral.

Dentro de lo que debe ser administrado, la gestión de entrenamiento debe cuidar las funciones de metodología que están para dar asesorías técnicas del deporte, la función de ciencias aplicadas que apoyan el servicio de medicina, nutrición y psicología; y la de alto rendimiento que administra los recursos financieros y decide el rumbo de cada deporte de la institución.

Otro producto que se genera en este proyecto es el mapa de la cadena de valor para el proceso de entrenamiento, donde se involucran las funciones antes mencionadas; el departamento tiene documentado el diagrama de flujo del proceso en cuestión, lo que facilitó el diseño del mapa. El entrenador deportivo deberá poder diseñar sus planes escritos, gráficos y convencer al responsable de alto rendimiento en la aprobación de la planificación deportiva para obtener resultados y guiar al entrenador deportivo en el recorrido que busca para colocar un deportista en los juegos olímpicos de Londres 2012.

Del modelo de gestión del departamento, es rescatable considerar que el desempeño administrado debe tener cuidado en el monitoreo de las actividades de los metodólogos, porque una mala orientación puede afectar el desempeño de los deportistas, entrenadores

y jefes de rama de todo un año de entrenamiento; si a eso se añade que un ciclo olímpico es conformado de 4 años de trabajo, no debe haber la posibilidad de cometer errores.

Para lograr las metas de los entrenadores y las del departamento, se requiere contar con todos los recursos que ayuden a lograrlos, tales recursos son: económicos para poder asistir a competencias y demostrar lo adquirido en los entrenamientos, otro recurso es el personal, el cual debe ser el indicado para entrenar, también debe estar capacitado y asesorado adecuadamente.

### **Recomendaciones**

El modelo de gestión está enfocado en el puesto de entrenador deportivo, lo ideal sería que se plantee en todos los puestos involucrados como una primera etapa, para completar el trabajo. Entre los puestos están: metodología deportiva, medicina deportiva, nutrición deportiva, psicología deportiva, alto rendimiento.

También es recomendable que esta propuesta sea diseñada para los otros dos procesos del departamento de deportes, para que la estructura este completa y los puestos involucrados tengan definidos sus tareas y subtareas.

A la estructura propuesta le falta diseñar los niveles 3 y 4 de tareas y subtareas del proceso secundario de evaluación psicológica, el problema se presenta porque no existe un responsable en esa área.

Se deberá trabajar en crear una cultura deportiva entre la juventud, ya que los atletas llegan con malos hábitos que afectan el rendimiento deportivo, académico y social.

Una vez estructurada la AOP de Deportes, se recomienda definir las medidas de desempeño para cada personal, ya que los indicadores dan una muestra de lo que se quiere lograr y se enfoca a los resultados deseados.

Las medidas correctivas, preventivas están enfocados para apagar fuegos o problemas que se pueden presentar, entre los más comunes se tienen; las medidas preventivas que se pueden resolver con asesorías acertadas y adecuadas a la etapa de entrenamiento que siguen los deportistas.

Dentro de las medidas preventivas esta el seguimiento constante en entrenamiento y competencia, donde el metodólogo y los entrenadores detectan fallas de entrenamiento, evitan lesiones de deportistas y proyectan pronósticos de resultados de acuerdo al rendimiento deportivo.

Al diseñar la propuesta para los procesos de apoyo deben cuidar que no hay un nivel 1, sino que se va directo al nivel 2 en adelante y se sigue el mismo procedimiento.

## **Referencias**

- Aguirre-Botello, M. 2008. Medallas Olímpicas ganadas por países seleccionados desde 1924 hasta 2008.(ver <http://www.mexicomaxico.org/Voto/olimpicos.htm>).
- Cobiella, N. 2008. Historia de las Olimpiadas (ver <http://www.educar.org/Educacionfisicaydeportiva/olimpiadas/historia/>)
- Michiel B. y A. V. 2004, “Scratch” para “Qualified Olympic Athletes in Athens 2004”. Traducción por Claudia Beltran. Cd. Obregón, Sonora.
- Ramias, A. 2006. Bridging the gap between IT & Business: A proposed Model. Performance Design Lab. Recuperado en Febrero 2008 desde: [http://www.performancedesignlab.com/news\\_art.asp](http://www.performancedesignlab.com/news_art.asp)
- Rummler, G.A., B. 2004. Business Process Management in U.S. Firm Today. RummlerBrache A PRIRCHETT Company. (ver <http://www.rummler-brache.com/WhitePaper.aspx>), documento recuperado en febrero 2008.
- Rummler, G.A., B. 2007. Gestionando el Trabajo. ITSON, Cd. Obregón, Sonora (Memoria).

- Rummler, G.A., K.M. 2004. Know Your Client's Business. Performance Improvement Magazine, Vol. 43, No. 3 Marzo 2004, pag. 27.
- Rummler, G.A., B. 2004. Mapping is NOT Methodology. RummlerBrache A PRIRCHETT Company. (ver: <http://www.rummler-brache.com/WhitePaper.MappingsNOTMethodology.pdf>), documento recuperado en febrero 2008.
- Rummler, G.A., B. 2004. Serius Performance Consulting: According to Rummler. Ed. International Society for Performance Improvement. Silver Spring, M.D., pp 15-37.
- Rummler, R. y P.F. 2005. Techniques For Transitioning From Process Analysis to Process design. BPM Conference, San diego, CA. (ver [http://www.performancedesignlab.com/news\\_art.asp](http://www.performancedesignlab.com/news_art.asp)), documento recuperado en Febrero 2008.

## **Capítulo XIII: Propiedades psicométricas de un instrumento para medir la ‘Gestión del Talento Humano’ en las PYMES de la Región Sur del Estado de Sonora**

*Nayeli Guadalupe Alarcón-Ruiz<sup>1</sup>, Gisela Margarita Torres Acuña<sup>2</sup>, Ángel Alberto Valdés Cuervo<sup>3</sup>, María Lorena Serna Antelo<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup> Alumna de la Licenciatura en Ciencias de la Educación

<sup>2</sup> Profesor de Tiempo Completo y Colaborador del Cuerpo Académico de Procesos Educativos

<sup>3</sup> Profesor de Tiempo Completo y Líder del Cuerpo Académico de Procesos Educativos  
Unidad Obregón, Instituto Tecnológico de Sonora

Ciudad Obregón, Sonora, México; nayealarcon@gmail.com

### **Resumen**

Se desarrolló una investigación descriptiva transversal de corte cuantitativo con el propósito de determinar las propiedades psicométricas de un instrumento para medir la ‘Gestión del Talento Humano’ en las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) de la Región Sur del Estado de Sonora. Se seleccionó una muestra no probabilística representativa proporcional de las PYMES en donde participaron un total de 163 empresas. Los resultados permiten afirmar que el instrumento cuenta con validez de constructo y contenido, al igual que una confiabilidad de 0.94, lo suficientemente buena; lo cual lo hace un instrumento susceptible de ser utilizado para medir el constructo en cuestión.

### **Antecedentes**

Actualmente las organizaciones se ven involucradas en los cambios y transformaciones que surgen en el país y en el mundo, con esto se tiende a innovar nuevas tendencias y estructuras para la clave del éxito. Éstas deben generar nuevas formas de atraer a su personal y ayudarlo a mantenerse y coadyuvar al cumplimiento de los objetivos que se plantea como organización (Fernández, 2006).

El talento humano constituye el activo más valioso de las empresas, puesto que en gran medida, es con el personal con quien se logra incrementar los estándares de

productividad, lo que repercute directamente en el desarrollo de la organización y con esto en la competitividad de la región.

Por lo anterior, se hace necesario evaluar cuáles son las distintas formas de gestionar el talento humano en las organizaciones, partiendo de una concepción clara del hombre desde el punto de vista de los distintos modelos administrativos y de los nuevos enfoques de gestión del recurso humano que van surgiendo (Benítez, 2006).

Según la Fundación para el Desarrollo Sostenible ([FUNDES], s.f.) el 75% de las PYMES mexicanas debe cerrar sus operaciones apenas después de dos años en el mercado. Una de las causas principales del fracaso de las empresas, es la falta de preparación de sus dirigentes. Así, se sabe que el 43% de las empresas fracasa por errores administrativos, el 24% muere por tropiezos financieros, el 24% por problemas fiscales, 16% por obstáculos relacionados con las ventas y cobranza, el 4% por asuntos relacionados con la producción y el 3% por conflictos con los insumos.

Es esencial tomar en cuenta que la Gestión del Talento Humano (GTH) contribuye al desarrollo de las personas dentro de la empresa favoreciendo con esto, el éxito de las mismas. Es aquí donde radica la importancia y necesidad de contar con mecanismos que permitan identificar las necesidades que las empresas tienen respecto a la GTH, con el fin de diseñar propuestas oportunas de intervención que les ayude, no solo a permanecer en el mercado sino a desarrollarse para llegar a la consolidación.

### **Marco de referencia**

Hoy por hoy las personas tienen la libertad de ejecutar naturalmente sus conocimientos, habilidades, aptitudes y valores, con la finalidad de convertirse en el elemento fundamental de una organización. El individuo deberá dar a conocer sus talentos dentro de su área laboral garantizando su supervivencia dentro de la empresa en la medida que sepan manejar sus talentos como un recurso sofisticado e importante (Chiavenato, 2001).

El concepto de talento humano conduce necesariamente al de capital humano, el patrimonio invaluable que una organización pueda reunir para alcanzar la competitividad y el éxito. De acuerdo a Chiavenato (2009), administrar el talento humano se convierte cada día en algo indispensable para el éxito en las organizaciones. Con ello tener personas no significa tener talentos; un talento es siempre un tipo especial de persona. Y no siempre resulta toda persona con talento, para ello se deberá contar con algún diferencial competitivo que la valore.

Desde una perspectiva diferente se sabe que el activo de éxito para el desarrollo y crecimiento de las empresas es el individuo, como el mayor recurso de acceso hacia el futuro; por lo tanto es importante mencionar cómo en el transcurso de los años el recurso humano ha ido evolucionando constantemente tornándose y ubicándose como el único y principal impulso de las empresas para seguir adelante.

Hoy por hoy, se aborda un concepto amplio, generalista y estratégico para entender el quehacer de una organización en materia de recursos humanos. Se valoran elementos integradores en la concepción que van más allá del reclutamiento, la selección, la capacitación, la administración de sueldos y salarios, la evaluación. En nuestro tiempo se atiende un concepto de Gestión del Talento Humano, bajo una perspectiva formativa, de alto desempeño, de competitividad.

Autores reconocidos en el tema, han abordado este concepto, bajo los siguientes preceptos. Mondy & Noe (1997) definen que la “gestión del talento humano es la utilización de los recursos humanos para alcanzar objetivos organizacionales”.

Mientras que para Rodríguez (s/f), lo define como “un conjunto de principios, procedimientos que procuran la mejor elección, educación y organización de los

servidores (colaboradores) de una organización su satisfacción en el trabajo y el mejor rendimiento a favor de unos y otros”.

En este tema, se adopta como concepto de gestión del talento humano como un proceso que debe ser contextualizado en el marco de elementos de la organización y de la sociedad a la que se atiende. Dichos elementos van desde la naturaleza del negocio, los procesos en que se organiza, la tecnología disponible, la naturaleza de la empresa (pública o privada), el mercado o población destinataria, la cultura y el clima organizacional, el tamaño y la estructura de la empresa.

Además de lo anterior, la Gestión del Talento Humano, debe estar en perfecta armonía con el planteamiento misional de la organización (contar con personas capaces de hacer muy bien lo que la organización debe hacer), con la visión (garantizar que las personas sean capaces de responder a los retos que se impone la organización) y con los requerimientos técnicos de cada una de las áreas en que se concretan los resultados.

Lo anterior implica por parte de los gestores del talento humano un profundo conocimiento del negocio, del entorno y de la visión a futuro (Bohlander & Snell, 1999).

#### *Modelos de Gestión del Talento*

Existen modelos que ofrecen una moderna y eficiente manera de llevar a cabo la gestión del talento humano, ya que implica varias actividades para desarrollar la gestión; toma como principal activo la organización al personal, ya que cubriendo las necesidades de los empleados será más amena la situación de las organizaciones y se facilitará el logro de sus objetivos.

Considera tanto las influencias internas como las externas de la organización cubriendo completamente las necesidades que se desarrollan dentro de la empresa y que anticipadamente se pueden solucionar. Pretende una gestión a base de actividades

implicadas directamente con el personal, el cual ayude al crecimiento tanto personal como profesional del individuo.

Maneja diversas estrategias para que el individuo logre adaptarse rápidamente y conseguir una durabilidad dentro de la empresa. Sostiene que los elementos necesarios para la gestión del talento humano: admisión de personas, aplicación de personas, compensación de las personas, desarrollo de personas, mantenimiento de las condiciones laborales de las personas y monitoreo.

*Modelo de Martha Alles (2007).* El modelo toma como base las competencias de los individuos, es decir todos aquellos conocimientos, habilidades y aptitudes que cada individuo puede ofrecer y poner en práctica al instante de integrarse en una organización.

Las competencias parten de una información estratégica que se encuentran dentro de la misión y la visión de la organización; sin embargo este modelo plantea que las competencias deben adecuarse según el grado o nivel a los diferentes puestos de la organización y sobre todo logrando la determinación de brechas entre las competencias definidas por el modelo y las que poseen los integrantes de la organización.

El proceso que conlleva este modelo se basa en un diseño o subsistemas de recursos humanos por competencias: selección, desempeño y desarrollo que son los tres pilares importantes de la metodología del mismo.

### **Planteamiento del problema**

Actualmente se tiene que las PYMES del Sur del Estado de Sonora no cuentan con información precisa acerca de las formas o métodos con los cuales se desarrolla la gestión del talento humano dentro de las organizaciones. Situación que conduce a procesos desalineados o carentes de criterio que oriente a la toma de decisiones. Por

esto, el presente estudio pretende construir un instrumento para evaluar la gestión del talento humano dentro de las PYMES de la Región Sur del Estado de Sonora, así como determinar las propiedades psicométricas (validez y confiabilidad). Permitiendo con esto, contar con un instrumento que brinde información veraz acerca de este proceso.

### **Objetivo**

Diseñar un instrumento para medir la gestión del talento humano dentro de las PYMES, así como determinar sus propiedades psicométricas de confiabilidad y validez de constructo y contenido.

### **Método**

#### *Tipo de investigación*

Se realizó un estudio descriptivo transeccional utilizando una metodología cuantitativa.

#### *Población*

La población considerada para el presente estudio fueron 163 empresas registradas por el Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) y que corresponden a la Región Sur del Estado de Sonora.

#### *Muestra*

Se seleccionó una muestra no probabilística representativa proporcional de las PYMES. En total participaron en el estudio 135 PYMES (Ver tabla 1)

Tabla 1. Población y muestra de microempresas.

Lugar	N	n
Guaymas	16	14
Obregón	56	48
Navojoa	91	73
Total	163	135

### **Procedimiento**

Para la elaboración del instrumento fue necesaria primeramente la búsqueda bibliográfica sobre las distintas concepciones de la gestión del talento humano y los

modelos propuestos por diversos autores. Una vez analizados los modelos se retomaron los aspectos más relevantes de cada uno de ellos. El instrumento fue analizado por un experto internacional para corroborar la finalidad y coherencia y posteriormente aplicarlo a las PYMES de la Región Sur del Estado de Sonora.

Una vez valorado el instrumento por un experto en la temática, se visitó a la Secretaría de Economía (SE) con el fin de obtener un directorio fiable de las PYMES existentes en la región sur del Estado de Sonora. Dado que dicha instancia no contaba con un directorio de empresas registradas, proporcionaron como referencia al Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) confirmando que contaba con el respaldo de dicha instancia gubernamental. Una vez aplicado el instrumento se procedió al análisis de datos en el programa SPSS con el fin de obtener la confiabilidad y validez de constructo.

#### *Instrumento*

El instrumento construido constó de dos secciones (Ver apéndice 1), la primera indagaba aspectos de identificación de la empresa, tales como: giro de la empresa, número de empleados, puesto del encargado del personal, antigüedad en el puesto, nivel académico del encargado, información sobre la capacitación recibido por el encargado para llevar a cabo sus funciones, tiempo de su jornada laboral que dedica a funciones de gestión del talento humano y correo electrónico.

En una segunda sección consta de 45 ítems que indagan información sobre ocho factores: 1. admisión de personas, 2. compensación de las personas, 3. aplicación de las personas, 4. incorporación de las personas, 5. recompensar a las personas, 6. desarrollo de personas, 7. difusión para atraer a vacantes capacitación y 8. colaboración de las personas (Ver tabla 2).

## **Resultados**

Se determinó la validez y confiabilidad del cuestionario para evaluar la ‘Gestión del Talento Humano’, los resultados se presentan a continuación.

### *Validez*

Para determinar la validez de contenido del instrumento sus resultados se sometieron a un juicio de experto internacional (Ver tabla 2).

Tabla 2. Especificaciones del instrumento para evaluar la ‘Gestión del Talento Humano’.

Factores	Definiciones	Indicadores
Admisión de personas.	Es el proceso por medio de los cuales la organización incorpora a las personas a sus labores.	Se le proporciona capacitación. Se prepara al empleado para realizar acciones con la intención de prever problemas. Se les proporciona a los empleados asesorías. Se cuenta con formatos de evaluación que midan el grado de satisfacción. Se crean espacios de confianza. Fomentan las relaciones interpersonales. Los empleados se muestran satisfechos. Los empleados se involucran con las actividades. Los empleados externan su agradecimiento por la existencia de programas de beneficio. El rendimiento de los empleados es favorable. Los empleados externan sugerencias.
Compensación de las personas.	Son los procesos que se utilizan en las organizaciones para incentivar y recompensar miembros.	Se establece un procedimiento de promoción. Se lanzan convocatorias internas. Se notifica a los empleados las convocatorias. Se considera a la promoción interna. Se extraen datos del perfil de puesto.

Tabla 2. Especificaciones del instrumento para evaluar la ‘Gestión del Talento Humano’ (Continuación).

Factores	Definiciones	Indicadores
Aplicación de las personas.	Es el proceso que se encarga de posicionar a las personas en sus actividades de la organización Incluye los pasos de integración.	Se evalúa el potencial del candidato. Se toma en cuenta los conocimientos, habilidades y actitudes del candidato complementarias a lo solicitado en el puesto vacante. Es relevante para la empresa los valores que posee el posible empleado. La empresa busca estrategias para evaluar el cumplimiento. Se otorgan responsabilidades laborales basadas en las fortalezas y debilidades del empleado. Se proporcionan a los empleados prestaciones de ley. Se proporciona al empleado la retribución monetaria.
Incorporación de las personas.	Es el proceso de conducir al ingreso en la organización.	Cuando un candidato se presenta se le ofrecen los beneficios. Se proporciona al candidato información acerca de los requisitos para ocupar el puesto. La selección del candidato a un puesto vacante se hace tomando como referencia un perfil. La capacitación es planeada con base a los perfiles de puesto. Se hace evaluación del personal.
Recompensar a las personas.	Es el proceso que se encarga de recompensar a las personas para motivar a los trabajadores.	La empresa cuenta con un área en la que publique una vacante. Se proporciona al nuevo empleado un curso de inducción. Dentro de la empresa se utiliza la evaluación del personal. Se proporciona a los empleados información sobre su rendimiento laboral. Se evalúan a los empleados el aporte que realizan. Se le brindan a los empleados condiciones laborales óptimas.

Tabla 2. Especificaciones del instrumento para evaluar la ‘Gestión del Talento Humano’ (Continuación).

Factores	Definiciones	Indicadores
Desarrollo de personas.	Proceso que tiene como objetivo desarrollar a las personas.	Se les brindan estímulos a los empleados. La empresa cuenta con una tabla de especificaciones de los tipos de remuneración. Se establecen periodos para otorgar remuneraciones.
Difusión para atraer a vacantes.	Proceso que tiene como objetivo difundir propaganda para la vacante.	La empresa recurre a fuentes de reclutamiento externas. La empresa utiliza medios de difusión masiva. La empresa cuenta con información sobre los puestos vacantes.
Capacitación y colaboración de las personas.	Proceso que se encarga de desarrollar a las personas dentro de la empresa.	Se generan gastos elevados para seleccionar al personal. Existe constante rotación de personal. Los empleados reportan quejas e inconformidades. En la empresa se observa notablemente la apatía entre empleados y subordinados. Los gastos rebasan lo presupuestado capacitación

La validez de constructo del cuestionario para lo cual se extrajeron ocho factores que explican el 71.1% de la varianza total de los puntajes lo cual es bueno para un instrumento de este tipo (Ver tabla 3).

Tabla 3. Análisis Factorial del cuestionario para evaluar “Gestión del Talento Humano”.

Indicador	Carga Factorial							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Se prepara al empleado para realizar acciones de prevención.	<b>.634</b>	.040	.276	.513	.234	.015	-.073	.006
Se proporciona a los empleados asesoría para enfrentar problemas.	<b>.562</b>	.084	.498	.160	.387	.039	.085	.010

Tabla 3. Análisis Factorial del cuestionario para evaluar “Gestión del Talento Humano” (Continuación).

Indicador	Carga Factorial							
	1	2	3	4	5	6	7	8
El rendimiento de los empleados es favorable.	<b>.496</b>	.354	.326	.262	-.100	.213	.127	-.057
Se cuenta con formatos de evaluación que midan el grado de satisfacción.	<b>.615</b>	.158	-.059	.058	.198	.186	.489	.107
Se crean espacios de confianza.	<b>.708</b>	.291	.211	.095	.157	.177	.202	-.051
Se realizan eventos dentro de la empresa.	<b>.529</b>	.093	.295	.285	.201	.112	.366	.198
Los empleados se muestran satisfechos.	<b>.757</b>	-.051	.151	.101	.115	.235	.152	-.015
Los empleados se involucran con las actividades.	<b>.588</b>	.205	.042	.205	.208	.185	.143	-.224
Los empleados externan su agradecimiento por programas de beneficio.	<b>.653</b>	.168	.155	.235	.111	.292	.236	-.206
Se le proporciona capacitación al empleado.	<b>.545</b>	.052	.416	.189	.409	.175	.035	.038
Los empleados externan sugerencias y/o agradecimientos.	<b>.570</b>	.271	.153	.295	-.011	.303	.186	-.093
Se notifica a los empleados la promoción.	.184	<b>.874</b>	-.006	.092	.148	.089	.023	.231
Se considera a la promoción interna como un medio de motivación.	.181	<b>.848</b>	.021	.099	.123	.071	.119	.212
Se extraen datos del perfil de puesto con el objetivo de verificar la compatibilidad de perfiles para un puesto.	-.033	<b>.759</b>	.337	-.019	.179	.125	-.045	.133
Se establece un procedimiento de promoción interna.	.232	<b>.824</b>	.125	.117	.190	.030	.175	.106

Tabla 3. Análisis Factorial del cuestionario para evaluar “Gestión del Talento Humano”  
(Continuación).

Indicador	Carga Factorial							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Se lanzan convocatorias internas.	.059	<b>.841</b>	.121	-.011	.205	.079	.078	.129
Se evalúa el potencial del candidato.	.121	.309	<b>.660</b>	-.008	.071	.264	.268	.064
Es relevante para la empresa los valores.	.071	.076	<b>.828</b>	.156	-.041	.012	.056	-.031
La empresa busca estrategias para evaluar el cumplimiento de objetivos.	.369	.047	<b>.577</b>	.086	.424	.285	.197	-.008
Se otorgan responsabilidades laborales basadas en las fortalezas y debilidades.	.287	.228	<b>.525</b>	.347	.168	.058	.129	-.045
Se toma en cuenta los conocimientos, habilidades y actitudes del vacante.	.222	.119	<b>.727</b>	.303	-.067	.234	.034	-.128
Se les proporcionan a los empleados prestaciones de ley.	-.583	- .078	<b>.416</b>	.170	.069	.239	.116	-.226
Se lleva a cabo la evaluación del personal.	.169	.102	.167	<b>.591</b>	.463	.078	.272	.099
La capacitación es planeada con base a los perfiles de puesto.	.393	.018	.441	<b>.581</b>	.218	.075	.188	.069
La selección del candidato vacante se toma de referencia un perfil de puesto.	.311	.154	.221	<b>.807</b>	-.123	.050	.049	.090
Se proporciona al candidato información acerca de los requisitos.	.038	.068	.189	<b>.439</b>	.224	.247	.007	-.303
Cuando un candidato a un puesto de trabajo se presente, se le explican los beneficios.	.123	- .001	.065	<b>.854</b>	.032	.119	.187	-.071

Tabla 3. Análisis Factorial del cuestionario para evaluar “Gestión del Talento Humano” (Continuación).

Indicador	Carga Factorial							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Dentro de la empresa se utiliza la evaluación del personal.	.192	.173	.162	.021	<b>.796</b>	.162	.179	-.009
Se proporciona a los empleados información sobre su rendimiento.	.244	.309	-.129	.193	<b>.623</b>	.243	.014	-.070
Se evalúan a los empleados el aporte que realizan.	.322	.346	-.137	.113	<b>.674</b>	.242	-.173	-.087
Se proporciona al nuevo empleado un curso de inducción.	.074	.248	.372	.410	<b>.526</b>	-.159	.144	.124
La empresa cuenta con un área en la que publique el ofrecimiento vacante.	.350	.211	-.121	-.262	<b>.545</b>	.080	.449	-.018
Se les brinda a los empleados condiciones laborales óptimas.	-.178	.155	.454	-.016	<b>.535</b>	-.189	.199	.023
Se proporciona al empleado la retribución monetaria.	.130	.096	.320	.132	.143	<b>.710</b>	-.044	.010
La empresa cuenta con una tabla de especificaciones de los tipos de remuneración.	.309	.329	.006	-.004	-.023	<b>.709</b>	.137	-.066
Se establecen periodos para otorgar remuneraciones.	.196	.085	.028	.072	.188	<b>.777</b>	.115	.012
Se les brindan estímulos a los empleados.	.215	-.073	.471	.182	.052	<b>.539</b>	-.013	.098
La empresa recurre a fuentes de reclutamiento.	.117	.151	.238	.150	.096	.031	<b>.773</b>	.007
La empresa utiliza medios de difusión masiva para informar de vacantes.	.374	-.027	.251	.219	.100	.061	<b>.750</b>	.062

Tabla 3. Análisis Factorial del cuestionario para evaluar “Gestión del Talento Humano” (Continuación).

Indicador	Carga Factorial							
	1	2	3	4	5	6	7	8
La empresa tiene documentos que contengan información sobre vacantes.	.275	.406	-.058	.310	.090	.091	<b>.522</b>	.050
Se generan gastos elevados para seleccionar al personal.	.032	.363	-.036	-.146	.162	.114	-.015	<b>.668</b>
Los empleados reportan quejas e inconformidades.	-.013	.452	.100	.020	-.074	.077	.192	<b>.524</b>
En la empresa se observa la apatía entre empleados y subordinados.	-.227	.048	.099	-.089	.021	-.089	-.075	<b>.746</b>
Los gastos rebasan lo presupuestado en capacitación.	-.033	.243	-.400	.230	.092	.195	.124	<b>.660</b>
Existe constante rotación de personal.	.153	.212	-.024	-.177	-.224	-.148	.054	<b>.590</b>

### *Confiabilidad*

La confiabilidad se determinó con el Alpha de Cronbach cuyo valor fue de 0.94 lo cual es muy bueno y muestra que existe consistencia interna en los puntajes del instrumento.

### **Conclusiones**

Los resultados permiten sostener que se cuenta con un instrumento con las propiedades psicométricas necesarias para medir la Gestión del Talento Humano a través de ocho factores: a) admisión de personas; b) compensación de las personas, c) aplicación de las personas, d) incorporación de las personas, e) recompensar a las personas, f) desarrollo de personas, g) difusión e incorporación de personas, h) capacitación, i) colaboración de las personas.

Dado lo anterior, se asevera que el presente instrumento permitirá tener una información válida y confiable para identificar fortalezas y debilidades con respecto a la gestión del talento humano, en las PYMES del Sur de Sonora, obteniendo con ello datos reales que apoyen a la construcción de propuestas pertinentes para la mejora de la organización en su contribución al desarrollo regional.

No obstante, se recomienda fortalecer las propiedades psicométricas del instrumento administrándolo a muestras más grandes y utilizando otros tipos de confiabilidad y validez.

En definitiva, la validación y aplicación de instrumentos como éste conlleva con sus resultados a la redefinición de variadas intervenciones, a una renovación de esquemas en la administración del personal y a innovadores esquemas de evaluación del recurso humano, lo cual favorece en la práctica; un cambio de paradigma en la gestión del talento humano puesto que permite que los administradores, funcionarios y directivos de las empresas, reconozcan a las personas como capaces de brindar a la organización de la inteligencia, la actitud, la voluntad y las estrategias necesarias para verla y sentirla como propia, esforzándose en trabajar y llevarla a la excelencia.

## **Referencias**

Alles, M. (2007). *Dirección estratégica de recursos humanos: gestión por competencias*. (2da. ed.) Argentina: Granica.

Benítez, K. (2006). Consideraciones sobre la gestión del talento humano. El enfoque del mercado interno. *Revista Visión Gerencial. Universidad de los Andes*: Vol. 4. (91-92), Recuperado el día 23 de agosto de 2009 de:  
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/25092/2/articulo1.pdf>

Chiavenato, I. (2001). *Administración de recursos humanos*. McGraw-Hill. México.

Chiavenato, I. (2009). *Gestión del talento humano*. 3ra Ed. McGraw-Hill: México

Fernández, J. (2006). *Fundamentos de la organización de empresas; breve historia del Management*. 1ra. Ed. NARCEA. España.

Fundación para el Desarrollo Sostenible (s/f). FUNDES México y las PYMES. Recuperado el 30 de Octubre de 2009 de: <http://www.fundes.org/paginas/mexico.aspx>

Mondy & Noe. (1997). Administración de recursos humanos. Edit. Prentice Hall Hispanoamericana: México.

Rodriguez, V. (s/f). Administración de Recursos Humanos, definición de administración de recursos humanos. Recuperado el día 06 de septiembre de 2009, de <http://www.admpersonaluno.galeon.com/uno.html>

Sherman, A., Bohlander, G. & Snell, S. (1999). Administración de recursos humanos. México: Cengage Learning.

SIEM. (2009). Distribución de las empresas en México. Recuperado el 24 de agosto de 2009, de <http://www.siem.gob.mx/portalsiem/>

## Apéndice 1.

Instrumento de Gestión del Talento Humano.

<b>DATOS DE IDENTIFICACIÓN</b>	
<b>Giro de la empresa:</b> Industrial ( ) Comercial ( ) Servicios ( )	<b>Número de empleados de la empresa:</b>
<b>Puesto del encargado de personal de la empresa:</b>	<b>Antigüedad en el puesto:</b>
<b>Nivel académico del encargado:</b> Primaria( ) Secundaria( ) Preparatoria( ) Licenciatura( ) Posgrado( )	
<b>Ha recibido capacitación sobre la Gestión del Talento Humano?</b> Si ( ) No ( ) Especifique _____	
<b>Tiempo dedicado a las funciones de la Gestión del Talento Humano:</b>	<b>Correo electrónico:</b>

**OBJETIVO:** Realizar un diagnóstico en las organizaciones de la región sur del Estado de Sonora, con la finalidad de identificar fortalezas y debilidades con respecto a la gestión del talento humano, obteniendo con ello información real que apoye a la construcción de propuestas pertinentes para contribuir al desarrollo regional.

**INSTRUCCIONES:** Responda a cada cuestionamiento marcando con una “X”, según la situación presentada en la empresa. Tome como base la escala de medición presentada a continuación. **Nota:** Le indicamos que la información obtenida será totalmente confidencial y los datos de identificación solo se utilizarán para el control del registro de las empresas.

Nunca	Casi nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre
1	2	3	4	5

<b>RECLUTAMIENTO</b>	1	2	3	4	5
1. Cuando un candidato a un puesto de trabajo se presenta, se le explican los beneficios del trabajo que puedan motivarle a aceptar laborar en la empresa					
2. La empresa recurre a fuentes de reclutamiento como: universidades, portales, ferias de empleo, sindicatos y oficinas de colocación, para identificar a los candidatos apropiados al puesto vacante.					
3. La empresa utiliza medios de difusión masiva para informar a los posibles candidatos sobre la vacante existente en la empresa.					
4. Se proporciona al candidato información acerca de los requisitos para ocupar el puesto.					

5. La empresa cuenta con un área en la que publique el ofrecimiento de una vacante.					
---	--	--	--	--	--

<b>SELECCIÓN</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. La empresa cuenta con documentos que contengan información sobre los puestos vacantes.					
2. Se evalúa el potencial del candidato a un puesto de vacante para determinar su ingreso a la empresa.					
3. Se toma en cuenta los conocimientos, habilidades y actitudes del candidato complementarias a lo solicitado en el puesto vacante.					
4. Es relevante para la empresa los valores que posee el posible empleado.					
5. La selección del candidato a un puesto vacante se hace tomando como referencia un perfil de puesto.					

<b>CAPACITACIÓN</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Se le proporciona capacitación al empleado periódicamente.					
2. La empresa busca estrategias para evaluar el cumplimiento de objetivos de la capacitación					
3. La capacitación es planeada con base a los perfiles de puesto, misión, visión y valores de la empresa.					
4. Se proporciona al nuevo empleado un curso de inducción para la ejecución de las nuevas tareas de la organización.					
5. Se prepara al empleado para realizar acciones con la intención de preveer problemas dentro de su puesto de trabajo.					

<b>EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Se otorgan responsabilidades laborales basadas en las fortalezas y debilidades del empleado.					
2. Se lleva acabo la evaluación del personal de acuerdo a las funciones de su puesto.					
3. Dentro de la empresa se utiliza la evaluación del personal como un medio de motivación y estímulo					
4. Se proporciona a los empleados información sobre su rendimiento laboral.					
5. Se evalúan a los empleados el aporte que realizan para el mejoramiento de sus actividades laborales.					

<b>REMUNERACIÓN</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Se le proporcionan a los empleados prestaciones de ley					
2. Se les brindan estímulos a los empleados como: vales de despensa, comidas, regalías y/o bonos.					

3. Se proporciona al empleado la retribución monetaria tomando en cuenta el desarrollo de las actividades.					
4. La empresa cuenta con una tabla de especificaciones de los tipos de remuneración basada en la situación laboral del empleado.					
5. Se establecen periodos para otorgar remuneraciones a los empleados.					

<b>PROMOCIÓN</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Se establece un procedimiento de promoción interna, que permita al empleado conocer las oportunidades existentes dentro de la empresa.					
2. Se lanzan convocatorias internas con los criterios de promoción para un nuevo puesto.					
3. Se notifica a los empleados sobre la resolución final de los procesos de promoción.					
4. Se considera a la promoción interna como un medio de motivación para los empleados.					
5. Se extraen datos del perfil de puesto de los empleados con el objetivo de verificar la compatibilidad de perfiles para un puesto nuevo.					

<b>BIENESTAR SOCIAL</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Se le brindan a los empleados condiciones laborales óptimas para un mejor desenvolvimiento dentro de la empresa.					
2. Se le proporciona a los empleados asesoría para enfrentar problemas y tensiones que se originen en el trabajo.					
3. Se cuenta con formatos de evaluación que midan el grado de satisfacción de los empleados en cuanto a su área de trabajo.					
4. Se crean espacios de confianza con la finalidad de destacar los valores de: esfuerzo, responsabilidad, unión, libertad y respeto.					
5. Se realizan eventos dentro de la empresa, para favorecer las relaciones interpersonales.					

<b>FORTALEZAS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Los empleados se muestran satisfechos con respecto a su actividad.					
2. Los empleados se involucran con las actividades de la empresa mostrando entusiasmo y motivación.					
3. Los empleados externan su agradecimiento por la existencia de programas de beneficio y/o apoyo a sus necesidades.					
4. El rendimiento de los empleados es favorable para cada una de las actividades que son asignadas.					

5. Los empleados externalizan sugerencias y/o agradecimientos para mejores espacios en lo que respecta a su desarrollo personal.					
--	--	--	--	--	--

<b>DEBILIDADES</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Se generan gastos elevados para seleccionar al personal óptimo para un puesto determinado.					
2. Existe constante rotación de personal dentro de la empresa.					
3. Los empleados reportan quejas e inconformidades a sus subordinados sobre el movimiento de ascensos.					
4. En la empresa se observa notablemente la apatía entre empleados y subordinados.					
5. Los gastos rebasan lo presupuestado en lo que respecta a capacitación.					

Gracias por su participación!

## **Capítulo XIV: Incremento de la productividad en un equipo de corte automático de la planta St. Clair Technologies Guaymas**

*Carlos Rafael Ruedaflores-Medrano<sup>1</sup>, Rosa María Curiel Morales<sup>1</sup>, Claudia Álvarez Bernal<sup>1</sup>, Juana María Luisa García Muela<sup>2</sup>, Ernesto Ramírez Cárdenas<sup>2</sup>, Alan Paulino Ibarra Barrientos<sup>3</sup>.*

<sup>1</sup> Colaboradores del Cuerpo Académico de Sistemas Productivos

<sup>2</sup> Profesores de Tiempo Completo del Cuerpo Académico de Sistemas Productivos

<sup>3</sup> Alumno de Ingeniería Industrial y de Sistemas  
Unidad Guaymas, Instituto Tecnológico de Sonora  
Guaymas, Sonora, México; cruedaflores@itson.mx

### **Resumen**

En cualquier organización independientemente del giro al que pertenezca, los bajos niveles de productividad pueden traducirse en un bajo rendimiento, pérdidas económicas y hasta poner en riesgo la existencia de la empresa dentro del mercado. Motivo por el cual se sugirió la realización de este proyecto con el objetivo de optimizar el rendimiento de la maquinaria ubicada en el área de corte de la planta St, Clair Technologies, ya que es aquí donde inicia el proceso de producción de toda la empresa.

Se implementaron herramientas de diagnóstico para determinar las posibles causas que estaban generando la problemática dentro del área de corte, entre las cuales se utilizó el OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) que es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial; para realizar el análisis de los datos generados de los reportes de producción, permitiendo el estudio detallado de cada factor que afectaba la productividad en esta área. Para llevar a cabo el proyecto primero (a) se definió el OEE del equipo en cuestión, (b) se capturó la información del tiempo caído, (c) se midió la productividad de la máquina, (d) se desplegaron los resultados, (e) con estos resultados se identificaron las posibles causas que generaban el tiempo caído, para (f) definir acciones correctivas de las mismas y poder (g) volver a hacer un cálculo y análisis de el OEE.

En el desarrollo del proyecto se dio una propuesta de mejora mediante un formato de tiempo caído que permita dar un informe detallado sobre cada causa de la problemática con el propósito de tener identificadas las fallas del sistema que no permitían el logro de los objetivos, se utilizaron herramientas de ingeniería como el estudio de tiempo y movimientos para las cargas de la maquinaria y el análisis de métodos de trabajo. Con la implementación de un formato de

tiempos caídos después de un periodo de prueba de dos meses (Octubre-Noviembre) se empezó a ver notables cambios en la disminución de tiempos caídos y por lo tanto el OEE empezó a tener una mejora en la productividad, aumentando de un 59 a un 83.5 por ciento en el equipo en cuestión, además de que se pudo observar una tendencia al crecimiento gradual de la misma, logrando índices superiores al 96 por ciento en algunas semanas. Finalmente se concluyó que es importante su implementación para controlar los márgenes de producción que sean aplicables a todas las áreas de la organización.

### **Antecedentes y marco de referencia.**

La productividad de una empresa puede demostrar el tiempo de vida de la misma, independientemente de la cantidad de productos fabricados. Por estas razones, la productividad es un factor fundamental en el desarrollo diario de todo negocio. (Business Solutions, 2008). El único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o sus utilidades) es aumentando su productividad. El instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios. En un enfoque sistemático se dice que algo o alguien es productivo cuando con una cantidad mínima de recursos (Insumos) obtiene el máximo de productos en un periodo de tiempo dado.

Sin duda alguna la productividad es un indicador importante para medir el desempeño de las organizaciones, esta misma se ve considerablemente afectada por un sin número de factores que pueden aumentar o disminuir su nivel en la medida en que sean bien aprovechados, la maquinaria o equipo, es uno de los elementos de los ciclos productivos que más pueden beneficiar o perjudicar a un sistema en la medida en que sea bien aprovechado.

En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, máquinas, equipos de trabajo y empleados; esta investigación se realizó en el núcleo de un proceso productivo de componentes eléctricos para la industria automotriz, de la empresa St. Clair Technologies de Guaymas Sonora. St. Clair es una empresa que desde 1968 produce arneses para automóviles, dispositivos marinos y militares. En México St. Clair inició operaciones en Agosto de 1996 en la ciudad de Empalme, Sonora, integrada por 40 personas y posteriormente con la

finalidad de expandirse, en 1998 se cambiaron al Puerto de Guaymas, Sonora, México. (St. Clair Technologies, 2009).

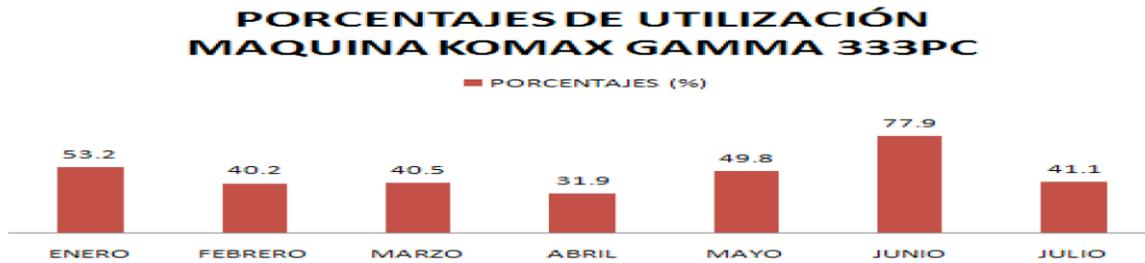
El área de corte de St. Clair Guaymas se encuentra conformada por cuatro máquinas Komax Gamma 333 PC las cuales se encargan de los procesos de: corte/desforre, crispado y colocación de casquillos. En esta área es donde empieza el proceso para todas las operaciones realizadas en la planta, por lo tanto tiene una intensa interacción con los departamentos de almacén, mantenimiento, producción e ingeniería, debido a su prioridad para surtir cada una de las estaciones de trabajo del área de ensamble final y con esto satisfacer la demanda de los clientes. Actualmente el área de corte ha tenido un bajo porcentaje de utilización de la máquina crimpadora automática Komax Gamma 333PC durante el transcurso del año 2009. En la tabla 1 se muestra la tabulación del comportamiento registrado durante los primeros siete meses del año 2009. (St. Clair Technologies, 2009)

Tabla 1. Tabla de Porcentajes de Utilización.

MES	PORCENTAJES (%)
ENERO	53.2
FEBRERO	40.2
MARZO	40.5
ABRIL	31.9
MAYO	49.8
JUNIO	77.9
JULIO	41.1

Fuente: St. Clair Technologies, 2009

Esta información fue obtenida a partir de los reportes de producción generados durante el periodo de enero a julio del 2009, tomando en cuenta los tiempos reportados por Set Up, mantenimiento correctivo y paro de maquinaria por inasistencia del operador. En la figura 1 se puede observar el comportamiento del porcentaje de utilización de la máquina Komax. Siendo de ésta manera más clara la visualización de los bajos porcentajes y la variabilidad de su utilización.



Fuente: St. Clair Technologies, 2009

Figura 1. Gráfico de Porcentaje de Utilización.

El óptimo desempeño del área de corte es de vital importancia, debido a que en esta área inicia el proceso de manufactura de toda la empresa, además de ser esta la que genera todos los circuitos para poder manufacturar todos los códigos de arneses producidos por la compañía. Actualmente en el área de corte se está generando una problemática ya que la maquinaria Komax Gamma 333 PC produce entre el 30 y 70 por ciento de tiempo trabajado, la cual es ocasionada por pérdidas de tiempo por set-up, cables mal colocados, terminales defectuosas y constante mantenimiento correctivo. (St. Clair Technologies, 2009).

Se pretende dar solución a la problemática mediante la implementación del OEE (Eficiencia General de los Equipos), la cual es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. La ventaja del OEE frente a otras razones es que mide en un único indicador todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, la eficiencia (rendimiento) y la calidad.

Tener un OEE, por ejemplo, del 40 por ciento, significa que de cada 100 piezas buenas que el equipo podría haber producido, sólo ha producido 40 piezas. OEE engloba todos los parámetros fundamentales porque del análisis de las tres razones que lo forman es posible saber si lo que falta hasta el 100 por ciento se ha perdido por disponibilidad (el equipo estuvo cierto tiempo detenido), eficiencia (el equipo estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se han producido unidades defectuosas).

El OEE es un método de medición de rendimiento productivo que integra datos de disponibilidad del equipamiento, la eficiencia del rendimiento y la tasa de calidad que se logra. (Belohlavek,

2009). Su principal objetivo es proporcionar una medida de productividad real de la maquinaria y equipo comparado a la productividad ideal durante un período del tiempo específico. Además ayuda a promover acciones para la eliminación de las pérdidas de la máquina.

El valor del OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia. De esta manera se tiene la siguiente clasificación: (a) tener un OEE menor de 65 por ciento se considera inaceptable: Se producen importantes pérdidas económicas y muy baja competitividad; (b) tener un OEE mayor del 65 por ciento y menor del 75 por ciento se considera Regular: Se dice que es aceptable solo cuando está en proceso de mejora. Pero si no está en dicho proceso se está generando pérdidas económicas y por lo tanto baja competitividad; (c) tener un OEE mayor del 75 por ciento y menor del 85 por ciento se considera Aceptable: Se recomienda continuar con la mejora para superar el 85 por ciento y avanzar hacia la World Class (Clase Mundial). Pero también genera ligeras pérdidas económicas y una competitividad ligeramente baja, (d) contar con un OEE mayor del 85 por ciento y menor del 95 por ciento se considera Buena: Entra en Valores World Class y se trabaja con buena competitividad y por último (e) lograr que el OEE mayor del 95 por ciento se considera Excelencia. Valores World Class y se tiene una excelente competitividad. (Peters, 2003).

El OEE resulta de multiplicar otros tres ratios porcentuales: la disponibilidad, la eficiencia (rendimiento) y la calidad. Estos tres datos son calculados de la siguiente manera:

Disponibilidad: Cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina ó equipo respecto del tiempo que se pretendía que estuviera funcionando (quitando el tiempo no planificado).

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación disponible}}{\text{Tiempo de operación total}}$$

Rendimiento: Cuanto tiempo ha estado funcionando la máquina, cuánto ha fabricado (bueno y malo) respecto a lo que tenía que haber fabricado ha tiempo de ciclo ideal.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Salida (Output) total}}{\text{Salida potencial}}$$

Calidad: Es el indicador más conocido por todos. Es decir, cuanto he fabricado bueno a la primera respecto del total de la producción realizada.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Producción de calidad}}{\text{Producción total}}$$

Si se integran estos tres factores como subconceptos de un concepto principal se encuentra la fundamentación de esta ecuación y con ello se tiene el marco de seguridad que permite tener un conocimiento más seguro. (Belohlavek, 2009).

### **Planteamiento del Problema**

Es necesario resolver esta situación de inconformidad debido a que el departamento de ingeniería estableció una meta de utilización para la maquinaria en el área del 78.8 por ciento, la cual no se ha cumplido, con el fin de dar solución a la problemática planteada, se hace la siguiente pregunta de investigación. ¿Cómo mejorar la productividad de la máquina Komax Gamma 333PC tal que permite alcanzar un porcentaje meta del 78.8 por ciento de utilización de la maquinaria y con esto mejorar el rendimiento de la planta?

### **Objetivo**

Incrementar la productividad, eficiencia y calidad en el área de corte, reduciendo los tiempos caídos por cambios de set-up de la maquinaria Komax Gamma 333PC para mejorar el rendimiento de la empresa.

### **Método**

El primer paso para definir la OEE del equipo en cuestión fue establecer la capacidad de la máquina Komax Gamma 333PC, esto con el fin de tener metas establecidas para la remuneración por OEE. Mediante el análisis de los métodos de trabajo, reportes de producción, estudio de

tiempos y movimientos, se determinó la carga de máquina para cada circuito así como la asignación de circuitos por máquina.

Después se capturo la información mediante un formato (Hoja de reporte diario de producción de corte) que entre otras cosas permite capturar información a nivel operativo; lo completa el operador y sirve también para monitorear su desempeño. En este formato el operador debe de indicar: (a) la cantidad real de circuitos cortados por turno (Piezas), (b) la cantidad y tiempo de Set up generado (Minutos), (c) el tiempo necesitado en mantenimiento correctivo (Minutos), (d) la calidad de las piezas producidas (e) el número de tarjetas Kanban corridas durante el transcurso del turno, (f) la cantidad de Scrap generado en el turno y por último (g) el número de circuitos corridos durante el turno.

Con esta información se pretende (a) medir la productividad de cada una de las máquinas en el área de corte en el primer turno, (b) desplegar estos resultados en el área (Gráficos FTC) para retroalimentar a los operadores de su desempeño, (c) identificar las principales causas de ineficiencia e integrarlas al plan de mejora continua y (d) lograr que se tomen medidas correctivas generando resultados reales.

Por último se procedió al cálculo y análisis del OEE, con el fin de pormenorizar las causas de ineficiencias a lo largo de un período específico, de este análisis se destacó la poca comunicación y el alto índice de tiempo caído entre los departamentos de mantenimiento, materiales, ingeniería y calidad.

Para tener un detalle diario de los tiempos caídos y trabajados en el área de corte se generó un reporte diario de corte de cable, el cual permitirá conocer la situación inmediata del rendimiento, producción y horas no trabajadas de cada una de las máquinas Gamma 333PC.

## **Resultados**

Algunas de las causas observadas en el área que pudieran estar produciendo un bajo índice de utilización son: (a) las terminales defectuosas, (b) cable mal colocado, (c) constante mantenimiento correctivo del equipo dentro de la jornada laboral, (d) falta de material, lo cual

implica que el departamento de almacén tarda en llevar la materia prima a la estación de trabajo, (e) tiempo perdido al hacer el Set Up, debido a que se tiene que ir al área de dados a buscar el dado correspondiente para la terminal que se correrá, para después calibrar el equipo en la estación de control estadístico de procesos, pero como todo el equipo se calibra en esta estación los operadores tienen que esperar su turno ocasionando con ello una fila en dicha estación ya que solo se cuenta con una sola estación de calibración.

Mediante la implementación del formato de tiempo caído se generó información precisa sobre las causas que generaban la baja productividad de la maquinaria Komax Gamma 333PC en el área de corte (ver anexo 1) dando con ello una alternativa factible para dar soluciones específicas a una problemática.

En la figura 2 se muestra el formato de tiempo caído para el área de corte, el cual se implementó bajo prueba a partir del día 03 de octubre de 2009. Este formato tendrá un seguimiento diario y se tendrá una copia por departamento para dar soluciones más rápidas y precisas a las problemáticas generadas en el área de corte. Esto con el fin de minimizar la repetitividad de las situaciones problemáticas, teniendo como apoyo una base de datos generada a partir de los reportes de este formato.

FECHA \_\_\_\_\_ SEMANA \_\_\_\_\_

FORMATO DE TIEMPO CAIDO PARA CORTE

FOLIO **0001**

Requerido por: \_\_\_\_\_ # Empleado \_\_\_\_\_

Recibido por: \_\_\_\_\_ # Empleado \_\_\_\_\_

Hora requerido \_\_\_\_\_ Hora Recibido: \_\_\_\_\_

Hora reparado: \_\_\_\_\_

Maquina     SEMANA \_\_\_\_\_

Detalle breve: \_\_\_\_\_

MANTTO.	MATERIALES	INGENIERIA	CALIDAD	CORR. DATOS	OTROS
1 CORRECTIVO	1 SURTIDOR OCUPADO	1 PARTES P/PROTO	1 CROSS SECTION	1 ALTURA	1 FALLA ELECT.
2 PREVENTIVO	2 SURTIDOR TARDE	2 PARTES P/ESTUDIO	2 VALIDACION	2 CAMBIO DE DADO	2 JUNTA
3 IMPRESORA	3 CAMBIO DE SETUP	3 OTROS	3 DEFECTO	3 TERM. ATORADA	3
4 OTROS	4 ERROR EN TARJETA	4	4 OTROS	4 CAMBIO DE TERM	4
5	5 NO MATERIAL EN CARRITOS	5	5	5 SET UP NAVAJAS	5
6	6 NO INVENTARIO	6	6	6 CORRECTIVO	6
7	7 EN OTRA MAQUINA	7	7	7 PREVENTIVO	7
8	8 SEÑAL TARDE	8	8	8 OTROS	8
9	9 ERROR DE ING.	9	9	9	9
10	10 ERROR DE OP.	10	10	10	10

Comentarios: \_\_\_\_\_

Fuente: Ibarra A. 2009.

Figura 2. Formato de tiempo caído.

En la figura 3 se muestra el Reporte diario de corte de alambre el cual fue implementado a partir del día 03 de octubre del 2009.

REPORTE DIARIO DEL AREA DE CORTE DE CIRCUITOS				
Fecha:				
	Maq. 1	Maq. 2	Maq. 3	Maq. 4
Tiempo disponible	9:10	9:10	9:10	9:10
Up-time				
Tiempo caído				
Total				
Diferencia (Hrs)				
Total de circuitos cortados				
Mezcla (Circuitos cortados)				

Fuente: Ibarra, 2009.

Figura 3. Reporte diario de corte de cable.

El objetivo de la implementación de este formato es el ahorro de tiempo para el análisis de los resultados diarios del OEE, proporcionando un diagnóstico más rápido de los tiempos caídos, tiempos trabajados (Up-Time), cantidad de circuitos cortados y la mezcla de circuitos durante el turno.

Con el objeto de monitorear el tiempo caído como parte del proceso de mejora, se implementó un formato, donde se involucren todos los departamentos que afectan al área de corte. En la tabla 3 se muestra un estimado semanal de tiempo caído en el área de corte por departamento, los cuales han sido los más impactantes durante el periodo bajo estudio de la problemática analizada. Dicho periodo corresponde a los meses de Agosto y Septiembre del 2009.

Tabla 2. Porcentajes de tiempos caídos por departamento.

DEPARTAMENTO	PORCENTAJE DE TIEMPO CAIDO RESPECTO A UNA SEMANA NORMAL DE TRABAJO
MANTENIMIENTO	17%
MATERIALES	12%
CALIDAD	7.70%
INGENIERÍA	11%
ÁREA DE DADOS	10%
OTROS	8.30%
TOTAL	66%

Fuente: St. Clair Technologies, 2009.

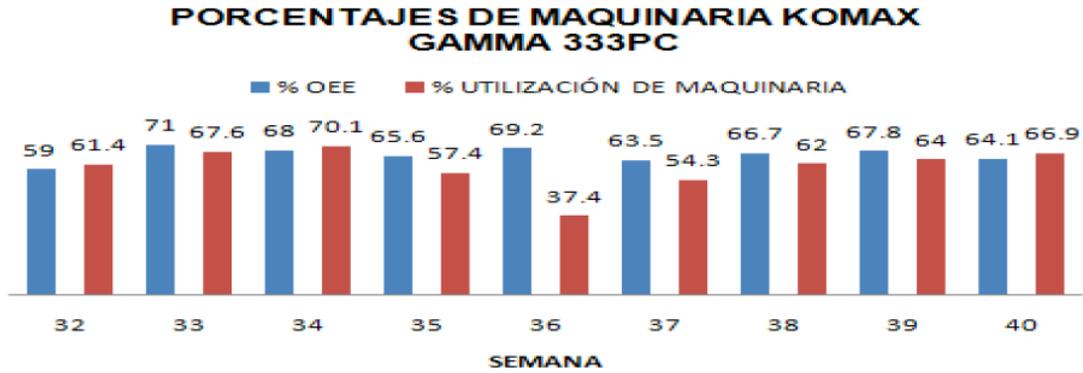
Por otra parte se redujo el tiempo de reacción para atender las problemáticas debido a que se encontró una demora promedio de 22.93 minutos al tomar una muestra de 30 reportes de tiempos caídos. Mediante la implementación de este formato de tiempos caídos se redujo el tiempo en un promedio entre 5 a 10 minutos para atender y dar solución a una falla o problemática.

El rendimiento de la maquinaria Komax Gamma 333PC tuvo un considerable incremento, lo cual se puede observar mediante la comparación del comportamiento del OEE y el porcentaje de utilización de la maquinaria antes y después de la mejora. En la tabla 3 se muestran los porcentajes del OEE y de la utilización de la maquinaria antes de la mejora y en la figura 4 se aprecia de una manera clara el comportamiento de los conceptos de análisis.

Tabla 3. Porcentajes de maquinaria Komax Gamma 333PC

PORCENTAJES DE MAQUINARIA KOMAX GAMMA 333PC		
SEMANA	% OEE	% UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA
32	59	61.4
33	71	67.6
34	68	70.1
35	65.6	57.4
36	69.2	37.4
37	63.5	54.3
38	66.7	62
39	67.8	64
40	64.1	66.9

Fuente: St. Clair Technologies. 2009



Fuente: St. Clair Technologies. 2009

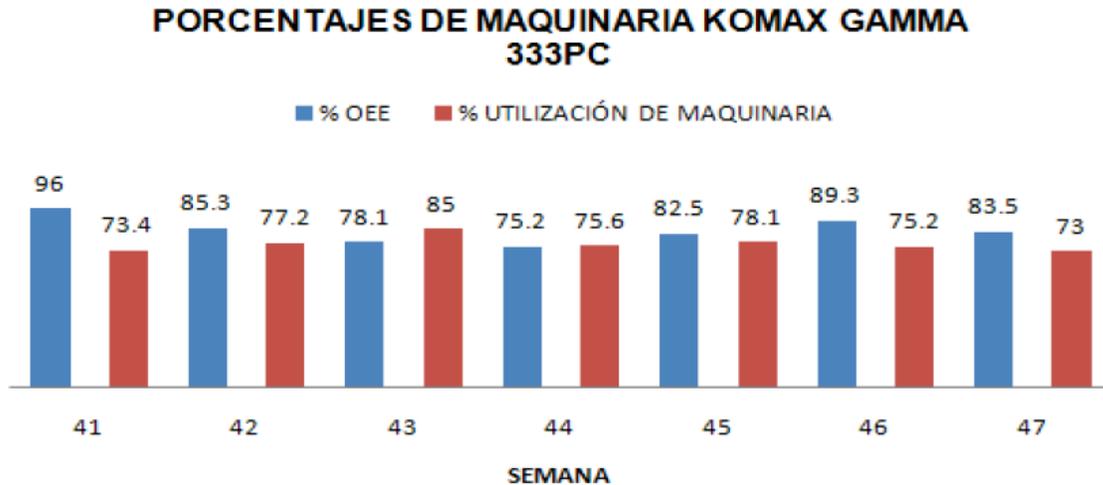
Figura 4. Gráfico de porcentaje de utilización.

En la tabla 4 se muestran los porcentajes del OEE y de la utilización de la maquinaria después de la mejora y en la figura 5 se aprecia en cambio en el comportamiento de los porcentajes después de la mejora.

Tabla 4. Nuevos porcentajes de maquinaria Komax Gamma 333PC.

<b>PORCENTAJES DE MAQUINARIA KOMAX GAMMA 333PC</b>		
SEMANA No	% OEE	% UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA
41	96	73.4
42	85.3	77.2
43	78.1	85
44	75.2	75.6
45	82.5	78.1
46	89.3	75.2
47	83.5	73

Fuente: St. Clair Technologies. 2009



Fuente: St. Clair Technologies. 2009

Figura 5. Nuevo gráfico de porcentaje de utilización.

## Conclusiones

Durante el periodo de investigación se pudo observar de una manera clara la problemática en el área de corte debido a la pérdida de tiempo en el Set Up, el constante mantenimiento correctivo a la maquinaria, también la pérdida de tiempo por motivos de ingeniería (Corridas de prototipos, experimentos de pruebas, entre otros), solo por mencionar los más fáciles de visualizar.

Gracias a la implementación del métrico OEE se obtuvieron los parámetros de medición y se logró eficientar la productividad de la maquinaria de un 59 por ciento hasta un 83.5 por ciento en la que de acuerdo a este indicador el proceso productivo es considerado como aceptable, el porcentaje de utilización de la maquinaria también tuvo una mejora gradual, logrando resultados del 83.6 y 96 por ciento de eficiencia en la semana 41 y 46 del estudio, cuyos valores ubican a las empresas como de clase mundial con una buena o excelente competitividad.

Para que la empresa pueda mantener e incrementar estos indicadores necesariamente deberá aplicar herramientas que le permitan mejorar los productividad y efectividad del equipo, tales como SMED (Single Minute Exchange of Die) por sus siglas en inglés o cambio de herramienta en (pocos) minutos, que permite reducir los tiempos en cambios de molde o set up y la reducción de los mantenimientos correctivos, así como la implementación de un Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM), el cual brinda las herramientas necesarias para maximizar la eficiencia corporativa.

La importancia de analizar la productividad en todos los factores que la impactan, produce un efecto significativo en la toma de decisiones, no se puede hacer gestión sobre algo que no se mide; la correcta utilización de los datos obtenidos permitirá descubrir capacidades ocultas y disponer de argumentos fiables para abordar procesos de mejora continua y la capacidad de realizar nuevas inversiones.

## **Referencias**

Belohlavek Peter. 2009, Overall Equipment Effectiveness, Primera Edición, Editorial Blue Eagle Group, Páginas 23-31, País, Eslovaquia.

Business Solutions Consulting Group, 2008, Productividad, Recuperado el día 30 de septiembre de 2009, Ver: <http://www.bscgla.com/>

C. Hansen Robert. 2001, Overall Equipment Effectiveness: a Power production/Maintenance tool for Increased Profits, Quinta Edición, Editorial Industrial Press, Inc, Páginas 25-33, País USA.

Flores A. Juan F. 2004, Medición de la efectividad de la cadena de suministro, Primera Edición, Editorial Panorama, Páginas 39-55, País, México.

H. Brunson William. 2004, OEE for Operators: Overall Equipment Effectiveness, Primera Edición, Editorial Productivity Press, Páginas 33-35, País, USA.

St. Clair Technologies Inc. 2009, Reportes de producción del área de corte, Planta Guaymas. Vorne Industries Incorporation, 2008, "Calculating OEE", Recuperado el día 09 de septiembre de 2009, Ver: [http://www.oee.com/calculating\\_oee.html](http://www.oee.com/calculating_oee.html)

Vorne Industries Incorporation, 2008, OEE Factors, Recuperado el día 23 de septiembre de 2009, Ver: [http://www.oee.com/oee\\_factors.html](http://www.oee.com/oee_factors.html)

Anexo.

Anexo 1: Análisis del reporte de tiempos caídos.

FOLO	REQUERIDO POR	HORA REQ.	RECIBIDO POR	HORA REC.	HORA REP.	MÁQUINA	DEPTO	ITEM	DETALLE
1	58302	6:45	49828	6:50	6:52	1	MANTTO	OTROS	Tarda mucho en prender la máquina
2	58302	6:52	49828	6:52	6:54	1	MANTTO	OTROS	La máquina no quería prender y despues de prender se volvió a travar
3	58302	6:54	49828	6:54	6:55	1	MANTTO	OTROS	Se travo l a máquina (La tarjeta necesita agarrar temperatura para correr al 100%)
4	57725	7:20	18489	7:25	7:48	3	MANTTO	IMPRESORA	Tira mucha tinta y mancha los cables
5	57725	8:28	49828	8:34	8:36	3	MANTTO	CORRECTIVO	La máquina saca del programa y marco: "top win exe has generated errors and will be closed by windows"
6	66045	9:40	26430	9:48	10:20	4	CORR. DADOS	CORRECTIVO	La terminal TM0128 se doblaba con las navajas
7	58302	10:09	49828	10:11	10:16	2	MANTTO	OTROS	Se abrieron parametros del BLO. y se ajusteron parametros del SPA de la seladora
8	57725	10:24	49828	12:00	12:30	3	CORR. DADOS	CAMBIO DE DADO	Se cambiaron los tooling del dado TM0208 al TF0213
9	66045	10:28	37768	10:39	11:39	4	MATERIALES	SURTIDOR OCUPADO	No hay terminal TM0128
10	57725	11:50	37768	12:05	1:15	3	MATERIALES	CAMBIO SET UP	SIC
11	66045	12:15	49828	12:35	13:05	4	MANTTO	IMPRESORA	Impresión borrosa en calibre 0.8 GXL
12	57725	12:40	49828	12:50	1:10	3	CORR. DADOS	CORRECTIVO	La TM0196 esta saliendo descentrada del ancho
13	66045	2:10	49828	2:11	2:15	4	MANTTO	IMPRESORA	Se activo la función de impresión en "Negrita"
14	57725	2:37	18489	2:40	2:44	3	MANTTO	CORRECTIVO	La máquina saca del programa y marco: "Error PCC-PC"
15	66045	2:30	49828	2:34	3:38	4	MANTTO	IMPRESORA	SIC
16	66045	4:15	49828	4:16	4:20	4	MANTTO	CORRECTIVO	SIC
17	66045	5:55	18489	5:57	6:04	4	MANTTO	OTROS	No sirve el teclado de la pc
18	66045	6:09	18489	6:09	6:16	4	MANTTO	OTROS	No sirve el teclado de la pc (No pone los números)
19	57725	8:20	37768	8:24	9:20	3	MATERIALES	SURTIDOR OCUPADO	SIC
20	57725	9:26	26430	9:27	9:46	3	CORR. DADOS	CORRECTIVO	No avanza la TM0196 y se descentro
21	57725	10:03	26430	10:03	10:13	3	CORR. DADOS	CORRECTIVO	No avanza la TM0196
22	57725	10:23	26430	10:23	10:46	3	CORR. DADOS	CORRECTIVO	Falla TM0196 (No avanza y sale descentrada)
23	58302	1:50	65128	1:50	2:15	2	CALIDAD	CROSS SECTION	SIC
24	58302	4:09	58302	4:09	4:26	1	OTROS	JUNTA	Junta mensual
25	58302	4:09	58302	4:09	4:26	2	OTROS	JUNTA	Junta mensual
26	58302	4:09	58302	4:09	4:26	3	OTROS	JUNTA	Junta mensual
27	58302	4:09	58302	4:09	4:26	4	OTROS	JUNTA	Junta mensual
28	58302	9:50	26430	9:50	10:00	2	CORR. DADOS	CORRECTIVO	Se quebro un pasador TM0296
29	58302	10:30	60566	10:31	10:35		CALIDAD	DEFECTO	El rolo de la TF0190 tenia el candado aplastado
30	58302	12:27	65128	1:40	1:45	2	CALIDAD	CROSS SECTION	Dos cambios de altura
31	76548	2:56	76548	2:56	3:05	1	OTROS	JUNTA	Junta de evaluación de áreas
32	76548	2:56	76548	2:56	3:05	2	OTROS	JUNTA	Junta de evaluación de áreas
33	58302	8:35	49828	8:39	8:40	1	MANTTO	CORRECTIVO	Falla CIMD
34	58302	9:16	65128	9:20	9:25	1	MANTTO	CORRECTIVO	Se travo

## **Capítulo XV: Metodología para el diseño de rutas de reparto de productos terminados para micro, pequeñas y medianas empresas**

*María Paz Guadalupe Acosta-Quintana<sup>1</sup>, Arnulfo Aurelio Naranjo Flores<sup>1</sup>, Javier Portugal Vásquez<sup>1</sup>, Martha Rosas Salas<sup>1</sup>, María del Pilar Lizardi Duarte<sup>1</sup>, Ana Gabriela Acosta Quiñonez<sup>2</sup>, Yuliana Guadalupe Quezada Siqueiros<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup> Profesores de Tiempo Completo del Cuerpo Académico Cadenas Productivas

<sup>2</sup> Alumnas de Ingeniería Industrial y de Sistemas  
Unidad Obregón, Instituto Tecnológico de Sonora  
Ciudad Obregón, Sonora, México; mpacosta@itson.mx

### **Resumen**

Dentro de las actividades logísticas, la distribución es una parte muy importante para la mayoría de las empresas, ya que le corresponden los mayores costos operativos, lo cual representa un problema para las empresas, en especial para las MiPyMes ya que de acuerdo a sus características se les dificulta planear este tipo de actividades.

Para disminuir los costos asociados a la distribución se requiere tener rutas de reparto diseñadas de manera óptima orientadas a minimizar el tamaño de la flota, la distancia recorrida, el tiempo de espera de los clientes y aprovechar al máximo la capacidad de cada vehículo, y dado este escenario se establece el objetivo de esta investigación el cual es proponer una metodología para el diseño de rutas de distribución de productos terminados para MiPyMes con el fin reducir los costos asociados con la distribución y contribuir con la satisfacción del cliente.

Para elaborar la metodología se utilizó un procedimiento que consta de tres fases, la primera consiste en recopilar información de los requerimientos de distribución de la empresa, la segunda es determinar el sistema de distribución y la última es proponer la ruta de distribución en base a los principios del diseño y programación de rutas, basándose en los primeros cuatro estadios de la metodología de Checkland.

Los resultados obtenidos fue una metodología conformada por 12 pasos que se explican detalladamente y además se contempla el uso de información de los clientes, productos,

vehículos y personal, contemplándose figuras y formatos que ayudan a comprender mejor la descripción de los mismos y facilitar su aplicación.

Finalmente se puede decir que la metodología es una herramienta útil que facilita la recopilación y organización de la información necesaria para diseñar rutas de reparto lo cual ayuda a la minimización de los costos relacionados con la distribución de los productos.

### **Antecedentes y marco de referencia**

El interés por impulsar el desarrollo de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMes), ha sido cada vez mayor en los últimos años, no sólo en México, sino también en casi todos los países desarrollados o en proceso de desarrollo. Esto, debido a la gran cantidad de establecimientos que representan, el elevado porcentaje de empleos que generan, su contribución en el Producto Interno Bruto (PIB), y a los múltiples beneficios que esos tres aspectos conllevan: disminución del desempleo, aminorar problemas sociales, consumo y reactivación económica, generar impuestos, entre otros. (<http://www.senado.gob.mx>)

Es decir, las MiPyMes son eslabones fundamentales para que las economías de las naciones crezcan y se vuelvan competitivas, tanto interna como externamente. Por tanto, en la medida que las MiPyMes crecen, en esa misma medida influyen en el desarrollo de su país. A pesar de ello, en ningún país estas empresas tienen favorables condiciones y, sobre todo ahora, con la competencia que se ha generado en este mundo globalizado. (<http://www.senado.gob.mx>)

Las MiPyMes se caracterizan por tener personal poco calificado, en caso de negocios familiares es común que los puestos sean ocupados por algún miembro de la familia que posee poca o ninguna información en administración, además de contar con poca visión estratégica y capacidad para planear a largo plazo, carecen de información de procesos

técnicos de mercado y competencia, cuentan con rezago tecnológico y baja capitalización, entre otros. Esto ocasiona que no se tenga una estructura clara y definida de la empresa.

Todas estas desventajas afectan el funcionamiento de este tipo de empresas, detienen su crecimiento y afectan el servicio al cliente, puesto que su cadena de suministro y su logística no se encuentran bien definidas, ya que la cadena de suministros va desde los insumos de la empresa a la entrega satisfactoria del cliente y la logística se emplea como estrategia competitiva en las empresas debido a que agrega valor al servicio o producto final, de tal manera que influye en la excelencia de las empresas.(Carrasco, 2005)

Según Ballou (2004) una buena dirección logística visualiza cada actividad en la cadena de suministros como una contribución al proceso de añadir valor, entonces se podrá cuestionar si dicha actividad debe existir. Sin embargo, se añade valor cuando los clientes prefieren pagar más por un producto o un servicio que lo que cuesta ponerlo en sus manos, por esta razón, para muchas empresas de todo el mundo, la logística se ha vuelto un proceso cada vez más importante al momento de añadir valor.

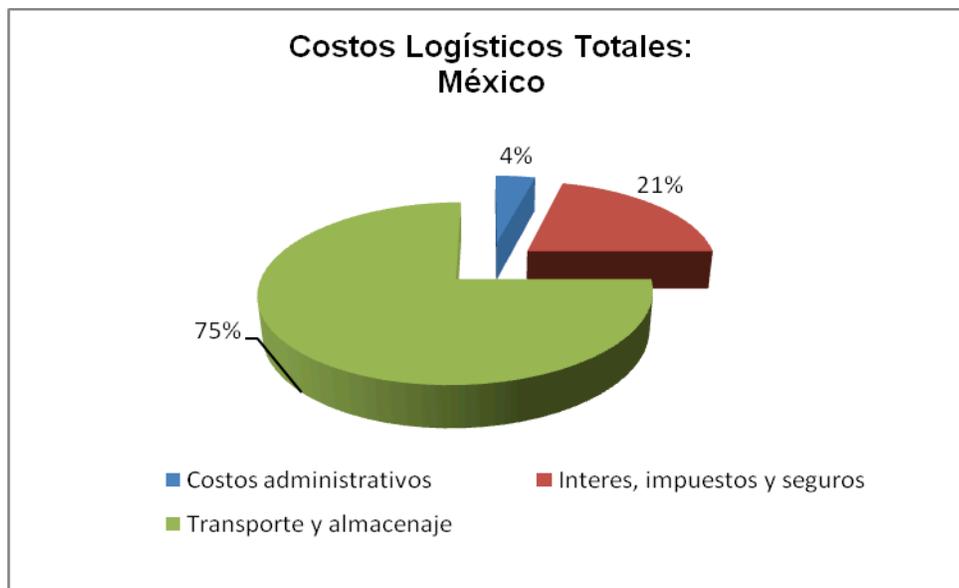
Por lo tanto un sistema logístico establecido, les permite a las empresas realizar sus actividades de manera óptima para obtener mejores resultados. Este sistema está compuesto por el abastecimiento, la producción y la distribución, siendo este último elemento en donde se centran los mayores costos de las empresas y donde hay que analizar cómo se pueden disminuir.

Ballou (1991) define a la distribución física como el conjunto de acciones que realizan los suministradores o comerciantes para colocar los productos en manos del cliente, en el momento y lugar oportuno, con los requerimientos y especificaciones de calidad establecidos y con el mínimo costo posible.

Hodson (1997) establece que las actividades relacionadas con la distribución son las siguientes:

- Registro de pedidos y servicio al cliente
- Almacenamiento
- Transporte
- Administración del inventario

En la siguiente figura se muestran los costos logísticos totales en México en el 2008, donde un 75 por ciento lo abarcan los costos relacionados con transporte y almacenamiento, un 21 por ciento los intereses, impuestos y seguros; y un 4 por ciento de costos administrativos.



Fuente: <http://www.elogistica.economia.gob.mx>

Figura 1. Costos logísticos totales en México.

En consecuencia a los altos costos que genera la distribución de los productos es muy importante contar con rutas de entrega diseñadas, que ayuden a minimizar el tamaño de la flota requerida para la entrega de productos, acortar la distancia recorrida, los tiempos de espera del cliente y aprovechar al máximo la capacidad de transporte de cada

vehículo de la flota con la que se cuenta para realizar las entregas de productos, esto con la finalidad de cumplir con la expectativas del cliente y al añadir valor al producto (Eidelman y Valdez, 2007).

En el caso de las MiPyMes, el contar con rutas para la entrega de los productos se considera que estas estrategias no son las viables, debido a que la mayoría de estas empresas tienen una baja capitalización y no cuentan con los recursos necesarios para contratar a entidades especializadas o para mantener un sistema de información de rutas de reparto, por lo que determinan sus rutas con base en los recursos con los que disponen y no consideran los factores necesarios que le pudieran ayudar a disminuir los costos relacionados con la distribución.

Esta situación puede representar una restricción para que las MiPyMes expandan sus mercados, en consecuencia, el desarrollo económico del país también se vería afectado, ya que estas empresas juegan un papel importante en el desarrollo económico estatal, regional y nacional y su consecuente incursión en el mercado mundial.

El pertenecer a este mercado trae como consecuencia una alta presión competitiva a nivel mundial, nacional y local; por tal motivo, para enfrentar los retos y oportunidades que ésta nueva etapa de interacción del capitalismo plantea, las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas, deben alcanzar posiciones de liderazgo, y asumir cambios estructurales y de cultura organizacional para poder subsistir en el nuevo mercado globalizado. Lo que les permitirá identificar nichos del mercado para sus productos y servicios; en los ámbitos local, regional, nacional e internacional con precios bajos y estándares internacionales de calidad. (Sarmiento, Paredes, Cuapio, Sánchez y González, 2007)

## **Planteamiento del problema**

En México se puede percibir un escenario muy inestable para las MiPyMes debido a diversas situaciones que las pueden llevar al fracaso, estas situaciones pueden estar relacionadas con el sistema de aprovisionamiento, producción o distribución, siendo este último el objeto bajo estudio, ya que es donde se presentan los costos y tiempos más elevados dentro de la empresa.

Al no contar con un buen sistema de distribución que permita elegir las rutas óptimas, ocasiona problemas en la empresa afectándose a los clientes al no entregar en el tiempo los productos solicitados por él, provocando insatisfacción en él. Además una de las principales situaciones que afectan el funcionamiento de este tipo de empresas son los altos costos que origina la distribución de los productos en el mercado.

Con base en lo anterior se plantea la siguiente problemática:

¿Qué estrategia se debe llevar a cabo para el diseño de rutas de reparto de productos terminados para MiPyMes?

## **Objetivo**

Proponer una metodología para el diseño de rutas de reparto de productos terminados para micro, pequeñas y mediana empresas, con el fin de reducir los costos asociados con la distribución y contribuir con la satisfacción del cliente.

## **Método**

El método que se utilizó para la investigación se describe a continuación:

**Objeto:** El proceso para realizar una metodología para el diseño de rutas de reparto de productos terminados para Micro, Pequeñas y Medianas empresas.

**Materiales:** Para la realización de la investigación se utilizarán los siguientes materiales:

- Principios básicos para la programación y diseño de rutas de reparto (Ballou, 2004)
- La metodología de Checkland (1997), en lo concerniente a los primeros cuatro estadios.

**Procedimiento:** Para realizar esta metodología se utilizará un procedimiento que consta de 3 fases, las cuales están planteadas en base a los primeros cuatro estadios de la metodología de Checkland que se presentan a continuación:

### **1. Recopilar información de los requerimientos de distribución de la empresa.**

En esta primera fase se recopilará información acerca de las características del producto, el tamaño del pedido, la ubicación del cliente, la frecuencia de los pedidos, se definirán las políticas de distribución que la empresa manejará para entregar los productos, entre otros. Esto servirá para obtener los requerimientos de manejo y transporte.

Para obtener las características del producto se utilizará un formato que fue elaborado con información de Anaya (2000).

### **2. Determinar el sistema de distribución.**

En esta etapa se determinarán las características que debe tener el sistema de distribución de la empresa para cubrir las rutas de reparto, en cuanto al personal y al tipo y cantidad de vehículos a utilizar dependiendo del volumen y el tipo de producto a entregar. En uno de los pasos de esta fase, se utilizará un formato para determinar el medio de transporte a utilizar por tipo de producto que fue elaborado a partir de la consulta de diversas páginas de Internet.

### **3. Proponer la ruta de reparto con base en los principios del diseño y programación de rutas.**

En esta última fase se establecerán los pasos que se deben de llevar a cabo para establecer las rutas que la empresa debe de tener, tomando en cuenta la información recopilada y las características del sistema de distribución tomando como referencia los principios que se aplican para el diseño y la programación de rutas propuestos por Ballou (2004).

## **Resultados**

A continuación se presenta la metodología para el diseño de rutas de reparto para MiPyMes que fue el resultado de desarrollar cada una de las fases planteadas anteriormente.

### **1. Recopilar información de los requerimientos de distribución de la empresa.**

Mediante los siguientes pasos se determinará la información acerca de los clientes de la empresa y de los productos que servirá como base para obtener los requerimientos de manejo y transporte.

1. Definir las políticas de distribución y transporte que la empresa aplicará para entregar los productos a los clientes.

Si la empresa no cuenta con políticas de distribución, es necesario definir las, para dejar claro los criterios a considerar en cuanto a cómo se van a realizar las actividades de distribución. Una política se puede definir como el criterio o directriz de acción elegida como guía en el proceso de toma de decisiones al poner en práctica o ejecutar las estrategias, programas y proyectos específicos del nivel institucional. ([www.definicion.org](http://www.definicion.org)).

Las políticas deben ser claras y comunicadas al personal de la empresa y a los clientes para que sean comprendidas y estén informados acerca de los criterios que la empresa tiene para realizar la entrega de productos.

Ejemplo:

*La empresa “X” determina que su política de distribución es: Entregar los productos en buenas condiciones, en el tiempo y día establecido.*

2. Elaborar una bitácora donde se registre la información de los clientes.

Si la empresa no cuenta con una bitácora donde se registre información relacionada con los clientes, debe elaborar una, para esto se propone el formato que se muestra en la tabla 1, la empresa puede agregar o quitar apartados de acuerdo a la información que requiera de los clientes.

Tabla 1: Bitácora para el registro de información de los clientes.

Nombre del cliente	Producto	Cantidad de producto			Frecuencia	Localización	Observaciones
		Unidades	Peso	Volumen			

Una vez llenada esta tabla se obtendrá información sobre lo que el cliente pide, es decir, el producto que requiere, la frecuencia de entrega, además de la localización que tiene y si requiere de alguna actividad o condición especial.

3. Identificar en un mapa la localización de los clientes.

Se debe identificar la localización de los clientes para facilitar el diseño de la ruta, para esto se señalará en el mapa la ubicación de cada cliente con un símbolo de diferente color para que se puedan distinguir mejor y anotar enseguida la frecuencia de entrega como dato a considerar en el diseño de la ruta. Se sugiere dividir el mapa en cuadrantes para observar las posibles agrupaciones de los clientes.

En el figura 2 se muestra un ejemplo de cómo están ubicados los clientes en un mapa, así como también se encuentra dividido en cuadrantes, puesto que es necesario ya que no se podría cubrir todos los clientes con una misma ruta.



Figura 2. Ejemplo de mapa de ubicación de los clientes.

4. Determinar las características del producto.

Este paso es muy importante porque con base en esto se obtiene información sobre las condiciones físicas, la caducidad y obsolescencia, los requerimientos de manejo y transporte, y la demanda. Para obtener estas características se recomienda utilizar el formato que se muestra en la tabla 2 para cada uno de los productos de la empresa y obtener los requerimientos que necesita cada uno de ellos, además se puede indicar si se requiere de alguna condición especial. Si es necesario al formato se le pueden agregar otros apartados que se requieran especificar de acuerdo al producto, esto con la finalidad de tener la información suficiente para que este no se vea afectado durante su distribución.

Tabla 2. Análisis de las características del producto.

<b>Características</b>		<b>Vaciar información</b>	<b>Indicaciones especiales</b>
<b>Físicas</b>	Volumen del producto		
	Peso del producto		
	Tipo de empaquetado		
	Fragilidad y resistencia del producto		
	Producto peligroso(inflamable)		
	Producto a transportar seco		
	Producto a transportar en refrigeración		
	Producto a transportar congelado		
	Producto a transportar en cámara isotérmica		
<b>Caducidad y obsolescencia</b>	Producto perecedero		
	Producto no perecedero		
	Producto caducidad fija		
	Producto de alto riesgo de obsolescencia		
<b>Condiciones de operatividad</b>	¿El producto requiere de alguna condición de seguridad especial?		
	¿Cuál es el sistema de codificación que posee?		
	¿Qué unidad de manejo o manipulación requiere el producto?(paquete, ballet,etc)		
	unidad mínima de venta (por ejemplo, caja de diez unidades)		
	Seguimiento del sistema UEPS, PEPS o diferente		

	Necesidad de reacondicionamiento del producto		
	Medios de contención utilizados (ballet, bidón, cesta, etc.)		
<b>En cuanto a demanda</b>	Producto de alta rotación		
	Producto de baja rotación		
	Producto con demanda estacional		
	Producto de alto costo		
	Producto de bajo costo		
	Prioridades de servicio		

UEPS: Ultimas Entradas, Primeras Salidas

PEPS: Primeras Entradas, Primeras Salidas

## **Fase 2. Determinar el sistema de distribución**

### 5. Registrar los vehículos.

Hacer un registro de la cantidad de vehículos con los que se cuenta en la flota para cubrir las rutas, este registro debe contener las características de cada vehículo como son la capacidad, el tipo de producto que se puede transportar, es decir, secos o que necesiten condiciones especiales para ser transportados como en frío, congelado o alguna otra condición. Para esto se puede hacer un formato como el que se muestra en la tabla 3:

Tabla 3. Registro de vehículos para transporte de productos.

Vehículo	Capacidad	Tipo de producto			Observaciones
		Seco	Frío	Congelado	

El uso del formato facilitará la organización de la información acerca de los vehículos de la flota y se podrá identificar mejor con qué tipo de vehículos se cuenta y con qué características para así determinar que se utilizará en la entrega de los productos en cada ruta.

6. Hacer una lista del personal requerido para cubrir la ruta.

Enlistar el personal con que cuenta la empresa para llevar a cabo la entrega de los productos para determinar si existe un balance entre el número de vehículos y el personal para cubrir la ruta o si es necesario contratar más personas dependiendo del número de vehículos asignados en cada ruta para cubrir la demanda de los clientes, se propone utilizar el formato que se presenta en la tabla 4 para tener mejor organizada y más clara esta información. En este formato se registrará el nombre del empleado, el horario que se le asignará en la semana, especificando la ruta que cubrirá cada día y el cuadrante donde se localiza, además cuenta con un apartado donde el empleado firmará para comprobar que fue informado con anticipación de las rutas que le corresponde cubrir en la semana.

Tabla 4: Registro de personal incluido en cada ruta

Nombre	Horario (Ruta/Cuadrante)							Firma
	L	M	M	J	V	S	D	

7. Definir el tipo de vehículo a utilizar para la distribución de los productos.

Se debe definir el vehículo a utilizar para distribuir los productos de acuerdo con las características de cada uno de ellos, para así conservarlos en buen estado y que no sean dañados durante su distribución. Esta selección dependerá de los vehículos con los que cuenta la empresa (ver tabla 5), siempre y cuando el producto se encuentre protegido. En la tabla 5, se hace una propuesta de los tipos de vehículo a elegir dependiendo del tipo de producto que se transportará. Para la selección del vehículo es importante tomar en cuenta lo establecido en las normas NOM-040-SCT-2-1995 referente al transporte de objetos indivisibles de gran peso y/o volumen, peso y dimensiones de las combinaciones vehiculares y de las grúas industriales y su tránsito por caminos y puentes de jurisdicción federal y la NOM-012-SCT-2/2008 que habla sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.

Tabla 5. Medios de transporte a utilizar por tipo de producto.

Tipo de vehículo	Tipo de producto				Tipo de carga (Ton)		Observaciones
	Seco	Frío	Congelado	A granel	Carga Ligera (> 7.5)	Carga Pesada (7.6 a 20)	
Motonetas	X				X		Este medio es más utilizado para la entrega de comida rápida o servicios de paquetería.
Furgonetas	X				X		
Camioneta con racas	X			X	X		
Camioneta con contenedor frío		X	X		X		Para productos fríos la temperatura es de 0 a 10 <sup>0</sup> C. Para productos congelados la temperatura es debajo de su punto de congelación.
Troque				X		X	
Trailer	X	X	X			X	

### 3. Proponer la ruta de reparto en base a los principios del diseño y programación de rutas.

#### 8. Agrupar a los clientes.

Se debe agrupar a los clientes considerando su cercanía y la frecuencia de entrega para asignarlos en una misma ruta, para esto se utilizará el mapa donde se ubicó a los clientes, luego se identifica cuál es el cliente más lejano del centro de distribución de cada grupo.

En la figura 3 se muestran, como es (a) una agrupación deficiente (cruce de rutas) y como debe ser una (b) mejor agrupación:

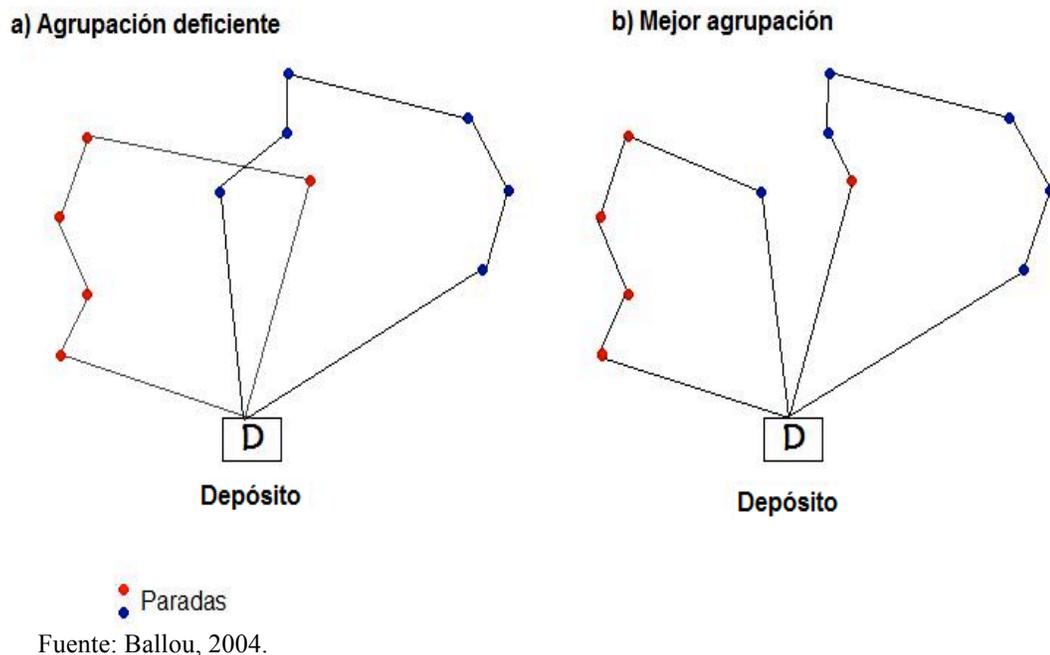


Figura 3. Agrupación de los clientes.

#### 9. Identificar si hay paradas para entregas aisladas de una agrupación.

Identificar en el mapa de la ubicación de clientes si existen paradas de entrega que hayan quedado aisladas de alguna agrupación para que sean analizadas, y tomando

en cuenta la distancia y el volumen a entregar se pueda saber si es posible cubrir con un vehículo más pequeño que pueda ser más económico para la empresa o ya sea que atienda con el vehículo de la agrupación más cercana a ese cliente.

10. Calcular la cantidad de producto total a entregar en cada ruta.

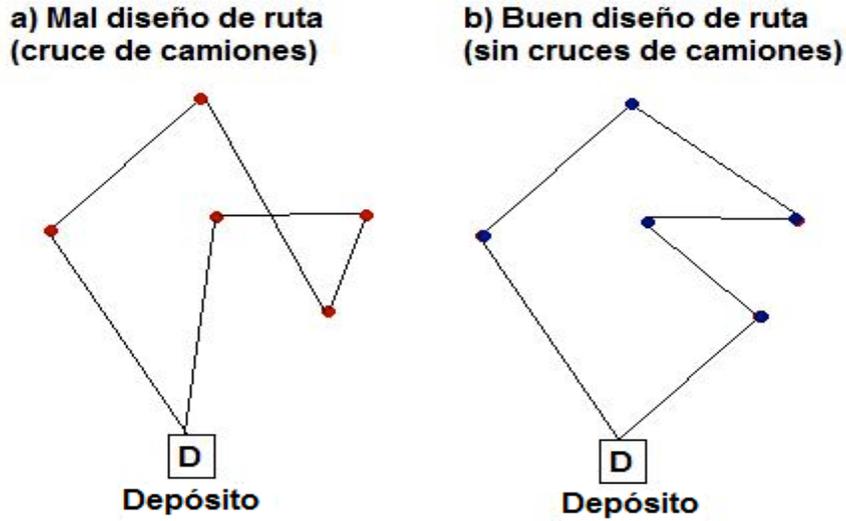
Se debe calcular la cantidad total de productos a entregar en cada una de las rutas, esto con la finalidad de asignar primero a los vehículos más grandes de la flota con la que se cuenta para realizar el reparto, para así aprovechar mejor su capacidad, cubriendo todas las paradas de la ruta, esto con el objetivo de minimizar la distancia total o el tiempo de utilización en cada parada, de ahí en adelante se asignarán los vehículos pequeños. En este punto también es muy importante analizar además del volumen de entrega, el lugar a donde se transportará la mercancía para saber que vehículo es conveniente utilizar, dependiendo de las características físicas que tiene la ubicación de los clientes.

11. Determinar si existen actividades de logística inversa.

Si en la ruta también se van hacer recolecciones de productos, es recomendable mezclar las recolecciones con la ruta de reparto, en vez de dejarlos hasta el final de la entrega para minimizar la cantidad de caminos que se crucen. Hay que considerar que esta actividad se puede realizar siempre y cuando la capacidad del vehículo de reparto lo permita y de que no afecte u obstaculice la entrega y las características de los productos.

12. Diseñar la ruta.

Se trazará una línea siguiendo la secuencia de la ruta que tendrá cada agrupación de clientes, para saber si cumple con el principio de formar la figura de una lágrima y que las paradas de entrega sean continuas y nunca se crucen, como se muestra en la figura 4.



Fuente: Ballou, 2004.

Figura 4. Ejemplos de mala y buena secuencia de paradas.

En la figura anterior se muestran ejemplos de (a) un mal diseño de rutas (cruce de caminos) y (b) de un buen diseño de rutas (sin cruce de caminos).

### **Conclusiones**

El objetivo de esta investigación fue, proponer una metodología para el diseño de rutas de reparto de productos terminados para micro, pequeñas y mediana empresas, con el fin reducir los costos asociados con la distribución y contribuir con la satisfacción del cliente y de acuerdo con los resultados obtenidos en el desarrollo de la misma, se concluye que se logró el objetivo planteado, ya que se obtuvo una metodología para el diseño de rutas de reparto de productos terminados para MiPyMes.

Esta metodología consta de tres fases donde se reúne información del producto, de los clientes, de los vehículos y del personal; esto con el fin de relacionar y organizar la información de tal manera que ayude a diseñar rutas que satisfagan los requerimientos de distribución de la empresa y contribuya a la disminución de costos y la satisfacción

del cliente. En la primera fase se busca recopilar los requerimientos de distribución de la empresa, para lo cual se tienen que definir las políticas de distribución que se manejarán, hacer una bitácora para registrar información de los clientes y ubicarlos en un mapa, además se determinan las características de los productos para obtener los requerimientos de manejo y transporte.

En la segunda fase, se debe determinar el sistema de distribución que utilizará la empresa para entregar los productos, para llevar a cabo esta fase, se debe de hacer un registro de los vehículos con los que cuenta la empresa y describir cuales son las características que poseen cada uno de ellos, elaborar una lista del personal asignado para cubrir las rutas e identificar el vehículo a utilizar dependiendo de las características del producto y del volumen de entrega. Por último, en la tercera fase se propone en si, lo que es el diseño de la ruta para lo cual se debe de agrupar a los clientes, identificar si hay paradas aisladas de la agrupación, calcular el volumen a entregar en cada una, determinar si existen actividades de logística inversa y trazar la secuencia que seguirá la ruta.

Para realizar esta metodología se presentaron algunas limitantes, como fue el tiempo establecido por la institución para el desarrollo de la investigación, ya que no fue suficiente para realizar la implementación y validación de la misma.

Comparando la metodología resultante con los métodos “de ahorros” y “de barridos” que también son para el diseño de rutas se puede determinar que existen algunas semejanzas y diferencias. Las semejanzas encontradas son que en ambos métodos y en la metodología se busca disminuir el número de vehículos y la distancia a recorrer en cada viaje. En referencia con el método “de barridos”, al igual que la metodología se maneja el uso de un mapa de la localización de los clientes que ayuda tener un mejor panorama de los mismos lo que facilita el diseño de la ruta.

En cuanto a las diferencias encontradas, se deben principalmente a que en la metodología aparte de información de clientes y vehículos a utilizar, también se considera como necesaria la información sobre las características del producto y del personal de la ruta, y en los métodos sólo se habla de los dos primeros aspectos.

La metodología puede ser una herramienta muy útil para las MiPyMes, ya que explica detalladamente y de forma clara y sencilla paso a paso como diseñar rutas de reparto eficientes que contribuyan a la disminución de los costos y tiempo de entrega.

### **Referencias**

- Anaya, T.J.J (2000). Logística integral; la gestión operativa de la empresa. Madrid: Editorial ESIC.
- Ballou, R. (1991), Logística empresarial; control y planificación. México: Editorial Pearson Prentice-Hall
- Ballou, R. (2004), Logística, administración de la cadena de suministros. México: Editorial Pearson, Prentice Hall.
- Checkland, P. (1997), Pensamiento de sistemas, practica de sistemas. México: Editorial Limusa

### **Referencias de internet**

- Carrasco, A. F. La micro y pequeña empresa mexicana, Observatorio de la Economía Latinoamericana, Número 45, julio 2005. recuperado el 23 de enero del 2009 de: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/index.htm>
- Eidelman, A., Valdez, A (2007). Sistema de optimización para el ruteo dinámico de vehículos con ventanas de tiempo recuperado el 29 de enero del 2009 de: [www.midnightsoret.com.ar/personales/alejandrovaldez/tesis/archivos/tesis-informe.doc](http://www.midnightsoret.com.ar/personales/alejandrovaldez/tesis/archivos/tesis-informe.doc)*
- Sarmiento, S., Paredes, M., Cuapio, R., Sánchez, A., González, M. (2007). Retos y Oportunidades en la Globalización de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa del Estado de Tlaxcala, México, recuperado el 6 de febrero del 2009 de: <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EEFuyluVEuDRYeqyqE.php>

## **Capítulo XVI: Conocimientos y habilidades en el uso de medios de comunicación electrónicos de los participantes en un Proyecto de Alfabetización Tecnológica**

*Sonia Verónica Mortis-Lozoya<sup>1</sup>, Joel Angulo Armenta<sup>1</sup>, Ángel Alberto Valdés Cuervo<sup>2</sup>, Amanda María Rivas Navarro<sup>3</sup> y Jessica Jazmín Sambrano Osuna<sup>3</sup>.*

<sup>1</sup> Profesores de Tiempo Completo del Cuerpo Académico de Tecnología Educativa en la Sociedad del Conocimiento

<sup>2</sup> Profesor de Tiempo Completo del Cuerpo Académico de Procesos Educativos

<sup>3</sup> Alumnas de la Licenciatura en Ciencias de la Educación

Instituto Tecnológico de Sonora

Ciudad Obregón, Sonora, México; smortis@itson.mx

### **Resumen**

Se realizó un estudio descriptivo utilizando una metodología cuantitativa, el objetivo fue determinar el nivel de conocimientos y habilidades adquiridas en cuanto al uso de los medios de comunicación electrónicos (Chat y correo electrónico) en participantes adultos que concluyeron los cursos de un proyecto de Alfabetización Tecnológica (AT). Participaron en el estudio 98 adultos que cursaron los tres módulos del programa de AT durante el 2008. Se diseñó un instrumento que se compone de dos apartados que son de conocimientos y de habilidades con un total de 19 ítems, el cual cuenta con un índice de discriminación adecuado. Los resultados muestran que los participantes cuentan con un nivel más alto de conocimientos que de habilidades.

Descriptores: Alfabetización tecnológica, medios de comunicación electrónicos, Chat, correo electrónico, TIC.

### **Antecedentes y marco de referencia**

Los términos “Sociedad de la Información” y “Sociedad del Conocimiento” se suelen relacionar estrechamente. Algunos autores los manejan de manera indistinta, mientras otros dejan claro que no significan o no se refieren a lo mismo. Con respecto a la sociedad del conocimiento, Clark (2007) considera que se trata de una etapa aún no alcanzada por la civilización.

Por otra parte Castells (2002) menciona que la sociedad del conocimiento “se trata de una sociedad en la que las condiciones de generación de conocimiento y procesamiento de información han sido sustancialmente alteradas por una revolución tecnológica centrada en el procesamiento de información, en la generación del conocimiento y en las tecnologías de la información, lo que caracteriza a esta revolución es la aplicación de ese conocimiento y acota: la difusión de la tecnología amplifica infinitamente su poder cuando sus usuarios se la apropian y la redefinen” (p. 3).

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) son un conjunto de avances tecnológicos que proporcionan la informática, las telecomunicaciones y las tecnologías audiovisuales; que comprenden los desarrollos relacionados con los ordenadores, Internet, la telefonía, los "mass media", las aplicaciones multimedia y la realidad virtual (Marqués, 2000).

Según Sáez (1995) "la tecnología cambia rápidamente hasta la forma como vivimos, pero en cuanto el cambio de nuestras propias concepciones del mundo se modifican con pereza" (citado por Marqués, 2000, p. 17). Situación que no debería de suceder debido a las múltiples ventajas que estos conjuntos de avances traen para el ser humano como lo es la ampliación de las capacidades físicas y mentales y con ello las posibilidades de desarrollo social. Estas tecnologías básicamente proporcionan información, herramientas para su proceso y canales de comunicación.

Las TIC abarcan tanto a la radio, la televisión, teléfonos, fax, la prensa, el cine y la red mundial, también ofrecer el servicio de la World Wide Web más conocida como la WWW. Esta última ha sido un extraordinario desarrollo para la humanidad que le permite ha permitido tener una comunicación sincrónica (en tiempo real) y asincrónica (distintos momentos). Por otra parte, las aportaciones y el impacto de las TIC son: a) el fácil acceso a una inmensa fuente de información, b) el proceso rápido y fiable de todo tipo de datos, c) una gran capacidad de almacenamiento y d) la digitalización de la

información.

El aprovechamiento y aplicación en la sociedad de las TIC se va a manifestar una vez en que disminuya la brecha digital que actualmente existe. La brecha digital es la distancia entre quienes pueden hacer uso efectivo de las TIC y quienes no pueden (Tecnoneet, 2004 citado por Ochoa, 2009). Asimismo, el uso del Internet, así como sus servicios de comunicación tales como lo son el Chat y el correo electrónico, son unas de las herramientas tecnológicas indispensables para el logro de la inclusión de las personas a la sociedad de la información; por ello es importante que la sociedad conozca estos medios y los utilice en su vida diaria.

Hoy en día, la alfabetización tecnológica juega un papel importante ya que al alfabetizar a personas en el uso de las TIC, especialmente en el uso de medios de comunicación electrónicos, está participando para favorecer el acceso libre, gratuito y democrático de los ciudadanos a la red; desarrollando en ellos las habilidades tecnológicas (uso de la informática y los medios) básicas para desenvolverse con capacidad y autonomía en la era digital.

Area (2005) menciona que alfabetización tecnológica es desarrollar tanto conocimientos como habilidades, ya sean instrumentales o cognitivas con relación con la información sobre las nuevas tecnologías (usar la computadora, manejar el software, buscar información, enviar y recibir correos electrónicos, utilizar los distintos servicios de WWW, entre otros). Además de infundir tanto valores como actitudes de naturaleza social o política con relación a la tecnología, ya que ésta ha llegado a ocupar un lugar muy importante en el desarrollo profesional como laboral de las personas, es por ello la importancia de una adecuada alfabetización que evita también el rezago tecnológico de la sociedad.

Diferentes organismos e instituciones nacionales e internacionales contribuyen en disminuir la brecha digital y promover la inclusión digital, trabajando en el desarrollo de proyectos estratégicos sobre AT. Según Tecnoneet (2004), la inclusión digital se refiere a una situación teórica en la que todo ciudadano y en igualdad de condiciones tiene acceso a las TIC (citado por Ochoa, 2009). Actualmente Venezuela cuenta con un plan de AT que surge en el año 2007, desarrollado por el Centro Nacional de Tecnologías de Información (CNTI) con el objetivo de insertar a la ciudadanía el poder de utilizar las tecnologías y conocimiento (Centeno, 2007).

En Extremadura, España también se desarrolló un proyecto similar, a través del plan de AT, cuyo objetivo principal es la participación activa de los ciudadanos en la sociedad de la información y el conocimiento a través de los llamados Nuevos Centros del Conocimiento (NCC), que están hechos pensando en los sectores de población más desfavorecidos (Junta de Extremadura Consejería de Infraestructuras y Desarrollo Tecnológico [JECIDT], 2007). La Fundación Esplai (2001-2004) está impulsando el proyecto Red Conecta, cuyo objetivo principal es acercar y formar en las TIC a las personas más desfavorecidas, como medida que ha de contribuir a favorecer su inclusión social (Castro, s. f.). Por otro lado, en México en el Estado de Veracruz se lleva a cabo el Programa Vasconcelos que es un plan permanente y autosustentable de distribución social del conocimiento a través del uso de las nuevas tecnologías de telecomunicaciones e informática, con la finalidad de humanizar la tecnología para distribuir equitativamente el conocimiento (Programa Vasconcelos, 2009).

En Ciudad Obregón, Sonora, en diciembre de 2007 comenzó a operar una red inalámbrica de banda ancha que cubre 65 kilómetros cuadrados de esta ciudad. Hasta hoy es la primera ciudad digital del país. Esta red se habilitó para distribuir servicios y contenidos públicos, privados y académicos. Todo gira alrededor de dar servicios al ciudadano aunque también lleva intrínseca la intención de posicionar a la ciudad como un referente nacional e internacional con este concepto innovador que podría ser

replicado en otras ciudades (Garza, 2008).

Para que la red inalámbrica del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) logre un verdadero impacto social es fundamental que la población se apropie de la tecnología, por lo anterior, la Institución cuenta con el aporte de la iniciativa estratégica denominada Parque de Articulación y Transferencia de Tecnología Educativa (PATTE), en el que se busca crear un puente entre la tecnología y la sociedad, contribuyendo a crear una autosuficiencia de sus ciudadanos (Garza, 2008).

El objetivo del PATTE es incrementar la riqueza de la región creando un puente entre el conocimiento tecnológico y la sociedad, utilizando innovadoras herramientas didácticas, programas educativos y experiencias de formación, para hacer llegar tanto al individuo como a las organizaciones, la cultura y el pensamiento tecnológico como parte intrínseca de la cotidianidad, es por eso que es un puente entre la tecnología y la sociedad (Instituto Tecnológico de Sonora [ITSON], 2008). Según Rodríguez (2007), el PATTE tiene como fin incrementar la riqueza de la región mediante la preparación de la comunidad, ya que tanto la falta de acceso como de uso de las herramientas tecnológicas, impide que sean capaces de participar en la creciente economía global minimizando el potencial que la tecnología tiene para la mejora de su salud, de su trabajo, de su educación, de su gobierno, de sus instituciones culturales y de esparcimiento (citado por Serna et. al., 2008).

El ITSON (2008) refiere que la instalación de la red inalámbrica es sólo el primer paso de un proyecto denominado “Obregón Digital”. Este proyecto busca contribuir al desarrollo social, económico, tecnológico y cultural, para hacer de Ciudad Obregón una comunidad del conocimiento (citado por Serna et. al, 2008).

Cabe mencionar que el desarrollo exitoso del proyecto “Obregón Digital” depende en gran manera en que la comunidad esté capacitada en el uso de las TIC, es en este aspecto

donde el PATTE figura un papel muy importante en la sociedad ya que son cuatro los proyectos en los que actualmente está trabajando, éstos son: Animación Hospitalaria, Guía para Súper Padres, Gestión del Aprendizaje y proyecto de AT (Serna et. al, 2008).

En el proyecto es AT se habilita a las personas adultas sobre el uso de las TIC, iniciando desde lo más básico sobre el uso de la computadora. El objetivo general de este proyecto es alfabetizar tecnológicamente a la población adulta del Municipio de Cajeme para su inserción en la cultura y sociedad digital (ITSON, 2008).

### **Problema**

En México, han ido en aumento los lugares públicos en los cuales se puede tener acceso a una computadora conectada a Internet. Según la Asociación Mexicana de Internet (AMIPCI) en el 2005 los lugares de acceso a Internet, por orden de importancia fueron: a) la casa 40%; b) el cibercafé 30%; c) el trabajo/oficina 20% y d) escuela/universidad 10%. (Acosta, Rocha & Contreras, s.f.).

Según el Módulo Nacional de Computación ([MÓNACO], 2001) los hogares de la población mexicana en el año 2000 contaban con un 10.4 % con acceso a una computadora, para el 2001 aumentó a 11.6%. Para el 2001 en el país sólo el 8% de la población es usuaria de Internet, y apenas el 16.6% sabe utilizar una computadora.

En el mes de Marzo del 2008, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) aplicó la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) cuyos contenidos son específicos en la materia. Del año 2001 al 2008 hubo un crecimiento sobre el uso de la computadora de un 17.7% en los hogares mexicanos, donde sólo un 25.7% cuenta con una computadora en casa. El 33.7% de los usuarios, de los cuales el 52.9% son hombres y 47.1 son mujeres (INEGI, 2008).

El proyecto AT del PATTE pretende desarrollar en personas adultas, las competencias básicas en el uso de la tecnología, pues se comprende que las generaciones de personas adultas fueron alfabetizadas a través de medios impresos y podrían beneficiarse mucho más con las nuevas tecnologías hoy en uso (ITSON, 2008).

Este proyecto inició en agosto de 2007 con el diseño y aplicación de los cursos pilotos, siendo éstos 3 módulos. El primer módulo enseña a las personas las partes que componen una computadora, hasta el encendido y apagado correcto. El segundo módulo, instruye a las personas adultas a buscar información utilizando un Navegador de Internet, evaluarla a través de criterios y guardarla en Microsoft® Office Word. El tercer módulo los habilita para el uso del Chat y correo electrónico, en el que las personas con ayuda de las instructoras crean su correo electrónico realizando una práctica a través del MSN® Messenger (ITSON, 2008).

El proyecto AT ha contado con la participación de 516 adultos que cursaron varios módulos del mismo, durante el período Febrero – Noviembre de 2008; de éstos 170 han concluido los tres módulos (ITSON, 2008). A pesar del éxito obtenido por el programa aún no existen estudios detallados que permitan determinar los conocimientos que han adquirido los participantes en el mismo. Con un programa de seguimiento, se investiga directamente si se han registrado algunos cambios favorables en la persona en sus habilidades, conocimientos, actitudes o por lo contrario cambios desfavorables, o ningún cambio alguno.

Puesto que dentro de los objetivos del PATTE está el posicionar a Ciudad Obregón como en centro de innovación en el uso de las TIC y formar a los ciudadanos con competencia para el uso y manejo de las mismas utilizando los medios electrónicos para comunicarse (Serna et. al, 2008). Es necesario saber si se está logrando esta meta, por lo tanto esta investigación pretende medir el nivel de conocimientos y habilidades adquiridas por los participantes del programa en lo relativo al uso de los medios de

comunicación electrónicos (Chat y correo electrónico).

### **Objetivo**

Determinar el nivel de conocimientos y habilidades adquiridas en el uso de los Medios de Comunicación Electrónicos de los participantes adultos (mediante una prueba de conocimientos y otra de habilidades) de los cursos del Programa de AT, para medir el impacto del mismo.

#### *Objetivos Específicos*

1. Determinar el nivel de conocimientos y habilidades en el que se encuentran los participantes, a través de la aplicación de un instrumento de evaluación.
2. Establecer si existen diferencias significativas entre el nivel conocimientos y el de habilidades en el que se encuentran los participantes.

### **Método**

Este estudio es descriptivo de tipo cuantitativo, ya que tuvo como finalidad medir el nivel de conocimientos y habilidades en cuanto al uso de los medios de comunicación electrónica de los participantes en el programa de AT

#### *Población*

La población estuvo conformada por 130 adultos alfabetizados que cursaron los tres módulos del programa de Alfabetización Tecnológica (Nivel uno: uso básico de la computadora, nivel dos: navegación por Internet y nivel tres: medios de comunicación electrónica), durante el período de febrero a noviembre de 2008.

#### *Muestra*

Se seleccionó una muestra no probabilística representativa por conveniencia de 98 sujetos. Los participantes en el estudio tenían una edad promedio de 53 años; de éstos, 22 (22.4 %) eran hombres y 76 (77.6%) mujeres. Más del 60% de los participantes no cuentan con trabajos pagados, ya sea por dedicarse a labores del hogar o estar jubilado

(ver Tabla 1).

Tabla 1. Distribución por ocupación de los participantes del estudio.

Ocupación	Frecuencia	Porcentaje (%)
Hogar	49	50%
Maestro	3	3.1%
Empleado	23	23.4%
Jubilado	14	14.3%
Negocio propio	8	8.2%
Estudiante	1	1%
Total	98	100%

Se encontró que existe una mayoría de los participantes contaba con estudios básicos como máximo nivel de estudios (ver Tabla 2).

Tabla 2. Distribución por escolaridad de los participantes del estudio.

Escolaridad	Frecuencia	Porcentaje (%)
Primaria	8	8.2%
Secundaria	20	20.4%
Técnica	26	26.5%
Preparatoria	20	20.4%
Licenciatura	21	21.4%
Posgrado	3	3.1%
Total	98	100.0%

Se evidenció que la frecuencia de uso de la computadora oscilaba de baja a media (ver Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de los puntajes de utilización semanal de la computadora.

Variable	Frecuencia	Porcentaje (%)
Frecuencia baja (1 a 3 días)	49	50%
Frecuencia media (4 a 5 días)	33	34%
Frecuencia alta (6 a 7 días)	16	16%

### *Instrumento*

Se elaboró un instrumento para medir los conocimientos y habilidades que los participantes adquirieron respecto a los medios de comunicación electrónica. El cual se compone de dos apartados, el primero de conocimientos que consta de nueve ítems y el segundo de habilidades de 10 ítems dando un total de 19.

Para determinar las propiedades psicométricas del instrumento se calculó el coeficiente de discriminación y dificultad por ítems. Backhoff, Larrazolo y Rosas, (2000) establecen que entre más alto sea el coeficiente de discriminación el ítem, se diferenciará mejor a los participantes que obtuvieron buen puntaje en la prueba de aquellos que obtuvieron bajo puntaje; lo que permite conocer que quien tuvo una puntuación alta en todo el instrumento deberá tener altas probabilidades de contestar correctamente el ítem (ver Tabla 4).

Tabla 4 Reactivos Aceptados y Rechazados por sección.

Sección	Total de reactivos	Reactivos aceptados	Reactivos rechazados
Conocimientos	9	9	0
Habilidades	10	10	0
Total general	19	19	0

En la Tabla 5 se presenta el índice de dificultad y discriminación por reactivo así como el estado del ítem (aceptado-rechazado), se decidió aceptar los reactivos que tuvieran coeficientes de discriminación y de dificultad iguales o superiores a .35 (Santibáñez, 2001).

### *Procedimiento para la Recolección de Datos*

Se localizó un lugar adecuado para su aplicación, en las aulas de cómputo del ITSON, ya que se requería de computadoras para la sección de habilidades. Posteriormente se contactó, por medio de llamadas telefónicas, a las personas que habían concluido los

cursos, informándoles de los objetivos de la investigación y se les pidió su participación voluntaria en la misma. La aplicación llevó un tiempo aproximado de dos horas.

Tabla 5. Análisis de cada ítem por sección.

Secciones	Ítems	Índice de dificultad	Índice de discriminación (D)	Estado del Ítem
Conocimientos	1	.77	.53	Aceptado
	2	.87	.37	Aceptado
	3	.64	.41	Aceptado
	4	.85	.47	Aceptado
	5	.74	.67	Aceptado
	6	.80	.61	Aceptado
	7	.71	.53	Aceptado
	8	.78	.57	Aceptado
	9	.51	.46	Aceptado
Habilidades	1	.61	.70	Aceptado
	2	.51	.70	Aceptado
	3	.69	.78	Aceptado
	4	.58	.75	Aceptado
	5	.57	.78	Aceptado
	6	.65	.69	Aceptado
	7	.60	.70	Aceptado
	8	.40	.67	Aceptado
	9	.54	.79	Aceptado
	10	.72	.63	Aceptado

#### *Procedimiento para el Análisis de Datos*

Se creó una base de datos con los resultados obtenidos, para realizar el análisis se utilizó el paquete estadístico SPSS 12.0 y estadísticas descriptivas e inferenciales.

#### **Resultados**

Se establecieron tres niveles con respecto al desarrollo de los conocimientos y habilidades en el uso del Chat y correo electrónico. En la medición de los conocimientos, el sujeto ubicado en el nivel principiante, emitía de cero a dos respuestas correctas; en el intermedio, de tres a siete respuestas correctas; y en el experto de ocho a nueve respuestas correctas. Para el caso de las habilidades el principiante, tenía de cero a

tres respuestas correctas; el intermedio, de cuatro a ocho respuestas correctas; y el experto, de nueve a diez respuestas correctas).

Se encontró que en la prueba de conocimientos el 60% de los participantes se localizaban en nivel experto y en el nivel de habilidades solo el 30% lo hacía (ver Tabla 6).

Tabla 6. Distribución por Niveles de los Participantes.

Factor	Nivel					
	Principiante		Intermedio		Experto	
	F	%	F	%	f	%
Conocimientos	10	10%	29	30%	59	60%
Habilidades	34	35%	34	35%	30	30%

Para determinar el nivel alcanzado por factor y global se compararon los puntajes contra las medias teóricas de cada uno de ellos. Cuando los puntajes eran significativamente menores que la media teórica se ubicó en el nivel principiante, si eran iguales a la media teórica eran intermedios y si eran superiores a la media teórica se ubicaba en un nivel experto.

En el factor de conocimientos y de manera global los participantes pueden ubicarse en un nivel experto, ya que sus puntajes son significativamente mayores a la media teórica; en el factor de habilidades, los participantes se ubican en un nivel intermedio ya que los puntajes no son significativamente mayores a los de la media teórica (ver Tabla 7).

Tabla 7. Comparaciones de los puntajes por factor y global con las medias teóricas.

Factor	Media	Media teórica	t	gl	p
Conocimientos	6.66	5	6.5	97	.000
Habilidades	5.88	5.5	.992	97	.324
Global	12.5	10	4.5	97	.000

\*p ≤ .05

Se utilizó una prueba *t* para muestras pareadas con el fin de determinar si existían diferencias significativas en los puntajes de conocimientos y habilidades del instrumento. Los datos muestran que los resultados en cuanto a conocimientos son significativamente mayores a los de habilidades (ver Tabla 8).

Tabla 8. Comparación de los puntajes de conocimientos y habilidades.

Factor	Media	t	gl	p
Conocimientos	.74	4.204	97	.000
Habilidades	.58			

\* $p \leq .05$

*Puntajes del Instrumento y Características de los Participantes*

Se utilizó una prueba *t* para muestras independientes con el fin de determinar si existían diferencias en los puntajes en conocimientos, habilidades y globales de acuerdo al sexo. Se encontró que no existen diferencias significativas en ninguno de los puntajes de acuerdo al sexo (Ver Tabla 9).

Tabla 9. Comparación de los puntajes por sexo.

Factor	Sexo	X	t	gl	p
Conocimientos	F	6.74	.534	96	.594
	M	6.41			
Habilidades	F	5.84	.216	96	.830
	M	6.05			
Global	F	12.5	.090	96	.926
	M	12.4			

\* $p \leq .05$

Se utilizó una prueba *t* para muestras independientes para determinar si existían diferencias en los puntajes en cuanto a si contaban con computadora en casa. Se encontró que los puntajes de los participantes que cuentan con computadora en su casa son significativamente mayores en todos los aspectos (Ver Tabla 10).

Tabla 10. Comparación de los puntajes de acuerdo a si se contaba con computadora en casa.

Factor	Cuentan con computadora en casa	X	t	gl	p
Conocimientos	Si	7.01	-2.341	96	.021
	No	5.69			
Habilidades	Si	6.43	-2.169	38.266	.036
	No	4.38			
Global	Si	13.44	-2.445	36.379	.019
	No	10.08			

$p \leq .05$

Se utilizó una prueba *t* para muestras independientes con el fin de determinar si existían diferencias en los puntajes en conocimientos, habilidades y globales en cuanto a si tienen acceso a Internet desde su casa. Se encontró que los puntajes de los participantes que tienen acceso a Internet desde su casa son significativamente mayores en conocimientos, habilidades y de manera global que los puntajes de los participantes que no lo tienen (ver Tabla 11).

Tabla 11. Comparación de los puntajes de acuerdo a si se tiene Acceso a Internet en casa.

Factor	Acceso a Internet en casa	X	t	gl	p
Conocimientos	Si	7.31	-3.237	57.704	.002
	No	5.56			
Habilidades	Si	6.52	-2.073	65.644	.042
	No	4.81			
Global	Si	13.82	-2.909	58.627	.005
	No	10.36			

\* $p \leq .05$

Se utilizó una prueba de regresión simple para establecer la relación entre la escolaridad de hombres y mujeres y los puntajes por factor. Se encontró que existe relación

estadísticamente significativa entre la escolaridad de hombres y mujeres con los puntajes del instrumento. En el caso de los hombres esta relación alcanzó un nivel moderado mientras que el de las mujeres es baja (ver Tabla 12).

Tabla 12. Relación entre los puntajes y la escolaridad de los participantes por sexo.

Escolaridad	Coefficiente Beta	t	p
Hombres	.523	2.60	.018
Mujeres	.286	2.56	.012

\* $p \leq .05$

Para establecer si existía relación entre la frecuencia de uso de la computadora y los puntajes del instrumento en conocimientos, habilidades y de manera global se utilizó una regresión lineal simple. Encontrándose que existe una relación positiva estadísticamente significativa pero baja entre los puntajes globales, en conocimientos, habilidades y la frecuencia de uso de la computadora (ver Tabla 13).

Tabla 13. Relación entre los puntajes del instrumento y la frecuencia de uso de computadora.

Factor	Coefficiente Beta	t	p
Conocimientos	.361	3.787	.000
Habilidades	.345	3.598	.001
Global	.407	4.361	.000

\* $p \leq .05$

Se utilizó de nuevo una regresión lineal simple para establecer si existía relación entre la frecuencia de uso de Internet y los puntajes del instrumento en conocimientos, habilidades y de manera global. Encontrándose que existe una relación positiva estadísticamente significativa, pero baja entre los puntajes globales, en conocimientos y habilidades con la frecuencia de uso de Internet (ver Tabla 14).

Tabla 14. Relación entre los puntajes del instrumento y la frecuencia de uso de Internet.

Factor	Coefficiente Beta	t	p
Conocimientos	.345	3.597	.001
Habilidades	.313	3.232	.002
Global	.377	3.992	.000

\* $p \leq .05$

### **Conclusiones**

De acuerdo a los resultados obtenidos, los participantes se encuentran en nivel experto en cuanto a conocimientos sobre Chat y correo electrónico, pero en lo que respecta al dominio de habilidades, su nivel es intermedio. Una de las explicaciones para este hallazgo en el presente estudio es porque muchas personas poseen conocimientos más no habilidades, ya que no practican lo visto en el curso en sus casas es por eso que no se adquieren las habilidades en cuanto al manejo de las TIC. Como menciona Díaz Barriga & Hernández (2001), el desarrollo de habilidades generalmente depende de una práctica más exhaustiva que la adquisición de conocimientos teóricos.

Estos resultados son similares a los obtenidos en el estudio de evaluación del módulo “Uso de la computadora” del mismo proyecto de Alfabetización Tecnológica realizada por Samaniego y Arce (2009), donde se muestra que los participantes se encuentran en un nivel mucho más bajo en habilidades que lo que respecta a los conocimientos.

De la misma manera De la Cruz y Lahera (2005), en el estudio sobre Alfabetización Tecnológica realizado en instituciones cubanas, informan en sus resultados que los participantes en habilidades se encuentran en un nivel inferior que en el alcanzado en cuanto a conocimientos.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el hecho de que los participantes cuenten con computadora y acceso a Internet desde su casa, influyó en los resultados de la

evaluación, ya que estas personas tienen mayor práctica en el uso de estas herramientas tecnológicas y por lo tanto tienen mejor dominio de éstas que las personas que no cuentan con computadora con acceso a Internet desde su casa.

Los participantes se encuentran en nivel experto en cuanto a conocimientos y en nivel intermedio en habilidades, por lo que se hallan en un nivel aceptable en los dos aspectos, por lo que se puede afirmar que sí es están cumpliendo los objetivos del programa de AT; específicamente en el curso donde desarrollan la competencia de comunicarse con el uso de los medios de comunicación electrónica. Cabe destacar que una de las variables que influyó significativamente en los puntajes de los participantes fue su nivel de escolaridad, pues a mayor escolaridad mejores puntajes.

## **Referencias**

- Acosta, R., Rocha, M. & Contreras, J. (s.f). *Alfabetización tecnológica en el portal para migrantes. Colimenses sin Fronteras*. Recuperado el 10 de junio de 2009, de [http://www.iiisci.org/Journal/CV\\$/risci/pdfs/X381YN.pdf](http://www.iiisci.org/Journal/CV$/risci/pdfs/X381YN.pdf)
- Area, M. (2005). *La escuela y la sociedad de a información*. Recuperado el 3 de marzo de 2008, de <http://webpages.ull.es/users/manarea/udtic/Escuela-SocInformacion.pdf>
- Backhoff, E., Larrazolo, N. & Rosas, M. (2000). Nivel de dificultad y poder de discriminación del Examen de Habilidades y Conocimientos Básicos (EXHCOBA). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 2 (1). Recuperado el 30 de octubre de 2009, de <http://redie.uabc.mx/vol2no1/contenido-backhoff.html>
- Castells, M. (2002). *La dimensión cultural de Internet*. Universitat Oberta de Catalunya. Recuperado el 15 de Abril de 2009, de <http://www.uoc.edu/culturaxxi/esp/articles/castells0502/castells0502.html>
- Castro, J. (s.f.). *La alfabetización digital como factor de inclusión social. La experiencia de la red conecta*. Recuperado el 07 de febrero de 2009, de [http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev\\_numero\\_06/n6\\_art\\_castro.htm](http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06/n6_art_castro.htm)
- Centeno, Z. (2007). *Venezuela cuenta con un Plan de Alfabetización Tecnológica*. Recuperado el 11 de febrero de 2008, de <http://www.minci.gob.ve/entrevistas/>

3/5973/venezuela\_cuenta\_con.html

Clark, I. (2007). *Acerca de la información como fetiche ¿Sociedad del conocimiento?* Portal de la Unión de Periodistas de Cuba (UPEC). Recuperado el día 14 de marzo de 2009, de <http://www.voltairenet.org/article149351.html>

De la Cruz, S. & Lahera, M. (2005). Experiencias en la proyección de la alfabetización tecnológico-informacional en una institución cubana. *Ciencias Médicas*, 13 (3). Recuperado el 26 de mayo de 2009, de: [http://scielo.sld.cu/scielophp?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352005000300003&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielophp?script=sci_arttext&pid=S1024-94352005000300003&lng=es&nrm=iso)

Díaz-Barriga, F. & Hernández, G. (2001). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: McGraw-Hill.

Garza, M. (2008). *Ciudad Obregón 65 Km2 de conectividad inalámbrica. Política digital*, 43, 52-54. Recuperado el día 10 junio de 2009, de [http://conectividad2009.politicadigital.com.mx/pdf/Obregon\\_65.pdf](http://conectividad2009.politicadigital.com.mx/pdf/Obregon_65.pdf)

INEGI (2008). *Instituto Nacional de Estadística Geográfica “Estadística sobre Disponibilidad y Uso de Tecnología de Información y Comunicación en los hogares”*. Recuperado el 4 de septiembre de 2009, de [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/encuestas/especiales/endutih/ENDUTIH\\_2008.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/encuestas/especiales/endutih/ENDUTIH_2008.pdf)

ITSON (2008). *Parque de Articulación y Transferencia de Tecnología Educativa*. Recuperado el 20 de mayo de 2009, de <http://www.itson.mx/patte>

JECIDT (2007). *IX Feria Multisectorial, 2007*. Recuperado el 23 de febrero de 2009, de <http://www.nccextremadura.org/eventos2007/feriamultisectorial/justificacion.html>

Marqués, P. (2000). *Las TIC y sus aportaciones a la sociedad*. Recuperado el 18 de marzo de 2009, de <http://www.pangea.org/peremarques/tic.htm>

MONACO (2001). *Características de acceso y uso de la computadora y la Internet en los hogares mexicanos*. Boletín de política informativa No. 1, 2003. Recuperado el 18 de marzo de 2009, de <http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/contenidos/articulos/tecnologia/computadoras.pdf>

Ochoa, J. (2009). Inclusión digital y el Parque de Articulación y Transferencia de Tecnología Educativa “Patte”. En J. M. Ochoa, S. Mortis, L. Marquez, A. Valdés & J. Angulo (Eds.), *Apuntes y aportaciones de proyectos e investigaciones en*

*educación* (pp. 75-80). México: ITSON.

Programa Vasconcelos (2009). Recuperado el 10 de Noviembre de 2009, de <http://www.proyectovasconcelos.com.mx/v2/>

Samaniego, M. & Arce, A. (2009). *Nivel de conocimientos y habilidades adquiridas por los participantes de los cursos de Alfabetización tecnológica*. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Sonora.

Santibáñez, J. (2001). *Manual para la evaluación del aprendizaje estudiantil: Conceptos, procedimientos, análisis e interpretación para el proceso evaluativo*. México: Trillas.

Serna, M., Ochoa, J., Madueño, M., Angulo, J., Dávila, M., Manig, A. et al. (2008). *Parque de Articulación y Transferencia de Tecnología Educativa del Instituto Tecnológico de Sonora: Tecnología educativa con impacto social*. Resumen Ejecutivo no publicado.

## **Capítulo XVII: Evaluación del desempeño organizacional con un enfoque por procesos en una empresa productora de cítricos**

*Alejandro Arellano-González<sup>1</sup>, Nidia Josefina Ríos Vázquez<sup>1</sup>, Blanca Carballo Mendivil<sup>2</sup>, Elizabeth González Valenzuela<sup>1</sup>, Alfredo Castillo Rodríguez<sup>3</sup>.*

<sup>1</sup> Profesores de Tiempo Completo del Cuerpo Académico de Sistemas de gestión de la calidad

<sup>2</sup> Colaborador del Cuerpo Académico de Sistemas de gestión de la calidad

<sup>3</sup> Alumno de Ingeniería Industrial y de Sistemas  
Unidad Náinari, Instituto Tecnológico de Sonora  
Ciudad Obregón, Sonora, México; aarellano@itsn.mx

### **Resumen**

El presente proyecto se desarrolló en una empresa productora de cítricos (naranja) ubicada en el Valle del Yaqui, interesada en conocer los niveles de eficiencia de sus procesos principales para poder emprender acciones de mejora. Por ello se evaluó su desempeño organizacional, combinando una metodología de Diagnóstico Empresarial Operativo (DEO), con el enfoque por procesos, el ciclo PHVA propuesto por Deming y el modelo de evaluación CIPP de Stufflebeam.

Se analizaron seis procesos: planeación, abastecimiento, producción, distribución, administración de inventarios, y medición análisis y mejora, encontrándose que planeación y medición análisis y mejora, exigen mayor atención por ser el primero el menos eficiente y el más limitante el segundo, lo que explica el nivel de desempeño actual de la empresa. Asimismo, uno de los problemas identificados fue respecto a la toma de decisiones sobre cuándo y cuánto producir, ya que se desarrolla de manera empírica porque no se cuenta con información estructurada y sistematizada. Por ello, se propuso implementar un Plan de Requerimientos de Materiales (MRP).

Con esto, la aplicación del diagnóstico resultó satisfactoria al lograrse el objetivo establecido. Lo importante ahora es que la empresa derive recursos para desarrollar los proyectos propuestos e inicie un proceso de madurez como organización, que le permita no sólo mantener sus clientes actuales, sino penetrar en nuevos mercados.

### **Antecedentes y marco de referencia**

La naranja con un producción de 70 millones de toneladas producidas en todo el mundo, representa el fruto más consumido y el tercero en extensión de cultivo después del plátano y las uvas, ya que se puede cultivar en cualquier continente donde se tenga abundancia de sol, agua y poca humedad ambiental. Actualmente, el principal productor de naranja en el mundo es Brasil que produce 18'270,000 toneladas.

Las diferentes variedades que existen de naranja se han debido principalmente a mutaciones estables que han dado origen a tres principales tipos de variedades: navel, blancas y sanguinas (Science, 2002); ésta última es la variedad de naranja más extendida en el mundo. De igual manera, se han obtenido algunas selecciones por mutación como Cutter, Olinda, Campbell, Delta, Midnight, etc.

La variedad valencia es la que predomina en México, la cual se utiliza para su consumo en fresco en el mercado nacional y se cultiva bajo condiciones tropicales. Los tres principales estados productores se encuentran, por orden de importancia son: Veracruz (que en el 2008 produjo 2.1 millones de toneladas, esto es el 49% de la producción nacional), Tamaulipas (que produjo el 13.1%, es decir, 0.6 millones de toneladas), y San Luis Potosí (que registró 0.4 millones de toneladas, el 9.8%) (COVECA, 2002).

El estado Sonora ocupa el cuarto lugar en la producción nacional de naranja valencia, donde actualmente se encuentran sembradas 10,500 hectáreas (Samaniego, 2000), que aunque no compite en volúmenes con otros estados, es preferida en el mercado de exportación por sus características de sanidad e inocuidad; cada vez son más los destinos de exportación, no sólo de naranja sino de otros cítricos como tangelos (híbrido de mandarina y toronja), que llegan a lugares más lejanos como Japón y Europa.

Además se puede mencionar que en lo referente a los cítricos, de acuerdo a investigadores y especialistas, la producción de naranja es la línea más importante para

diversificar y darle valor agregado a la agricultura sonorense, por la aceptación que tiene en el mercado tanto en Estados Unidos como en Europa. La moderna tecnología que los citricultores han desarrollado, les ha permitido perfeccionar la selección y empaque de fruta y el procesamiento para la producción de jugo que tiene excelente aceptación de cadenas comerciales de Estados Unidos.

Las plantaciones de naranja en Sonora son irrigadas en un 70% con métodos de inundación (que tienen baja eficiencia) y el 30% restante utiliza sistemas de micro irrigación. En Sonora, este es un recurso con baja disponibilidad y alta demanda. En la Zona Norte, donde se concentra la mayor superficie de naranja (alrededor de 8,000 hectáreas), las plantaciones son irrigadas con agua de bombeo, presentándose acuíferos sobre explotados y con intrusión salina, mientras que en la Zona Sur (alrededor de 2,000 hectáreas), el riego se realiza con su sistema de presas y bombeo, aunque a causa de la prolongada sequía de la última década se tiende a buscar una mayor eficiencia en la aplicación del agua utilizando sistemas de riego presurizado, micro aspersión y riego por goteo. Estos sistemas ha sido adoptado en mayor proporción en la Zona Norte (un 30% de la superficie cuenta con ellos), mientras que en la Zona Sur su establecimiento ha sido limitado.

La empresa bajo estudio, que en adelante sólo se nombrará como productora de cítricos, es una empresa 100% mexicana situada en el valle del yaqui del estado de Sonora, lugar privilegiado por su clima cálido, refrescado por las brisas que llegan debido a la cercanía del mar, y cuenta con moderna infraestructura de riegos, además de tener la certificación internacional libre de la mosca de la fruta.

Fundada en 1998, esta empresa es considerada por su propietario relativamente nueva ya que este tipo de huertas tiene una vida de hasta 100 años. Es eminentemente familiar y cuenta ya con dos generaciones con más de 40 años de experiencia en los agronegocios, principalmente en la cosecha y distribución de cítricos de primera calidad. Sin embargo,

por ser empresa familiar existen varios inconvenientes derivados de tal hecho, ya que entre otras cosas, no tiene un organigrama formalmente establecido.

La línea de procesamiento cuenta con un equipo de trabajo de 10 personas las cuales cuentan con más de 10 años de experiencia en su manejo, además se cuenta con 25 recolectores capacitados agrupados en una cuadrilla, los cuales inician la recolección en diciembre y terminan a finales de junio. Cuenta con su propio pozo de agua de 85 litros por segundo, el cual alimenta un sistema de riego por micro aspersion que permite hacer llegar a los árboles, el agua y los nutrientes adecuados para su adecuado desarrollo y un óptimo manejo de la calidad de la fruta, lo cual actualmente ha ayudado a alcanzar un rendimiento de 35 a 40 TH.

La empresa vende los productos que en ella se producen en dos presentaciones: la fruta a granel o de origen, y otra donde se le agrega valor a la naranja trabajando en la parte estética de ésta. Para el primer caso, el proceso de producción inicia cortando la fruta del árbol, la cual es trasladada por una banda denominada de descarga, donde alrededor un grupo de cuatro sacan del proceso a la naranja denominada de rezaga, por último, ésta se coloca en el camión que la transportará, a través de un elevador de carga.

Para el caso de la naranja con valor agregado, una vez extraída del árbol, la naranja se coloca en la banda de descarga la cual está conectada a una tina con agua donde la naranja es sumergida, previo a la extracción de la naranja “de rezaga”. Posteriormente, se seca por medio de ventiladores industriales, y se limpia con el fin de extraer la suciedad que por algún motivo no logro limpiar el agua, en una línea de rodillos tipo cepillo. Luego, la naranja es empapada de cera con rodillos para aspersion de cera que se encuentran dentro de un aspersor para productos foliares, y es secada a presión de aire en una cámara que cuenta con un ventilador-calentón. Para terminar, la naranja que sale por una banda es seleccionada por tamaños aproximados a la necesidad del cliente, y enseguida pasa al elevador de carga que está conectado a la caja donde será empacada

(con una capacidad de 460 a 560 Kg.), estibada de dos en dos sobre tarimas y con el apoyo de un montacargas, son trasladadas para cargar los camiones (que cuentan con sistema de refrigeración) que se pesan en una báscula, previo al traslado del producto al cliente final.

Sin embargo, aun cuando se cuenta con ésta línea de procesamiento de la fruta, no ha sido posible incursionar en nuevos mercados como supermercados o incluso llegar a traspasar las fronteras de este país, porque no se ha logrado cumplir los requisitos para ello. Además cabe mencionar que la empresa no cuenta con registros donde se especifiquen las variables que se encuentran dentro de los procesos que en ésta se realizan, ni la medición de indicadores para controlar dichos procesos, ya que esto se ha ido realizando solo de forma empírica.

La empresa productora de cítricos tiene una capacidad de producción de 40 toneladas diarias de fruta en 65 hectáreas, lo cual permite producir 35 toneladas a granel o 28 procesadas a bins de 560 Kilos, donde el 25% de cada tonelada es rezaga y es aquí donde la empresa tiene una debilidad pues este producto es vendido a un precio sumamente bajo a vendedores de la región.

Además, se puede mencionar que esta empresa es la primera en la región en la aplicación de productos orgánicos para control de plagas, manejando un 85% de controles biológicos para el control de plagas al hacer liberaciones semanales de insectos benéficos tales como Crisopa y Aphitys, proporcionados por los laboratorios de la Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Yaqui (JLSV).

Por último, a pesar que no se ha realizado una evaluación formal del desempeño actual en la empresa, es evidente que existen áreas de oportunidad que aun no se detectan, como los efectos negativos por no tener un control formalmente establecido en sus procesos, o de la organización que no está diseñada acorde a la naturaleza de su

actividad. Es por eso que los inversionistas de la empresa autorizaron que se llevara a cabo un estudio en la misma con la intención de conocer las fortalezas que la organización tiene en el presente y las debilidades que puedan poner en peligro su futuro de no ser atendidas. Por lo anterior se estableció como pregunta de investigación lo siguiente: ¿Cuáles son las áreas de oportunidad que tiene la organización productora de cítricos bajo estudio, que al ser atendidas le permitan mejorar su competitividad? De acuerdo con ello, se planteó el siguiente:

### **Objetivo**

Evaluar el desempeño de una organización productora de cítricos con el fin de establecer proyectos de desarrollo que aprovechen las áreas de oportunidad detectadas.

### **Método**

El objeto de estudio de este proyecto fueron los procesos de una empresa productora de cítricos, que se evaluaron considerando como base lo establecido por la metodología de Diagnóstico Empresarial Operativo (DEO) presentado por Contreras, M. (s.f), con algunas adaptaciones en cuanto a enfoque y estructura. Con ello se recogió información con la aplicación de instrumentos al dueño de la empresa y a una persona involucrada en la operación de dichos procesos, tal como se explica a continuación:

- 1. Identificar los indicadores a ser medidos para la evaluación del desempeño de los procesos clave.** Tomando como referencia el diseño de los procesos de la cadena de suministro a ser evaluados de Cervantes y Enríquez (2009) (quienes se apoyaron en el modelo SCOR), se identificó en la organización cada uno de estos procesos (abastecimiento, producción, distribución, y administración del inventario), los cuales fueron descritos. Asimismo, se seleccionaron los indicadores para la medición de cada proceso, con base a la utilidad para apoyar en la determinación de la eficiencia de dichos procesos que se ejecutan actualmente en la empresa.
- 2. Adaptar el instrumento que se seleccionó como base, tomando en cuenta el giro del objeto bajo estudio.** Como el instrumento que presentan (Cervantes y Enríquez,

2009) fue utilizado en un sistema diferente (productor de tocino ahumado), se procedió a revisar cada una de los ítems del instrumento, los cuales se adaptaron de acuerdo a la naturaleza de la empresa y se elaboró una plantilla en hoja de cálculo Excel para la recolección de la información al llevar a cabo las entrevistas, utilizando los principios de la metodología DEO, para el cálculo de la eficiencia, deficiencia, y el análisis causal para determinar el porcentaje de influencia negativa y el número de funciones limitadas y su respectivo valor porcentual.

**3. Obtener información de los procesos recolectada a partir de la aplicación de los instrumentos.** Mediante visitas programadas a la empresa, se aplicaron los instrumentos de evaluación al dueño de la empresa y a un empleado que más conoce los procesos que ahí se llevan a cabo: planeación, abastecimiento, producción, distribución, inventario, y medición, análisis y mejora. Una vez que se obtuvieron las respuestas, se prosiguió a vaciar toda la información recopilada respecto a la aplicación de los instrumentos en una sola plantilla de Excel, comparando y complementando las respuestas de las dos personas entrevistadas. Cuando había diferencia entre una respuesta y otra, se optó por la que se consideró reflejaba mejor la situación y estuviera mejor argumentada. Asimismo, conforme se vaciaba la información de manera paralela también se iba llenando la columna de causas.

**4. Procesar información con los instrumentos utilizados, elaborado la matriz de limitaciones y causas.** Para procesar la información vaciada en la planilla de Excel, se realizó la sumatoria de las columnas para determinar la eficiencia y el porcentaje de influencia, considerando la fórmula correspondiente:

$$\text{Eficiencia} = \frac{A + B/2 + C/4 + D/8}{N-E} \quad \% \text{ de Influencia Negativa} = \frac{\text{Causas}}{\Sigma \text{Causa}}$$

Posteriormente, se determinó la deficiencia de cada proceso y su porcentaje relativo, considerando las fórmulas mostradas a continuación:

$$\text{Deficiencia} = 1 - \text{Eficiencia} \quad \text{Porcentaje relativo} = (\text{Deficiencia}) (\text{Porcentaje Absoluto})$$

Después de haber realizado los cálculos anteriormente mencionados, se realizó una sumatoria para cada uno de los porcentajes relativos, donde se obtiene el porcentaje de influencia negativa de la siguiente manera:

$$\% \text{ de Influencia Negativa} = \frac{\Sigma \text{ Porcentaje relativo}}{\Sigma \text{ Total Porcentaje relativo}}$$

Enseguida se realizó la sumatoria del número de funciones limitadas, donde solamente se contabilizan las celdas que tuvieran algún valor. Esto para poder obtener el porcentaje de influencia negativa como a continuación se menciona:

$$\% \text{ de Influencia Negativa} = \frac{\text{Número de Funciones}}{\Sigma \text{ Total Número de Funciones}}$$

Con los datos obtenidos anteriormente, se integró la matriz de limitaciones y causa, y posteriormente los resultados más relevantes se presentaron en forma de gráficos para su mejor comprensión, mostrando así la eficiencia, deficiencia, procesos limitantes y procesos con influencia negativa en otro proceso. También se realizó un análisis de la información obtenida para explicar cuáles eran los resultados obtenidos y cómo interpretarla información.

Posteriormente se realizó una representación gráfica mediante una red, que mostró el comportamiento de cada uno de los criterios en cuanto a la limitación hacia los demás y hacia sí mismos, identificando los procesos limitados y círculos viciosos. De esta manera, se obtuvieron las conclusiones de los procesos limitados y limitantes, según los datos que arrojó la matriz de limitaciones y causas.

**5. Establecer mecanismos de solución elaborando un plan de mejora.** Una vez construida la red, y en base a los resultados obtenidos de los instrumentos, se concluyó el diagnóstico determinando los posibles problemas presentados, tomando el listado de los comentarios y preguntas que no tenían como respuesta “siempre” para identificar las fallas, y posteriormente se definieron los problemas posibles de la organización identificado a partir de dichas fallas para cada proceso. A continuación, se determinaron

metas para mejorar la eficiencia de cada área para solucionar estos problemas, definiendo planes de acción para cada cambio propuesto.

## **Resultados**

### **Procesos clave de la organización identificados, utilizando el mapeo de los procesos.**

Considerando el giro de la organización considerada objeto de estudio, y la propuesta de Cervantes y Enríquez (2009), se describieron las actividades realizadas en cada proceso: abastecimiento, producción, distribución y administración de inventario, así como los indicadores seleccionados para la medición de cada proceso (ver tabla 1).

Tabla 1. Procesos clave identificados e indicadores seleccionados para su medición.

<b>PRO- CESO</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>Abastecimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilizar el árbol para su mejor rendimiento con nitrógeno, fósforo y azufre.</li> <li>• Regar el árbol por medio del sistema de micro aspersión.</li> <li>• Uso de plaguicidas y fertilizantes para mantener sano al árbol.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolectar la naranja en forma manual por una cuadrilla de 25 personas.</li> </ul> </li> <li>• Podar el árbol para que vuelva a desarrollarse la naranja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nivel de cumplimiento de abastecimiento</li> <li>▪ Índice de rotación de inventarios</li> <li>▪ Exactitud de inventario</li> <li>▪ Nivel de cumplimiento de proveedores</li> <li>▪ Entregas perfectamente recibidas</li> <li>▪ Nivel de inventario</li> <li>▪ Calidad del proveedor</li> <li>▪ Nivel de calidad del producto terminado</li> <li>▪ Tiempo de respuesta a las mejoras</li> </ul>

<b>Producción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesar la naranja recolectada:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Naranja a granel: no tiene ningún tipo de proceso o transformación y es vendida para el mercado nacional solamente.</li> <li>○ Naranja tratada: lleva un proceso de sanitización, encerado y secado; es vendida para el mercado nacional y de exportación.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Calidad del producto</li> <li>▪ Productividad de la administración de los procesos</li> <li>▪ Utilización de la capacidad de producción teórica deseada</li> <li>▪ Productividad de la mano de obra</li> <li>▪ Frecuencia de los accidentes</li> <li>▪ Ausentismo</li> <li>▪ Desperdicio</li> <li>▪ Estado mecánico</li> <li>▪ Utilización de la capacidad instalada</li> <li>▪ Capacitación promedio impartida</li> <li>▪ Impacto del mantenimiento</li> </ul>
<b>Distribución</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De acuerdo al tipo de producto, se realiza lo siguiente:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Naranja a granel: es cargada directamente a los camiones, que se pesan y envían a su destino.</li> <li>○ Naranja tratada: es empacada en cajas de 560 kg., se cargan en camiones con clima artificial para su distribución, después son pesados y enviados a su destino.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ventas perdidas</li> <li>▪ Tamaño medio de pedido</li> <li>▪ Costos logísticos</li> <li>▪ Nivel de cumplimiento de entregas al cliente</li> <li>▪ Nivel de utilización de los camiones</li> <li>▪ Comparativo de transporte (rentabilidad vs gastos)</li> <li>▪ Tiempo medio de despacho</li> <li>▪ Devoluciones</li> </ul>
<b>Administración de inventario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de existencia materias primas necesarias para llevar a cabo el abastecimiento.</li> <li>• Realización de pedidos de materias primas faltantes.</li> <li>• Compra de materia prima.</li> <li>• Mantener en buen estado la materia prima en almacén.</li> <li>• Administrar las entradas y salidas de materia prima a almacén.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tamaño medio de pedido</li> <li>▪ Tamaño relativo del stock</li> <li>▪ Utilización de la capacidad instalada</li> <li>▪ Indicador de inmovilización</li> <li>▪ Rotación de materiales</li> <li>▪ Rotación de los créditos pasivos</li> <li>▪ Índice de rotación de inventarios</li> <li>▪ Exactitud de inventario</li> <li>▪ Nivel de inventario</li> </ul>

Los procesos mostrados en la tabla 1 fueron definidos con el fin de determinar cuáles son los procesos claves se analizarían, sin embargo, se consideró relevante incluir en el

estudio, los procesos estratégicos de planeación y uno de apoyo relativo a la mejora continua. De igual manera, los indicadores fueron seleccionados con el fin de apoyar en la determinación de la eficiencia de cada uno de los procesos.

**Instrumento adaptado.** Una vez revisado el instrumento utilizado por Cervantes y Enríquez, (2009) se propuso anexar algunas preguntas tomando en cuenta el objeto bajo estudio, así como eliminar las que se consideró que no aplicaban al giro de la empresa. Una vez realizadas las modificaciones en los cuestionarios se consideró conveniente agregar otra opción de respuesta para el instrumento: NO APLICA, representada por la letra E. De esta manera, se obtuvo una plantilla en hoja de cálculo Excel elaborada con el fin de agilizar el proceso en la obtención de los resultados al procesar la información obtenida de las entrevistas.

**Matriz de limitaciones y causas elaborada a partir de la información procesada.** Después de que se aplicaron los instrumentos adaptados relativos a los procesos de planeación, abastecimiento, producción, distribución, administración de inventarios, y medición, análisis y mejora, y con ayuda de la plantilla de Excel, se obtuvieron los siguientes resultados.

En la tabla 2 se muestra la matriz de limitaciones y causas que incluye un resumen de los hallazgos obtenidos con la aplicación de los instrumentos, incluyendo el porcentaje de influencia que tiene el proceso sobre los demás procesos, el número de procesos que limitan y el porcentaje de influencia negativa limitante que muestra el porcentaje que está limitando a ese proceso.

Tabla 2. Matriz de limitaciones entre procesos y sus causas.

EFICIENCIA	PROCESOS	Porcentajes Absolutos						DEFICIENCIA	PROCESOS	Porcentajes Relativos					
		Planeación (P)	Abastecimiento (A)	Producción (Pr)	Distribución (D)	Inventarios (I)	Mejora (M)			Planeación (P)	Abastecimiento (A)	Producción (Pr)	Distribución (D)	Inventarios (I)	Mejora (M)
0.4772	P	0.54	0.08	0	0	0	0.38	0.522	P	0.281	0.040	0	0	0	0.201
0.6770	A	0.076	0.461	0.076	0	0.153	0.23	0.323	A	0.025	0.15	0.025	0	0.05	0.08
0.7333	Pr	0.333	0.06	0.333	0	0	0.266	0.266	Pr	0.09	0.016	0.09	0	0	0.070
0.9090	D	0	0	0.5	0.25	0	0.25	0.09	D	0	0	0.046	0.022	0	0.022
0.6590	I	0.1	0.3	0	0	0.5	0.1	0.341	I	0.035	0.1	0	0	0.17	0.035
0.9642	M	0	0	0	0.5	0	0.5	0.035	M	0	0	0	0.018	0	0.018
Suma										0.429	0.309	0.159	0.041	0.220	0.421
Porcentaje de Influencia Negativa										27.2	19.6	10.1	2.6	13.9	26.7
Número de procesos Limitados										4	4	3	2	2	6
Porcentaje de procesos limitados										19	19	14	10	10	29

De la información contenida en la tabla 2 anterior, se determinó el grado de porcentaje de influencia negativa que tiene cada proceso sobre otro. En la tabla 3 se pueden apreciar intersecciones entre los procesos y sus iniciales, esto representa el impacto porcentual negativo con la que dicho proceso afecta a otro, y también el impacto negativo que tiene consigo mismo por ejemplo: el proceso de planeación se afecta a sí mismo en un 53.8 % y al proceso de abastecimiento lo afecta con un 7.6%, aunque abastecimiento se afecta a sí mismo con un 46.15% y afecta a planeación con un 7.69%.

Tabla 3. Porcentaje de influencia negativa de cada proceso sobre otro.

Proceso	Porcentaje (%)					
	P	A	Pr	D	I	M
Planeación (P)	53.846	7.692	0.000	0.000	0.000	38.462
Abastecimiento (A)	7.69	46.15	7.69	0.00	15.38	23.08
Producción (Pr)	33.33	6.67	33.33	0.00	0.00	26.67
Distribución (D)	0	0	50	25	0	25
Administración de inventarios (I)	10	30	0	0	50	10
Medición, análisis y mejora (M)	0	0	0	50	0	50

Asimismo, en las siguientes gráficas se presentan las eficiencias, deficiencias y porcentaje de influencia de los diferentes procesos. En las Figuras 1 y 2 se muestran los porcentajes de eficiencia y de deficiencia de los diferentes procesos estudiados, respectivamente, donde se muestra el nivel de desempeño de la organización, observándose que los procesos de planeación e inventarios son los que tienen un mayor porcentaje de deficiencia.

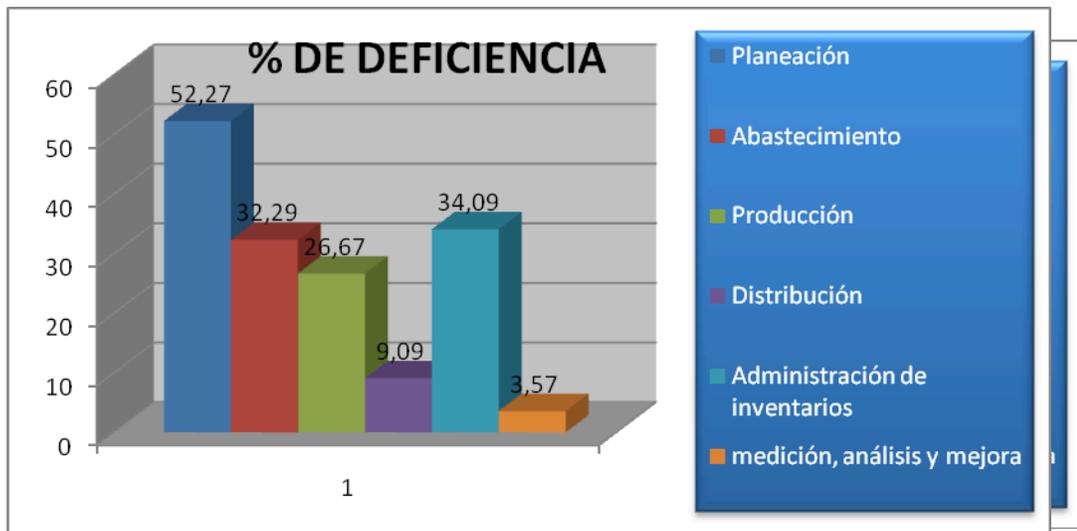


Figura 1. Eficiencia de los procesos analizados.

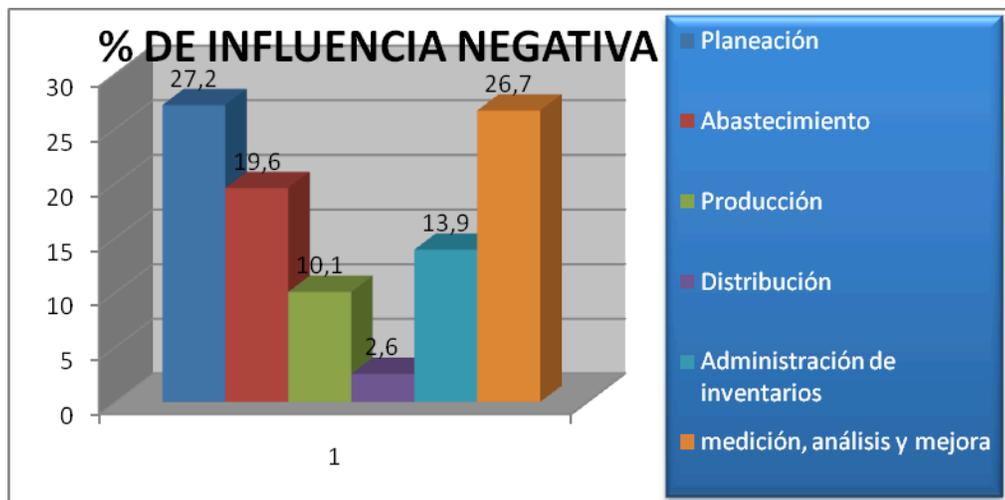


Figura 2. Deficiencia de los procesos analizados.

De igual manera, en la Figura 3 se muestra el porcentaje de influencia negativa sobre los procesos analizados, estableciendo los procesos limitantes en cuanto al buen desempeño de los demás procesos. Como se puede observar el proceso con mayor influencia es planeación sobre los demás procesos, donde medición análisis y mejora y es la que se encuentra más limitada, es por ello que el porcentaje de eficiencia en algunos procesos no es bueno.

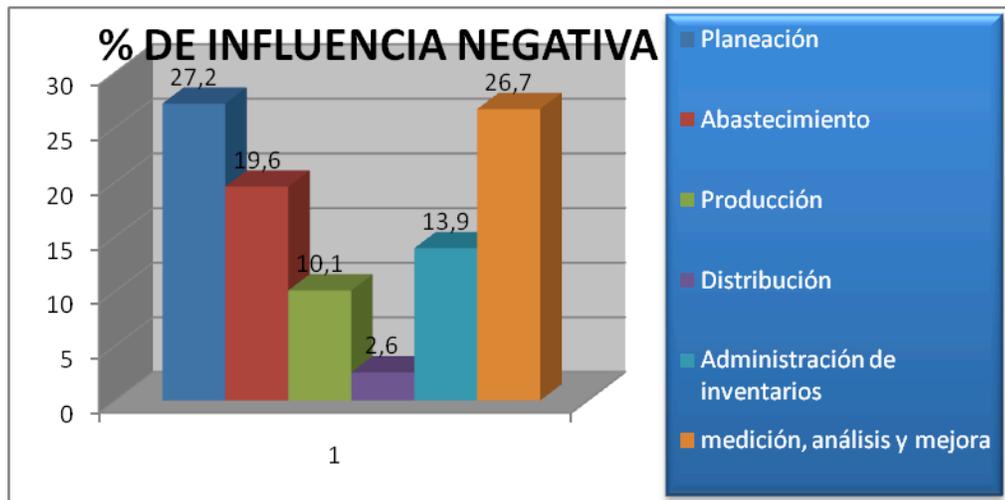


Figura 3. Porcentaje de influencia negativa para cada proceso.

Posteriormente, con los datos obtenidos en la matriz de limitaciones y causas se elaboró una red, la cual es una representación gráfica de dicha matriz con porcentajes relativos, los cuales especifican el grado de influencia negativo que tiene un criterio sobre otro, así como sobre sí mismo (ver Figura 4). Esta red ayuda a la comprensión del nivel de afectación de un proceso sobre otro, y con ello a tomar una decisión con respecto a la mejora de los diferentes procesos de la organización.

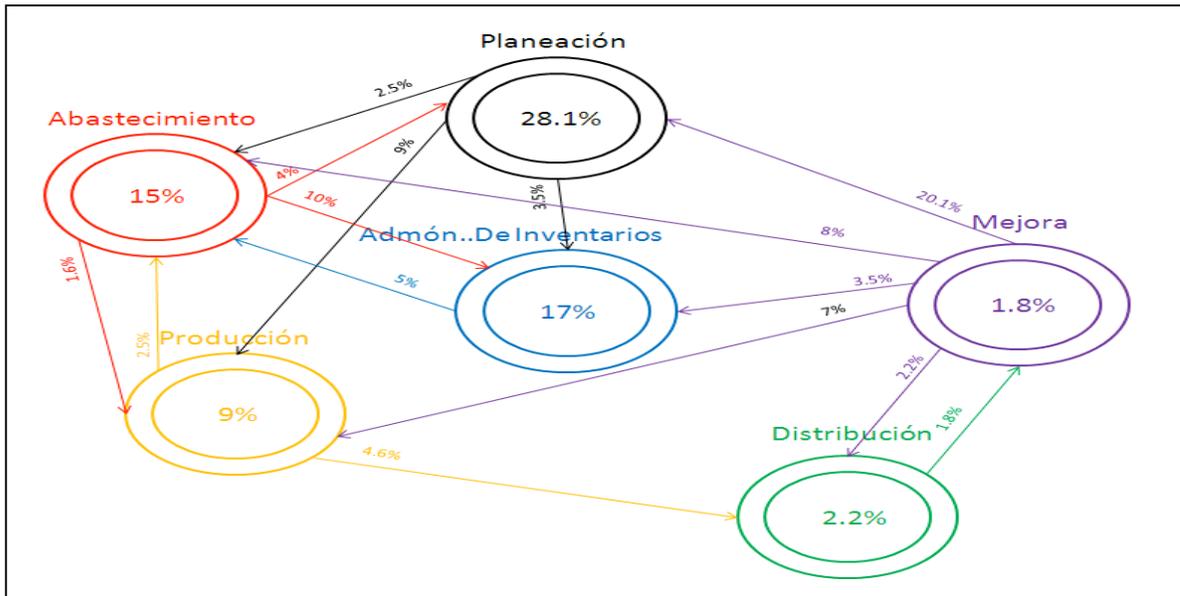


Figura 4. Red de limitaciones entre procesos y causas.

Esta figura 4 da una perspectiva más clara de la cantidad de procesos que afectan a otros o que son influenciados por los demás, se aprecia como el proceso, medición análisis y mejora limita a todos los demás, así como que los diferentes procesos se limitan a sí mismos, también se puede apreciar que el proceso que limita a el menor número de procesos es distribución, ya que la distribución del producto, según las observaciones derivadas de la aplicación del instrumento, depende en gran manera del cliente.

**Planes de mejora para los problemas identificados.** Una vez construida la red, y en base a los resultados obtenidos de los instrumentos, se concluyó el diagnóstico determinando los posibles problemas presentados, la determinación de iniciativas como mecanismos para mejorar los procesos. En la Tabla 4, se muestran las fallas definidas para cada proceso, ordenados según el porcentaje de influencia limitante de cada proceso, las cuales se identificaron mediante los comentarios realizados en los cuestionarios al haber respondido algún ítem del instrumento con grado de satisfacción casi siempre, casi nunca y nunca, respectivamente.

Tabla 4. Fallas identificadas en los procesos estudiados.

Área	% de influencia	Fallas
Planeación	27.2%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección no realiza pronósticos constantes para conocer la demanda de su mercado.</li> <li>• No considera datos históricos para sus pronósticos.</li> <li>• La realización del MPS y del MPR se realizan de manera empírica e informal.</li> <li>• No realiza verificaciones sobre los cambios existentes en la producción. En base a la demanda.</li> </ul>
Mejora	26.7%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No monitorea las actividades del proceso de distribución.</li> <li>• No cuenta con programas de motivación para el personal.</li> <li>• Se enfoca solo en el proceso de producción.</li> </ul>
Abastecimiento	19.6%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tiene un correcto control en la recepción de materias primas.</li> <li>• No monitorea las necesidades de producción.</li> </ul>
Inventarios	13.9%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No utiliza la máxima capacidad de almacén.</li> <li>• No se cuenta con un control adecuado de inventarios.</li> <li>• Los inventarios físicos no concuerdan con lo registrado.</li> </ul>
Producción	10.1%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No optimiza los recursos utilizados en el proceso productivo.</li> <li>• No cumple al 100% con el programa de producción.</li> <li>• El equipo de protección no es cómodo lo que ocasiona que le personal no lo utilice siempre.</li> <li>• Cuando se introduce nuevo equipo, el personal no recibe capacitación adecuada</li> <li>• No se cuenta con una correcta estandarización en el proceso de producción, la cual logre optimizar en su totalidad los recursos que este requiere</li> </ul>
Distribución	2.6%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No entrega la totalidad de los pedidos a tiempo.</li> <li>• No monitorea sus actividades claves.</li> </ul>

Con las fallas identificadas se definieron los problemas que presenta la organización, como se muestra a continuación. De acuerdo con la lista de fallas, de los resultados que se obtuvieron a lo largo del diagnóstico, se agruparon las fallas que son relevantes de un mismo problema. Es así como se determinaron los problemas con los que cuenta la organización en la Tabla 5.

Tabla 5. Identificación de problemas a partir de las fallas detectadas.

Fallas	Problemas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La realización del MPS y del MPR se realizan de manera empírica e informal.</li> </ul>	<p>La planeación de cuándo y cuanto producir, se ha estado realizando solo con el uso del sentido común, pues no se cuenta con estudios previos que apoyen dichas decisiones.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No cuenta con programas de motivación para el personal.</li> <li>• Las mejoras son enfocadas solo en el proceso de producción.</li> </ul>	<p>El rendimiento que el personal presenta al realizar su trabajo, no es constante, ocasionando así que en ocasiones no se cumpla con la producción programada. Y aunque la empresa busca mejorar continuamente la calidad del producto, descuida el resto de sus áreas incluyendo tomar medidas de motivación hacia la mano de obra directa.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se monitorean las necesidades de producción.</li> </ul>	<p>La alta dirección es la que tiene que estar pendiente de las necesidades de producción, siendo que no es esta a quien le compete hacerlo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se cuenta con un control adecuado de inventarios.</li> </ul>	<p>La administración de los niveles de stock, se lleva de manera informal, lo que ocasiona que el inventario físico no concuerde con lo registrado, ocasionando así costos innecesarios</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No optimiza los recursos utilizados en el proceso productivo</li> <li>• No se cuenta con una correcta estandarización en el proceso de producción, la cual logre optimizar en su totalidad los recursos que este requiere.</li> </ul>	<p>Los métodos y tiempos en el proceso de producción no están basados en estudios previos. Lo que ocasiona que no se optimicen los recursos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El equipo de protección no es cómodo lo que ocasiona que le personal no lo utilice siempre.</li> </ul>	<p>El personal no hace conciencia en el riesgo de no usar el equipo de protección personal.</p>

Como resultado del análisis de los procesos se identificaron las áreas de oportunidad que de atenderse se verá reflejado en la mejora del sistema, por lo cual se fijaron iniciativas y planes de acción para mejorar el desempeño de la organización. En la tabla 6 se muestra un ejemplo para una de las metas para los problemas establecidos anteriormente.

Tabla 6. Iniciativas definidas para eliminar los problemas identificados.

Iniciativas	Problemas
1. Implementar un MPS y MRP	No se cuenta con programas establecidos para la realización de los pedidos. Ni estudios previos para la elaboración de estos programas.
2. Implementar un programa del cumplimiento de objetivos, que involucren el personal de la organización.	En ocasiones los pedidos no son entregados a tiempo a causa del bajo rendimiento del personal.
3. Llevar a cabo un plan de monitoreo con respecto a las necesidades de producción.	La alta dirección es la que tiene que estar al pendiente de las necesidades de producción,
4. Elaborar un sistema computacional de monitoreo y control de inventarios.	El inventario físico no concuerde con lo registrado, ocasionando así costos innecesarios
5. Llevar a cabo un estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción.	Los métodos y tiempos en el proceso de producción no están basados en estudios previos de estandarización. Lo que ocasiona que no se optimicen los recursos
6. Implementar un plan de acción sobre el uso del equipo de seguridad personal.	El personal no hace conciencia en el riesgo de no usar el equipo de protección personal.

Asimismo, para realizar las iniciativas establecidas fue necesario establecer planes de acción, en los cuales se definieron las acciones a llevar a cabo en un tiempo y lugar determinado, asignando un responsable y colaboradores. De igual manera, se estableció una alternativa a lo planteado, y la manera en que se tendría el control de los proyectos de mejora.

A continuación, en la tabla 7 se muestra uno de los planes de acción propuestos, describiendo también cada detalle de la propuesta de implementación de un Programa Maestro de Producción (MPS) y un Plan de requerimientos de Materiales (MRP) .

Tabla 7. Primer plan de acción (Implementar un MPS y MRP).

PROBLEMA	No se cuenta con programas establecidos para la realización de los pedidos. Ni estudios previos para la elaboración de estos programas
PROPUESTA	Implementar un plan maestro de producción (MPS) y un plan de requerimiento de materiales( MRP)
ACTIVIDADES A REALIZAR	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar una clasificación ABC con respecto a la lista de materias primas.</li> <li>2. Llevar a cabo pronósticos basados en la demanda actual o referenciado en datos históricos de la organización</li> <li>3. Verificar lo que se tienen en inventarios.</li> <li>4. Determinar punto de reorden en las compras.</li> <li>5. En base a la demanda obtenida realizar en hoja de cálculo Excel el MPS y el MPR.</li> </ol>
RESPONSABLE	Dirección
LUGAR	Oficina de abastecimiento
COLABORACION	Consultor
ALTERNATIVA	Obtener un equipo de cómputo en caso de que no se cuente con uno.
CONTROL	Tener registros de las compras y existencias en inventario.

En la Tabla 7 se sugiere tener un programa de MPS y MRP para tener un control de lo que se requiere comprar y producir en la organización. Se detalla cada actividad sugerida a continuación:

1. Realizar una clasificación ABC con respecto a la lista de materias primas. Para llevar a cabo una clasificación ABC se tiene que determinar las materias primas que la empresa requiere, así como asignar prioridades con respecto a las materias primas utilizando variables como: (costos, vida útil, o frecuencia de utilización). Dependiendo de la variable que se elija se clasificarán los productos del más importante al menos importante, donde al más importante se identifica como un producto de tipo A, siguiéndole el producto de tipo B y así sucesivamente según el nivel de importancia.

Esto ayudará para saber en cuales productos se tiene que poner más atención a la hora de realizar los pedidos.

2. Llevar a cabo pronósticos basados en la demanda actual o referenciado en datos históricos de la organización. Para llevar a cabo un pronóstico de forma correcta, primero se tiene que determinar qué tipo de demanda es la que tiene la empresa que

puede ser: (estacionaria, con tendencia, cíclica, etc.). Una vez determinado el tipo de demanda, para después utilizar un software especializado que le pueda brindar un pronóstico certero y así utilizarlo este en la elaboración de su MPS de no conocerse la demanda, se puede referenciar en datos históricos de la organización.

3. Verificar lo que se tienen en inventarios. Para poder comenzar a desarrollar el MPS y MRP se necesita saber cuánto es lo que tiene la empresa en inventario para que el programa de resultados más exactos.

4. Determinar punto de reorden en las compras. Para saber cuándo y cuánto pedir se tiene que conocer cuánto tiempo tarda el proveedor en proveer los pedidos realizados, así como la cantidad mínima de stock que se tiene que tener para cada material.

5. En base a la demanda obtenida realizar en hoja de cálculo Excel el MPS y el MPR. Para hacer la tabla en excel, se tiene que definir primeramente el tiempo a pronosticar (días, semanas, meses) y después se coloca cada elemento de la tabla, posteriormente se introducen las fórmulas para que sistema arroje los datos.

Por último, al definir y plantear proyectos de desarrollo a partir de una valoración de la organización, sustentada en técnicas y metodologías debidamente estructuradas permite ofrecer a los tomadores de decisiones opciones para mejorar el desempeño organizacional. Se puede establecer que si la empresa no tiene una estructura planteada bajo un enfoque de procesos, al aplicar la metodología como la que aquí se reporta, se detectarán inicialmente una serie de deficiencias, que se espera se vayan reduciendo o eliminando gradualmente al llevar a cabo el desarrollo de los proyectos que se deriven de su aplicación.

## **Conclusiones**

Todas las organizaciones necesitan someterse con regularidad a procesos de revisión respecto a su estado y nivel de desempeño en todos sus aspectos estructurales y

funcionales. Lo anterior evitaría sorpresas desagradables como la baja en la productividad, pérdida de mercado o incluso la quiebra del negocio. Fue precisamente el objetivo del proyecto que aquí se reporta, determinar el nivel de desempeño de una organización productora de cítricos.

Abordar una organización con un enfoque de procesos, asegura que se rescata la esencia de la empresa y pone de manifiesto el nivel de performance de aquello que utiliza para agregar valor al cliente. Ninguna empresa es más que sus procesos y si sus procesos presentan estabilidad, es posible que mantenga su preferencia ante un cliente que cada vez tiene más opciones de compra en el mercado.

La empresa estudiada a través de este mecanismo de diagnóstico, ahora contará con una cartera de proyectos que al llevarlos a la práctica, es posible que mejore su desempeño. Haciendo uso de una metodología como lo es el Diagnóstico Empresarial Operativo (DEO), y adaptando el instrumento de evaluación, cambiando el enfoque de uno funcional a otro por procesos, se generó una valoración apropiada sobre los procesos claves de la organización, y con ello los proyectos de desarrollo derivados y sustentados por la información proporcionada por los actores principales de los mismos.

De la misma forma, una vez realizada la valoración de la empresa, puesto que ya se cuenta con el instrumento, se le recomienda, la aplicación periódica en la organización, pues esto ayudará a conocer, de forma precisa la evolución ya sea positiva o negativa que la empresa este teniendo conforme se van realizando cambios en ella.

## **Referencias**

Cervantes, A. y Enríquez, R. (2009). Evaluación del desempeño organizacional de una empresa elaboradora de tocino ahumado. ITSON: Tesis de ingeniería industrial y de sistemas.

Contreras, M. (s.f). Diplomado en Ingeniería Industrial. UPIICSA

- COVECA (2002). Diagnóstico de la cadena de naranja en el estado de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz. Recuperado el 10 de septiembre de 2009, de [www.contactopyme.gob.mx/estudios/docs/naranja\\_veracruz.doc](http://www.contactopyme.gob.mx/estudios/docs/naranja_veracruz.doc)
- Deming, W. E. (1989). *Calidad, Productividad y Competitividad. La Salida de la Crisis*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S. A.
- Porter, M. (2009). *Cadena de valor*. Recuperado el 10 de septiembre de 2009, de [es.wikipedia.org/wiki/Cadena\\_de\\_valor#cite\\_ref-0](http://es.wikipedia.org/wiki/Cadena_de_valor#cite_ref-0).
- Rodriguez, D. (1999). *Diagnostico Organizacional*. Mexico: Alfaomega.
- Samaniego, J. A. Cabrera, F., Madrid, M., & Medina, V. (Diciembre de 2005). Tecnología de producción de naranja y toronja. *Agronet el portal Agrícola Mexicano*. Memoria Jornada de Tecnología de Producción de Cítricos Fundación Produce Sinaloa. Recuperado el 26 de agosto de 2009, de [www.agronet.com.mx/cgi/articles.cgi?Action=Viewhistory&Article=0&Type=A&Datemin=2005-12-01%2000:00:00&Datemax=2005-12-31%2023:59:59](http://www.agronet.com.mx/cgi/articles.cgi?Action=Viewhistory&Article=0&Type=A&Datemin=2005-12-01%2000:00:00&Datemax=2005-12-31%2023:59:59)
- Science, P. A.-N. (2002). *Agroalimentacion - Cultivo y Manejo de la Naranja*. Recuperado el 3 de septiembre de 2009, de [infoagro.com/citricos/naranja.htm](http://infoagro.com/citricos/naranja.htm).
- Stufflebeam, D., & Shinkfield, A. (2002). *Evaluación Sistemática, guía teórica y práctica*. Barcelona, España: Paidós.

## **Capítulo XVIII: Aplicación del Modelo de la Tortuga en la descripción de procesos**

*Ríos Vázquez Nidia-Josefina<sup>1</sup>, Arellano González Alejandro<sup>1</sup>, Fornes Rivera René Daniel<sup>1</sup>, Adolfo Cano Carrasco<sup>1</sup>, Pablo Encinas Martínez<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup> Profesores de Tiempo Completo del Cuerpo Académico de **Sistemas de gestión de la calidad**

<sup>2</sup> Alumno de Ingeniería Industrial y de Sistemas  
Unidad Náinari, Instituto Tecnológico de Sonora  
Ciudad Obregón, Sonora; nríos@itson.mx

### **Resumen**

En el Cuerpo Académico de Sistemas de Gestión de la calidad se realizan investigaciones y desarrollos relacionados con la línea de generación y aplicación innovadora del conocimiento (LGAC) Mejora del Desempeño Organizacional con el compromiso de formar profesionistas calificados, así como la difusión y extensión del conocimiento mediante el abordaje de organizaciones, en este estudio se aborda la empresa Diagnósticos Integrales en Patología Animal (DIPA) organización de menos de quince empleados, perteneciente a la cadena de valor de alimentos, que no cuenta con su sistema de gestión de calidad ni la descripción de sus procesos. Por lo anterior, la investigación que se presenta tiene como finalidad de describir el proceso de realización del servicio de DIPA a fin de proporcionar a los participantes una visión global del proceso principal de la empresa y las áreas involucradas. Para ello se utilizó el modelo de la tortuga o diagrama de siete cajas, identificando a través del mismo las actividades del proceso clave, el recurso humano requerido, la infraestructura, las instrucciones de trabajo, las salidas del proceso así como las entradas al mismo y finalmente las métricas que permiten controlar los puntos críticos del proceso abordado. El resultado obtenido es un documento base del proceso de realización de servicio de DIPA, concluyéndose que la metodología propuesta facilita identificar los elementos base de la documentación del proceso operativo y fue aceptada por los documentadores, así como por el personal de la organización que participó en su elaboración, corroborando con ello las indicaciones sobre las bondades del uso del modelo de tortuga en el diseño de procesos.

### **Antecedentes y marco de referencia**

La cultura de calidad implica crear y diseminar información al respecto de los resultados de calidad actuales, tanto de los procesos como de los productos que la empresa genera, por ello la inserción de elementos de calidad y mejora organizacional a la administración de una pequeña empresa no es un reto pequeño. Los requisitos para un sistema de calidad están definidos en la norma ISO 9001:2000, para pequeñas empresas se sugiere no hacer sistemas pesados o complejos, sino sencillos y prácticos afin de evitar la burocracia y por lo tanto problemas con la implementación, Gryna y Watson (2001).

De acuerdo a Duffy, (2004) las compañías deberían proveer oportunidades para que los empleados participen en la mejora organizacional, e indica que esto podría ser durante la revisión o diseño de productos y procesos, así como el darles la responsabilidad de ser dueños de un proceso o participar como expositores en las presentaciones de avances de calidad. Sobre todo para las pequeñas empresas, pues tienen ciertas ventajas con respecto a las grandes. Toda vez que los canales de comunicación son cortos y simples, además hay pocos procedimientos burocráticos.

Según Summers (2005), un sistema de gestión de la calidad, de acuerdo a los requisitos de la norma ISO 9001:2000 está conformado por cuatro procesos: Responsabilidad de la dirección, Gestión de recursos, Realización de productos /servicios, Medición, análisis y mejora. Específicamente el proceso de Realización de productos o servicios se refiere al análisis de los requerimientos del cliente, la autoevaluación de los procesos y los métodos de trabajo que orientan a la organización hacia la mejora continua.

Los procesos se definen como una serie de actividades interrelacionadas entre sí, se caracterizan por tener entradas específicas y tareas que agregan valor, estas tareas generalmente se llevan a cabo en base a procedimientos o instrucciones de trabajo definidas para generar una salida específica. El “corazón” de cualquier organización es su proceso clave, sin él la organización no existiría por ello la norma ISO 9001:2000

requiere en su sección 7.5.1 que la producción y la prestación del servicio se realicen bajo condiciones controladas indicando que estas deben incluir, cuando aplique:

- a) la disponibilidad de información que describa las características del producto,
- b) la disponibilidad de instrucciones de trabajo, cuando sea necesario,
- c) el uso del equipo apropiado,
- d) la disponibilidad y uso de dispositivos de seguimiento y medición,
- e) la implementación del seguimiento y de la medición, y
- f) la implementación de actividades de liberación, entrega y posteriores a la entrega.

Una vez que se han identificado los procesos, se procede a describirlos y pueden ser analizados de tantas maneras como autores han escrito al respecto. Además, es posible utilizar las sugerencias del reporte técnico “directrices para la documentación de sistemas de gestión de la calidad” ISO 10013:2001 para el desarrollo y mantenimiento de la documentación necesaria para asegurar un eficaz sistema de gestión de la calidad o bien el diagrama genérico SIPOC proveniente de las siglas en inglés de Proveedor, Entrada, Proceso, Salida y Cliente (Laman, Burns, & Lynn, 2004).

De acuerdo a Laman et al (2004) el modelo de tortuga es una herramienta básica para describir procesos, ya que integra los puntos esenciales para la descripción de un proceso de una manera clara y comprensible, proveyendo además una base para la administración sistemática del riesgo de los procesos. Este modelo permite a los empleados tener una visión global de las áreas de trabajo, las dependencias entre procesos y las áreas participantes. Usándolo es más fácil detectar las desviaciones del proceso y encontrar soluciones para establecer las metas de una manera sistémica, es decir considerando el todo.

Desde el año 2007 pequeñas y medianas empresas pertenecientes a la cadena de valor del sector alimentario han trabajado para integrarse al Distrito Internacional de

Agronegocios de Pequeñas y Medianas Empresas (DIAPYME). Entre los requisitos establecidos por DIAPYME para su integración, es que primero generen estandaricen sus procesos de producción con el fin de maximizar la posibilidad de integrarse a un mercado de exportación.

Diagnósticos Integrales en Patología Animal, S.C. (DIPA) es un centro de diagnósticos para la detección de las principales enfermedades que amenazan al sector porcícola del Estado de Sonora.

El DIPA inicia operaciones en agosto de 2005 por iniciativa de la Unión Ganadera Regional de Porcicultores de Sonora (UGRPS) y el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) teniendo por objetivo apoyar a las granjas porcícolas en la mejora de su productividad abatiendo costos de operación mediante servicios de diagnóstico de calidad, así como promover la cultura de prevención e investigación al respecto de enfermedades porcinas, y respaldado por una institución de educación superior, en este caso ITSON.

López (2007), indica que DIPA forma parte de las empresas de la cadena de valor del sector alimentario, específicamente entre los proveedores de servicios de pruebas de laboratorios, algunos de sus clientes actuales ya están integrados a cadenas cliente proveedor de carácter internacional, y considera una oportunidad el integrarse como cómo posible proveedor de DIAPYME sin embargo no cuenta con procesos documentados que sean factibles de integrarse a un sistema de gestión de calidad.

### **Problema**

¿Cómo podría describirse el proceso de realización del servicio de DIPA de tal manera que los miembros de la organización y sus clientes identifiquen claramente sus componentes base y sirva de muestra para elaborar la interacción entre procesos de la organización cuando esta desarrolle su sistema de gestión de calidad?

## **Objetivo**

Describir el proceso de realización del servicio de DIPA a fin de proporcionar a los miembros que integran la organización una visión global del proceso principal de la empresa y las áreas relacionadas con el mismo.

## **Método**

El sujeto de esta investigación, fue el sistema de gestión de calidad de Diagnósticos Integrales en Patología Animal, ubicado en Ciudad Obregón, Sonora. El principal material de trabajo fue la instrucción de trabajo para la elaboración de elementos base de documentación usando de referencia el modelo de la tortuga, desarrollada por Arellano y Ríos (2008) en el proyecto de investigación que lleva por título “Diseño de un proceso que oriente la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) en las empresas a instalarse en el Distrito Internacional de Agronegocios PYME”.

El procedimiento utilizado se describe a continuación:

### **1. Seleccionar proceso del mapa de procesos de la organización.**

La organización bajo estudio debe contar con un mapa de procesos, estos pueden ser estratégicos (dan dirección a la organización), clave (son la razón de ser de la organización a través de los cuales se genera el producto o servicio) o de soporte (facilitan recursos humanos, financieros, tecnológicos, de infraestructura a todos los procesos de la organización); en esta etapa se requiere seleccionar alguno de los tres tipos de procesos de la organización.

### **2. Identificar y describir las salidas del proceso.**

- Describir las salidas en términos de resultados y detallar los requisitos que serán verificadas por el cliente que las reciba.
- Una salida es considerada un producto del proceso
- Cada salida debe tener claramente definido un cliente

**3. Identificar y describir en cuatro grandes etapas que aspectos tiene que planificar, hacer, verificar y actuar durante la realización del proceso.**

Planificar: establecer los objetivos y metas necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

Hacer: implementar los procesos.

Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.

Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

**4. Identificar y describir los insumos que requiere transformar o aquellos que se requieran para la ejecución de las actividades reportadas en las cuatro etapas del proceso.**

- Nombre las entradas en términos de resultados y describa los requisitos que serán verificadas por el usuario del proceso que las reciba.
- Una entrada es considerada un insumo para el proceso
- Cada entrada debe tener claramente definido un proveedor

**5. Identificar que personal participa en cada etapa del proceso.**

Para cada personal participante en el proceso ya sea que tome decisiones, realice actividades, realice actividades de medición o control se requiere que se definan los conocimientos, competencias, habilidades y entrenamiento requerido. Para reportar las funciones se deberá utilizar la sección denominada “con quien” y posteriormente detallar los requisitos en cuanto a formación y competencia.

**6. Identificar qué equipo e infraestructura se utiliza en la realización de las cuatro etapas del proceso.**

Para cada etapa del proceso reporte el equipo e infraestructura requerida, use para ello la sección “con qué”.

**7. Identificar las métricas con las que dará evidencia de que los productos cumplen con las características definidas por los clientes.**

Se colocan en la sección denominada “cómo” una lista de métricas cuantitativas utilizadas para evaluar el proceso y cada una de sus salidas.

Hacer referencia a políticas, procedimientos u otras instrucciones de trabajo que se requieren para el cumplimiento de las cuatro etapas del proceso.

En la sección denominada “Cómo“ se describen o reportan las técnicas y herramientas utilizadas para conducir las actividades de las cuatro etapas del proceso.

**Resultados**

En esta sección se reporta el caso de estudio desarrollado en DIPA iniciando con su mapa de procesos y posteriormente se describe la implementación del procedimiento usando de base el modelo de la tortuga y finalmente se reporta el diagrama obtenido.

La cadena de valor de la organización presenta todos aquellos factores que añaden valor a lo que se hace en la empresa, considera definir entradas y salidas de cada uno de sus procesos, de tal manera que identifique la secuencia e interrelación entre cada uno de ellos. La figura 2 reporta la correspondiente a DIPA desarrollada por Esquer (2007) y en ella se identifica el proceso clave denominado “Realización del Servicio” que fue el proceso seleccionado a describir.

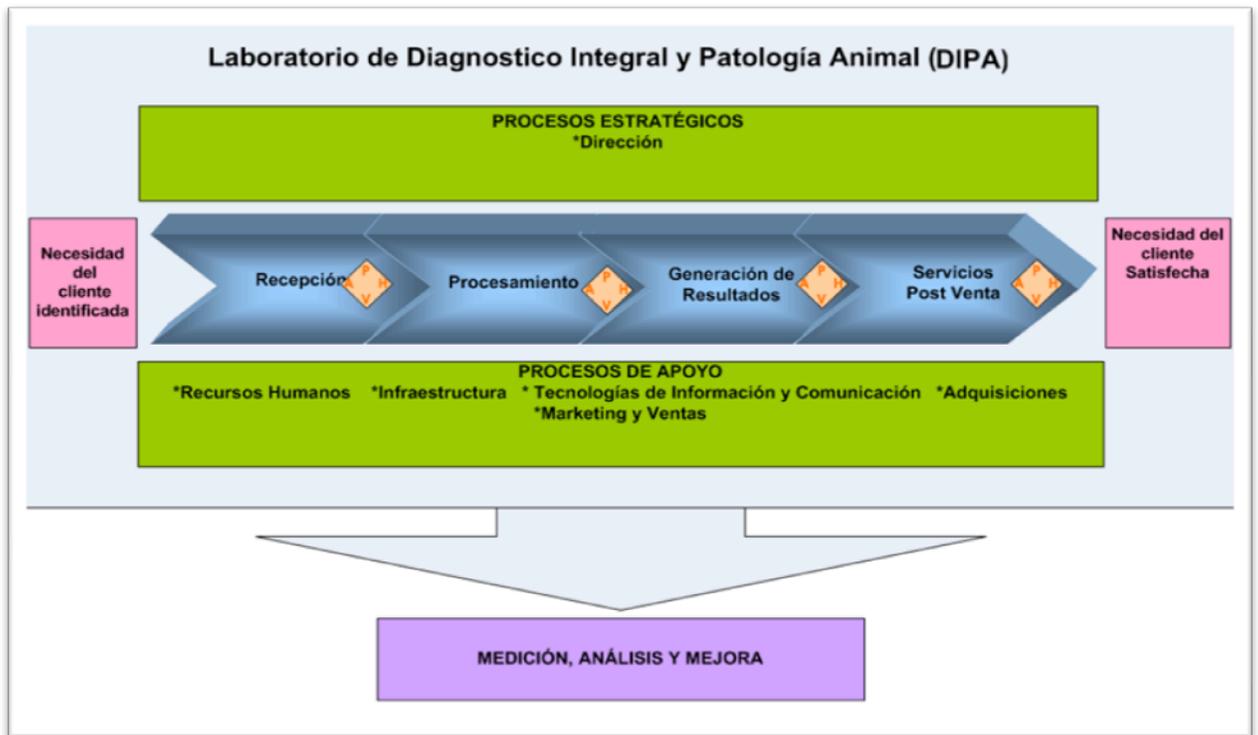


Figura 2: Cadena de valor de DIPA

Dentro de los componentes de la cadena de valor se encuentran los siguientes:

Procesos Estratégicos: Dirección.

Proceso Clave: Realización del servicio constituido por etapas de Recepción, Procesamiento, Generación de Resultados y Servicios.

Procesos de Apoyo: Recursos Humanos (RH), Infraestructura, Tecnología de Información y Comunicación (TIC), Adquisiciones, Marketing y Ventas.

Durante el desarrollo del procedimiento se visitó al director de DIPA y su personal operativo, se explicó la importancia de la herramienta a utilizar para lograr documentar de una manera sencilla su proceso principal, de igual modo se explicó cada uno de los componentes del modelo de la tortuga y su relación con el punto 7.5.1 de la norma ISO 9001:2000; durante visitas posteriores se entrevistó a cada uno de los involucrados en la realización de la prestación del servicio hasta recopilar la información reportada en la

Tabla 1, una vez estructurada en las siete cajas, se procedió a validarla con los entrevistados para posteriormente entregarla en un informe técnico, donde se reportan los detalles de los elementos reportados en la Tabla 1.

Tabla 1. Modelo de la tortuga o diagrama de siete cajas para DIPA.

<b>Nombre de proceso:</b>		Proceso de contratación y servicio al cliente	
<b>Proceso principal:</b>		Prestación del Servicio de Diagnósticos Integrales de Patología Animal	
<b>Dueño de proceso:</b>		Coordinador Técnico	
<b>Con que (Equipo o materiales)</b>		<b>Con quien (entrenamiento, personal, capacidades, conocimientos)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teléfono</li> <li>• Computadora</li> <li>• Equipo de ELIZA</li> <li>• Incubadora</li> <li>• Impresora</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director,</li> <li>• Asistente Administrativo,</li> <li>• Coordinador Técnico</li> <li>• Analista</li> </ul>	
<b>Entradas</b>	<b>Proceso (PHVA)</b>		<b>Salida</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato de recepción de muestra,</li> <li>• Muestras,</li> <li>• Material para realizar análisis,</li> <li>• Información referente al cliente</li> <li>• Información referente a las muestras.</li> </ul>	P	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitar servicio</li> <li>• Planificar requerimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte de Prueba de Inmunoperoxidasa para la Enfermedad de Aujeszky (EA)</li> <li>• Reporte de Prueba de Inmunoensayo ligado a enzimas, ELISA, para la Enfermedad de Aujeszky (EA)</li> <li>• Reporte de Prueba de Inmunoperoxidasa para Fiebre Porcina Clásica (FPC)</li> <li>• Reporte de Prueba de Inmunoensayo ligado a enzimas, ELISA, para Fiebre Porcina Clásica (FPC).</li> </ul>
	H	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir muestra</li> <li>• Informar al cliente</li> <li>• Recibir muestras por mensajería</li> <li>• Pasar muestra al área de análisis</li> <li>• Obtener insumos</li> <li>• Capturar información de resultados</li> </ul>	
	V	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar y autorizar formato de resultados</li> </ul>	
	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentar acciones correctivas o preventivas para las no conformidades encontradas.</li> <li>• Archivar y enviar resultados</li> <li>• Recibir resultados</li> </ul>	
<b>Cómo</b>			<b>Con qué</b>

<b>(Instrucciones, métodos, procedimientos, técnicas)</b>	<b>( Indicadores/parámetros del proceso y producto)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimiento para realizar prueba de Inmunoperoxidasa para la Enfermedad de Aujeszky (EA) y Fiebre Porcina Clásica (FPC)</li> <li>• Procedimiento para realizar prueba de Inmunoperoxidasa para la Enfermedad de Aujeszky (EA) y Fiebre Porcina Clásica (FPC)</li> <li>• Procedimiento para realizar prueba de Inmunoensayo ligado a enzimas, ELISA, para la Enfermedad de Aujeszky (EA)</li> <li>• Procedimiento para realizar prueba de Inmunoensayo ligado a enzimas, ELISA, para Fiebre Porcina Clásica (FPC).</li> <li>• Procedimiento de Acciones Preventivas o Acciones Correctivas</li> <li>• Instrucción de Trabajo para Equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esfuerzo dedicado a elaboración de reporte, durante periodo de campaña y en periodo normal.</li> <li>• Número de veces que se elabora por parte de personal de laboratorio la lista de identificación clasificada por asociación</li> <li>• Esfuerzo dedicado a adicionar antígeno</li> <li>• Esfuerzo dedicado a adición de conjugado</li> <li>• Número de no conformidades generadas por elaboración de reportes incorrectos.</li> <li>• Tiempo promedio de entrega de informes.</li> </ul>

Durante la realización del estudio se preguntó a los entrevistados si consideraban que requerían mejoras a las instrucciones de trabajo que utilizaban actualmente, lográndose con ello la mejora de los formatos operativos para control de temperatura, e instrucciones de trabajo para los equipos utilizados en la realización de las pruebas. Se comprobó por medio de preguntas directas que el personal en general se encuentra satisfecho del trabajo realizado y sobre la utilidad que tendrá en la búsqueda de la certificación en ISO 9001:2000.

### **Conclusiones**

En este caso de estudio se ejemplifica cómo el uso de una herramienta como lo es el “modelo de la tortuga” puede ser clave en la recopilación de los elementos mínimos para la documentación de un proceso de realización del producto de acuerdo a lo requerido en la sección 7.5.1 (control de la producción y provisión del servicio), de la norma ISO 9001:2000. Se comprobó lo reportado por Laman et al (2004) sobre las bondades del modelo de la tortuga para diseño de procesos pues el personal que participó indicó que el ejercicio de diseño no fue complicado. La descripción obtenida cumple con lo sugerido Gryna et al (2001) al respecto de que la documentación para organizaciones pequeñas debe ser sencilla y práctica.

Es evidente que la problemática que presentan las PYMES en mucho se debe a la informalidad con que operan, procesos no documentados, roles y perfiles indefinidos, entre otras situaciones que afectan directamente a la calidad y competitividad de las mismas. Por ello resulta una oportunidad generar instrumentos que faciliten el proceso para documentar y formalizar las actividades que las PYMES desarrollan cotidianamente, pero sobre todo poder acercar a los alumnos estas técnicas que les permitan aportar soluciones efectivas cuando cursan sus prácticas profesionales en una organización, independientemente del giro y tamaño de las mismas como fue el caso que aquí se reporta.

## **Referencias**

- Arellano, A., & Ríos, N. J. (2008). Diseño de un proceso que oriente la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) en las empresas a instalarse en el Distrito Internacional de Agronegocios PYME. Cd. Obregón Sonora: ITSON
- Duffy, G. (2004). Quality From Scratch: A Model For Small Business. Quality Progress
- Esquer Grijalva Karla Selene. (2007). Tesis: Diseño de documentación de soporte para un sistema de gestión de calidad del laboratorio de diagnósticos integrales en patología animal. Ciudad Obregón, Sonora, México. ITSON
- González, M.A. (2008); Tesis: Percepción del Desempeño de Diagnósticos Integrales en Patología Animal: La Perspectiva de las Partes Interesadas en la Organización, Ciudad Obregón, Sonora, México: ITSON
- Gryna, M. A., & Watson, F. M. (2001). Quality Culture in Small Business: Four Case Studies How to determine the quality culture at a small company. Quality Progress .
- ISO. (2000). Norma internacional ISO 9001, Sistemas de Gestión de la calidad: Requisitos. Ginebra, Suiza: ISO .
- Laman, S. A., Burns, E., & Lynn, K. L. (marzo 2004). ASQ Certification Board Puts Quality Tools to Work. Quality Progress , 54.

López, F. (2007). Generalidades de la empresa Diagnósticos Integrales en Patología Animal. (M. N. Ríos, Entrevistador)

Summers, D. C. (2005). Administración de la calidad. En D. C. Summers, Administración de la calidad (págs. 159-187). México: PEARSON.

## **Capítulo XIX: El pensamiento crítico, el alumno y el maestro**

*Antelmo Castro-López<sup>1</sup> y María Cecilia Hernández Donnadiou<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup>Profesores del Departamento de Educación  
Unidad Obregón, Instituto Tecnológico de Sonora  
Ciudad Obregón, Sonora, México; [acastrol@itsn.mx](mailto:acastrol@itsn.mx)

### **Resumen**

El pensamiento crítico es un proceso cognitivo disciplinado que permite a la persona decir y actuar con base en habilidades de alto orden como la conceptualización, síntesis y emisión de juicios como resultado de la observación, experiencia, reflexión, razonamiento o comunicación (Paul, 2003). Actualmente se desconoce si en las universidades los profesores conducen a los alumnos hacia el pensamiento crítico, peor aún, no se sabe si los maestros conocen qué es y cómo promoverlo. A partir de nuestra experiencia como estudiantes y como educadores, podemos afirmar que muchos docentes no practican esta tarea ni estimulan al estudiante a pensar y saber comunicarse adecuadamente y nos surge la siguiente interrogante: ¿qué debe saber y qué estrategias debe seguir el maestro para lograr en el estudiante un pensamiento crítico?

A través de este escrito queremos reflexionar sobre la práctica docente en el desarrollo del pensamiento crítico del alumno, a la vez poner a consideración estrategias y procedimientos propios del profesor para la reflexión del conocimiento. Se recurrió al método de investigación bibliográfica para analizar documentos referentes a la temática que ayudaron a identificar tres categorías relacionadas con el pensamiento crítico: El maestro, el alumno y las estrategias orientadas a la reflexión. Entre los resultados se encontró que una de las características del alumno es que aprende cuando se le coloca en una situación de aprender, por lo tanto, es tarea del profesor administrar un sistema de aprendizaje que promueva habilidades en el estudiante para saber qué decir y cómo actuar en situaciones que lo obliguen a la emisión de juicios. Finalmente se proponen 15 estrategias que orienta la labor docente en el desarrollo del pensamiento crítico.

### **Antecedentes y marco de referencia**

La primera pregunta que todo docente necesita hacer cuando planea una clase tiene que ver con el objetivo del curso. Es de esperar el siguiente cuestionamiento: ¿Qué conocimiento se espera que logren los estudiantes y qué habilidades deben desarrollar? Por lo general, los objetivos involucran los mismos conocimientos del curso y las conductas del alumno que revelan su aprendizaje en tareas relacionadas con el saber y el hacer. Dentro de un curso hay un contenido que debe ser aprendido y un proceso para alcanzarlo; este último es la parte relacionada con el pensamiento crítico (Bruner, 1998).

Para la consecución de los objetivos educacionales, el profesor debe estar consciente que debe mantener el interés de los estudiantes en el aprendizaje de la materia. Esto ayudará a mantener la intención y lograr una adecuada aprehensión de los conocimientos sin importar lo bien que se haya preparado una sesión. Si algún estudiante no encuentra alguna relevancia personal en lo que se está enseñando, será poco el aprendizaje que logre. Algunas veces ese interés personal viene de un sentido innato o de asombro, pero en otras ocasiones no es así, entonces ¿cómo se podría vencer ese sentido de irrelevancia que los estudiantes pueden tener hacia la materia? o mejor aún, ¿por qué alguien querría conocer eso que nosotros queremos enseñar?

Durante los periodos de instrucción, se observa con frecuencia que los maestros esperan hasta el final de la clase para formular preguntas o aclarar dudas a los estudiantes. Usualmente éstos han sido condicionados a creer que lo que el maestro está preguntando realmente es si su presentación fue adecuada y piensan que responder la pregunta es equivalente a criticar la habilidad del maestro (Gardner, 1994).

En cambio si los profesores trataran de abrir cada sesión con una pregunta específica en forma de controversia para lo cual no exista una respuesta única, o bien, si tomara un artículo o parte del tema de algún medio de comunicación con un contenido controversial para iniciar la discusión al principio de la clase, no solo ayudaría a los

estudiantes a involucrarse en resultados, también podría mantener el interés durante todo el proceso del desarrollo del tema.

Una característica del maestro que enseña en el aula es saber *situar el aprendizaje*. Esto es la habilidad para relacionar los contenidos con la vida y el trabajo, que permite al estudiante hallarle sentido y significancia a lo que aprende. Cuando los alumnos observan que el maestro usa ejemplos que no tienen relación con la clase afirman aun más su predisposición a no darle importancia. Entonces es importante diseñar un ambiente de clase que invite a la reflexión y a la discusión de temáticas significativas en donde se permita hablar y escuchar al otro, a su vez que no se permita el enjuiciamiento apresurado que respalda una postura (Lave & Wenger, 1990); esto ayuda a desarrollar habilidades de orden superior como es el pensamiento crítico.

Para permitir que aumente la discusión, el cuestionamiento y la investigación en el ambiente de clase, es necesario considerar los aspectos de tiempo y espacio. Una sesión de clase bien planeada debe permitir la discusión, la presentación del contenido y explorar los diversos puntos de vista de los estudiantes. Es muy importante la discusión en grupos pequeños de problemas relacionados con el mundo real y el uso de materiales adicionales al texto, como son periódicos, revistas, programas de televisión, entre otros. En la medida que se trabaje en equipo y se mantenga en interés en la clase, el maestro influirá menos en la respuesta correcta o esperada, incluso puede dejar el salón o quedarse sin involucrarse en la discusión, excepto para aclarar las dudas mientras los estudiantes piensen por ellos mismos.

Los comprometidos con la educación, reconocemos la importancia de promover el pensamiento crítico en los procesos de enseñanza al centro de las escuelas de nuestro sistema educativo. La demanda social y profesional requiere de estudiantes que piensen y se comuniquen a un nivel más elevado, que adquieran más y mejores habilidades, destrezas y actitudes que se reflejen en sus tareas o trabajos originales, así como en el

quehacer educativo. De aquí nace la curiosidad por explorar qué debe hacer el profesor para fomentar el pensamiento crítico en los alumnos.

### **Problema**

Desde la perspectiva de Smith (1984), el pensamiento crítico (en griego *Kriths* que significa juez, alguien que evalúa) es un proceso que utiliza el conocimiento y la inteligencia para llegar de forma efectiva a la posición más razonable y justificada sobre un tema. Por su parte, Paul (2003) lo llama un proceso cognitivo disciplinado que permite a la persona decir y actuar con base en habilidades de alto orden como la conceptualización, síntesis y emisión de juicios como resultado de la observación, experiencia, reflexión, razonamiento o comunicación. Esto obliga al profesor no sólo a impartir conocimientos, sino cultivar actitudes que conduzcan al desarrollo de un pensamiento eficaz. Para ello es necesario comunicar y reflejar un pensamiento crítico a través de juicios y resolución de problemas.

Actualmente se desconoce si en las universidades los profesores conducen a los alumnos hacia el pensamiento crítico, peor aún, no se sabe si los maestros conocen qué es el pensamiento crítico y cómo promoverlo en los alumnos. A partir de nuestra experiencia como estudiantes y como educadores, podemos afirmar que muchos docentes no practican esta tarea ni estimulan al estudiante a pensar y saber comunicarse adecuadamente; no toleran el silencio y responden a la pregunta que ellos mismos hacen sin dar al estudiante el tiempo suficiente para la elaboración de la respuesta ya que el alumno no reflexiona sobre su aprendizaje; además de la falta de estrategias de motivación que prepara al alumno a aprender. De todo esto surge una pregunta: ¿Qué debe saber y qué estrategias debe seguir el maestro para lograr en el estudiante un pensamiento crítico?

## **Objetivo**

A través de este escrito queremos reflexionar sobre la práctica docente en el desarrollo del pensamiento crítico del alumno, a la vez poner a consideración estrategias y procedimientos propios del profesor para la reflexión del conocimiento.

Los proyectos de la educación moderna se encaminan a dar una particular atención a los maestros que buscan mejorar el desarrollo de los estudiantes respecto al pensamiento y otros procesos mentales superiores, como la toma de decisiones, la metacognición, la resolución de problemas, el pensamiento crítico, el pensamiento creativo y la comunicación con razonamiento. Dichos aspectos deben ser considerados con la intención de incluirlas de manera explícita y consciente para la planeación de clases permitiendo la organización óptima de lo que se enseña, asegurando así la institucionalización en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La demanda educativa y laboral pretende que el docente logre que el alumno trascienda al pensamiento crítico y lo conduzca a una comunicación razonable para generar y emplear alternativas hacia el logro de un aprendizaje significativo. Aquí reside la importancia que el profesor diseñe su plan para lograr el entendimiento y reflexión de estudiantes hacia los contenidos, además que sean capaces de valorar múltiples alternativas antes de tomar una decisión; generar productos originales y; de resolver problemas relacionados con su vida cotidiana.

## **Método**

A fin de presentar información de acuerdo a los intereses planteados en este trabajo, se recurrió al método de investigación bibliográfica porque de acuerdo a López de Prado (2000) se considera como un sistema que orienta para obtener información contenida en documentos. En sentido más específico, porque se emplea para localizar, identificar y acceder a aquellos documentos que contienen la información pertinente para la

investigación; explora qué se ha escrito en la comunidad científica sobre un determinado tema o problema (“Herramientas para la Escritura Científica”, 2009).

Para la búsqueda de información, se consideró el siguiente procedimiento: Definir el tema, el problema y el marco teórico a utilizar; hacer una investigación bibliográfica, básicamente para ver qué se ha escrito sobre el pensamiento crítico, trazar un proyecto que estableciera las temáticas específicas, los motores de búsqueda y tipos de fuentes de consulta; ejecutar lo proyectado y exponer los resultados por escrito. En el caso de este estudio se analizaron documentos referentes a la temática que ayudaron a identificar tres categorías relacionadas con el pensamiento crítico: El maestro, el alumno y las estrategias orientadas a la reflexión.

## **Resultados**

A continuación se presentan consideración teóricas y didácticas en relación a las categorías planteadas en este trabajo.

### ***El maestro***

En los sistemas educativos el maestro es quien dirige el proceso de enseñanza-aprendizaje y aplica estrategias para llevar a cabo la función educativa. Su función principal en el proceso interactivo consiste en adecuar el proceso didáctico a las características y necesidades de sus alumnos y de la entidad donde se encuentra la escuela (Marzano, 1988); Marzano también plantea que es el responsable de crear un ambiente propicio para conducir una interacción enriquecedora entre quienes intervienen en el proceso y encauzarlo hacia una adecuada coordinación de las acciones de todos ellos; propiciar la asimilación de conceptos básicos y criterios orientadores; promover la adquisición de actitudes solidarias y comprometido con el desarrollo social y económico de la comunidad, así como la identificación con valores éticos y cívicos; involucrar a todos los participantes en la evaluación continua del proceso educativo tanto en el

ámbito escolar como en la sociedad y consecuentemente en la búsqueda de resolución a los problemas descubiertos.

Meyers (1986) considera que cuando alguien se dirige a la meta del pensamiento crítico, tarde o temprano llega a una situación más específica. El papel de un educador que desea desarrollar el pensamiento crítico en sus alumnos debe ser el de un ayudador, facilitador y motivador, es ayudar a aprender, no propiamente enseñar.

El trabajo en grupo, la cooperación y cuestionamiento por parte del maestro han sido propuestos como componentes importantes de enseñanza del pensamiento crítico. Smith (1984), realizó un estudio en el ambiente del salón de clases y encontró que el pensamiento crítico está relacionado con la interacción, el apoyo y los cuestionamientos del maestro. Como dato adicional destaca de gran importancia el lapso entre la pregunta del profesor y la respuesta del estudiante.

La espera por parte del maestro es una condición necesaria para estimular el uso de habilidades cognoscitivas superiores. El propósito que debe perseguirse para el desarrollo del pensamiento crítico es que los alumnos piensen por sí mismos. Algunas veces formular preguntas es el mejor acercamiento para el profesor debe hacerlas con cuidado expresándose en una forma comprensible y paciente, no arrogante o intimidadora. Es importante destacar que las preguntas directas por lo general son amenazantes para los estudiantes.

El maestro debe afirmar la autoestima del alumno a través de la motivación. Cada estudiante debe tratarse con respeto y ser escuchado aún en aquello que comunica mediante su lenguaje corporal. Dentro de los procesos de formación, no cabe en el maestro acciones como insultar y ridiculizar a alguien o burlarse de una respuesta verbal o corporal, esto es una barrera para el pensamiento crítico.

Así también, el maestro debe entender que todas las actividades que diseña para un curso o una clase deben fomentar la confianza, el compañerismo y preparar para el trabajo que implica habilidades de alto orden. Las actividades deben ayudar a *fomentar un clima de apertura* donde el contacto visual y escucharse los unos a los otros, incluyendo maestro-alumno, es necesario; *animar a los estudiantes a interactuar y cooperar* en pequeños grupos para analizar y resolver problemas; *demostrar actividades de aceptación* donde no se rechacen las respuestas incorrectas, al contrario, animarlos a explorar errores y enseñarlos a no tener miedo a equivocarse y; *reunir información* como resultado de entrevistas, observación, visitas a empresas, escuelas o centros de información, eventos académicos, exposiciones, entre otros.

### ***El alumno***

Para pensar críticamente los estudiantes deben aprender habilidades generales de resolución de problemas y desarrollar un conocimiento útil como base. No es posible pensar que puede llegarse al conocimiento sin el pensamiento, todo lo concerniente al primero, como su descubrimiento, su análisis, su evaluación y su adquisición, se genera a través del pensamiento (Sánchez & Beltrán, 2000).

Una de las características del alumno es que aprende cuando se le coloca en una situación de aprender o cuando se le administra correctamente un sistema de aprendizaje para la consecución de objetivos. Él está consciente que el aprendizaje se genera mediante procesos que se generan en su interior y que su actividad académica dependerá de la apropiación y aplicación del conocimiento. A su vez, debe comprender y sentir que el conocimiento y las habilidades que desarrolle le permitirán el fácil tránsito por la universidad, pero sobretodo tendrán implicaciones en su vida personal, social y laboral. Resulta importante señalar una manera en que la “lógica para enseñar a pensar puede establecerse en términos de necesidad y beneficios sociales” (Sandoval, 1998).

Seiger-Eherenberg (1985, citado en Sandoval, 1998) plantea que cuando los estudiantes egresan del nivel medio superior deben ser capaces de tomar decisiones en tareas que la sociedad espera de ellos, estas deben ser acciones éticas e inteligentes. Entonces, el pensamiento se concibe como una capacidad cualificadamente humana que conlleva a su desarrollo, al desenvolvimiento de actitudes humanizantes y humanizadoras (Paul, 1996).

Un alumno crítico y ejercitado formula problemas y preguntas fundamentales con claridad y precisión; reúne y evalúa información relevante utilizando ideas abstractas para interpretarla efectivamente; llega a conclusiones y a soluciones bien razonadas, y las somete a prueba confrontándolas con criterios y estándares relevantes; piensa con mente abierta dentro de sistemas alternos de pensamiento reconociendo y evaluando, según sea necesario, los supuestos, implicaciones y consecuencias prácticas de éstos y; se comunica efectivamente con otros para idear soluciones a problemas complejos.

Según Sánchez (2000), el primer paso para llegar a ser un hábil y diestro pensador crítico es desarrollar una actitud que permita la entrada de más información y permita detenernos a pensar. Estas actitudes demandan una mente abierta, un escepticismo sano, una humildad intelectual, una libertad de pensamiento y una alta motivación.

Para concluir este apartado, es importante establecer una diferencia entre el individuo crítico y el pensador crítico. Entendemos que el individuo crítico busca defectos, fallos, presenta actitud negativa, cree poseer un buen juicio, se precipita en las inferencias, genera desconfianza e inseguridad, por lo general tiene reproches, siempre ve lo malo, identifica fracasos y culpables, demuestra insatisfacción. En cambio el pensador crítico busca verdades, presenta actitud exploratoria, quiere poseer buen juicio, hace menos inferencias, genera confianza y seguridad, a menudo tiene dudas, acaba viendo lo oculto, identifica causas y consecuencias, demuestra curiosidad en las cosas, contrasta toda la información (Enebral, 2007).

### ***Las estrategias orientadas a la reflexión***

El maestro que fomenta el análisis, la reflexión y la evaluación situacional al contexto o de contenidos, debes saber quién es el alumno y entender que los procesos formativos de la universidad son en función de la sociedad. La esencia misma de la profesión surge en los contextos sociales, por lo tanto su actuación docente estará orientada en la recreación de situaciones de la vida laboral-real preparando al estudiante en un sentido ético profesional y con un pensamiento holístico para entender la realidad de la que emerge y a la que servirá.

Paúl (2003), presenta algunas consideraciones basadas en la propuesta diseñada por él y su colega Hiler para el desarrollo del pensamiento crítico del estudiante y que son acciones estrictamente relacionadas con la instrucción. Estas estrategias deben ser consideradas por el docente durante el diseño de sus planes de clase:

*a. Utilice el cuestionamiento.* Es muy importante cuestionar al estudiante antes y durante la clase. Al inicio de la clase se despertará en ellos la curiosidad y estarán más motivados para el aprendizaje; durante la sesión dirigiremos la atención y llevar al estudiante a una mayor comprensión de los contenidos y la relación que guarden con la vida real: Cuestionar al estudiante en la clase para estimular su curiosidad.

*b. Logre que sus estudiantes se conozcan entre ellos y fomente la colaboración.* Es muy importante que el primer día de clase logre que los estudiantes socialicen en actividades de presentación o rompehielos. Promueva que los alumnos usen el cuestionamiento para conocer a cada uno de sus nuevos compañeros, esto facilitará la comunicación entre ellos cuando se organicen en grupos pequeños; también constituye un ejercicio efectivo para probar si se escuchan con atención. Después de la socialización de la primera semana, empiece a dividir el grupo en pequeños equipos de trabajo y asígneles actividades específicas y límites de tiempo, asegúrese que todos participen

contribuyendo cada miembro del equipo en la realización de la tarea, con esto, ellos harán conciencia de que pertenecen a un grupo de trabajo y de que su contribución es importante para el logro de las metas o tareas educativas. Los estudiantes pueden descubrir mucho del contenido del curso por sí mismos cuando trabajan en grupos pequeños en tareas escogidas antes de leer sobre el tema o recibir explicaciones del maestro. Los estudiantes que a menudo tienen que explicar o argumentar sus ideas con sus pares y escuchar y evaluar las ideas de éstos, pueden lograr un progreso significativo en mejorar la calidad de su forma de pensar.

*c. Enseñe principios de pensamiento crítico mientras imparte la materia.* Antes y durante la transmisión de contenido o en el abordaje de un tema, logre que los estudiantes compartan su punto de vista o emitan juicios respecto al mismo. Por ejemplo si trata el tema de recesión económica en nuestro país, pregunte las causas que la ocasionaron, su afectación al mercado y la sociedad, sus implicaciones políticas, cómo recuperar la estabilidad económica de un país, entre otras. Cuando aplique exámenes que contienen preguntas, cuide que éstas sean guías para asegurar que los estudiantes piensen sobre ellas y, quizás, hasta las discutan fueran de la clase.

*d. Fomente el pensamiento independiente.* Una técnica que ayuda a fomentar el pensamiento independiente son los estudios de caso o problemas. Estos deben promover un pensamiento independiente que requieren de varias posibles soluciones. Solicite a los alumnos escribir soluciones en una hoja y haga grupos de discusión donde se compartan y discutan las posibles soluciones. Posteriormente, pida a cada grupo que utilice las mejores ideas de cada integrante y escoja una persona para que comunique la solución conjunta al resto de la clase. De esta manera todos los estudiantes participan en: 1) deducir la solución del problema, 2) comunicar su solución a los demás, 3) obtener retroalimentación de los demás, 4) llegar a una solución más adecuada del problema y 5) en ocasiones hablar frente al resto de la clase sirve de práctica para hablar en público.

*e. Logre que los estudiantes escuchen con atención.* Los estudiantes que no escuchan a sus compañeros, pierden la secuencia del trabajo en clase. Así que debe fomentar que sus estudiantes se escuchen consistente y cuidadosamente. Una manera de lograrlo es pedirle con frecuencia a algún estudiante que repita lo que otro estudiante acabó de decir, esto los mantendrá alerta. Otra táctica que promueve la escucha cuidadosa consiste en dividir la clase en parejas y hacer una pregunta controversial. Los miembros de la pareja comparten sus opiniones con su compañero y justifican sus posiciones. Los dos escuchan con cuidado y luego repiten, pero en sus propias palabras, todo lo que les dijo el compañero. Los primeros en hablar pueden señalar cualquier malentendido de los puntos de vista que expresaron.

*f. Hable menos para que los estudiantes piensen más.* El maestro debe considerar que cuando explica durante la clase, no debe ser más del 20% del tiempo. Es importante realizar pausas cada diez minutos cuando hablar y solicitar actividades, como por ejemplo, el resumen del contenido expuesto. Cuando se habla la mayor parte del tiempo, el que piensa es el maestro entonces se sugiere que el estudiante participe para que sean ellos los que expresen sus dudas, ejemplos y sus nuevos conocimientos.

*g. Método socrático.* Esta estrategia consiste en elaborar preguntas sobre el contenido a dirigirlas a los estudiantes. ¿Qué quieres decir cuando usas esa palabra? ¿Qué precisión tratas de hacer? ¿Qué evidencia hay para apoyar esa aseveración? ¿Es confiable la evidencia? ¿Cómo se llegó a esa conclusión? ¿Pero, cómo puedes explicar esto? ¿Ves lo que eso implica? ¿Cuáles serían los efectos no deseados de tu propuesta? ¿Cómo cree que tus opositores ven esa situación? ¿Cómo pueden ellos responder a tus argumentos?

*h. Asigne tareas escritas que requieran pensamiento independiente.* El maestro debe promover la interdependencia de los alumnos, para ello se sugiere que solicite actividades escritas. Al utilizar la escritura ayuda a los alumnos a plasmar y organizar sus pensamientos y se logra la reflexión de sus ideas a medida que van escribiendo. Para

evaluar estas actividades se puede utilizar varias estrategias como seleccionar a los alumnos para que se revisen entre sí.

*i. Pida que los estudiantes se evalúen entre sí.* Al asignar a los estudiantes evaluarse entre ellos mismos, logrará desarrollar diferentes habilidades como la redacción, reconocimiento de errores, la autocrítica, el pensamiento y la expresión, además con esta acción no sólo disminuirá su tiempo de revisión, sino que los obligará a que aprendan a plantearse preguntas cruciales para evaluar sus conocimientos.

*j. Organice debates.* Al utilizar esta técnica logrará abordar un tema desde diferentes perspectivas, pero sobre todo argumentado. Además los alumnos tendrán diferentes roles como el ser moderador, secretario, y participantes.

*k. Estimular a los estudiantes para la toma de decisiones.* En esta estrategia el docente debe permitir que el estudiante decida las actividades que mejor le convengan, tomando en cuenta sus necesidades y sus prioridades, con esto se logrará la autonomía y responsabilidad intelectual de los estudiantes.

*l. Pida a los estudiantes que documenten su progreso y que se evalúen ellos mismos.* Para lograr el pensamiento crítico en los alumnos es necesario que ellos evalúen su progreso, esto lo pueden hacer por medio de escritos sobre algún tema expuesto o también puede ser por medio de la comparación. La idea es que demuestren el progreso alcanzado.

Enseñar a los estudiantes a evaluar su propio trabajo ayuda a la formulación de criterios que ellos consideran importantes para evaluarse. A partir de esa formulación el grupo puede discutir cuán apropiado es cada criterio propuesto, reconocer cuándo se cumplen y cuándo no, y poder revisar algo hasta que se acerque más a los criterios establecidos es algo que requiere bastante práctica. Enseñar a los estudiantes cómo evaluar su propio

trabajo es uno de los aspectos fundamentales que usted puede enseñar para lograr mejoría en la calidad de los trabajos académicos.

*m. Descomponga proyectos grandes en partes más pequeñas.* Asigne una serie de pequeñas tareas escritas, cada una con un sub-tema del tema más amplio. La tarea final puede ser reunir las diferentes secciones en un trabajo de mayor alcance. Asignarles tareas cortas y relativamente fáciles, les permite completar cada una como si fuera una unidad, algo mucho menos intimidante que un trabajo largo. Al combinar los escritos cortos en una redacción más larga, los estudiantes no sólo vuelven a pensar sobre lo que ya escribieron, sino que logran completar un escrito más extenso y sofisticado. Desarrollan así confianza en su habilidad para completar proyectos mayores.

*n. Enseñe aplicaciones útiles y fomente el descubrimiento.* Hasta donde sea posible, enseñe conceptos dentro del contexto en que se utilizan, como herramientas funcionales para solucionar problemas reales y analizar asuntos importantes, y promueva la participación activa del estudiante para que descubran por sí mismos los conceptos, los principios y las técnicas antes de presentar el material en una exposición o lectura. Ayuda también discutir para buscar la respuesta a un problema y así facilita el descubrimiento. Por lo general estas actividades son más efectivas si se realizan en grupos pequeños y no de manera individual. También ayuda en la instrucción que los estudiantes discutan los problemas que surgieron y la forma en que los resolvieron.

### **Conclusiones**

El desarrollo temático abordado en el presente trabajo tuvo la finalidad de proporcionar estrategias indispensables para que el docente despierte el interés en el alumno y por consecuencia obtener una comunicación razonable. El desarrollo del pensamiento crítico incluye operaciones cognoscitivas que tienen que ver con la generación de alternativas y el uso del pensamiento, por lo tanto, el facilitador debe manejar las diferentes técnicas relacionadas con el pensamiento crítico para lograr habilidades en los alumnos en su

forma de pensar. Debe proveer la ejercitación y la evaluación de dicho pensamiento. La valoración del mismo puede llevarse a cabo mediante la observación y también por medio de pruebas específicas. Lo que se pretende evaluar es si el alumno es capaz de juzgar un material, empleando y justificado sus propios criterios valorativos, así como los del maestro.

Para abordar significativamente los contenidos es necesario que el docente y los alumnos estén motivados. Para esto debe, en primer lugar, conocer al grupo, sus ritmos de aprendizaje, sus estructuras cognitivas, sus relaciones sociales, sus niveles culturales, etcétera; para luego poder realizar situaciones problemáticas creativas y significativas para el alumno. Estas deben generar un conflicto cognitivo en los alumnos, permitiendo la producción de un nuevo conocimiento, por ello no deben ser ni muy fáciles (que no utilicen sólo sus conocimientos previos), ni muy difíciles (que no puedan resolverlos).

El profesor debe diseñar estrategias didácticas útiles para que el alumno construya el conocimiento en forma significativa, y así lograr el pensamiento crítico, analítico y reflexivo. Como ejemplo de estrategias didácticas, son la utilización de mapas conceptuales porque representa la forma en que se organiza la información, ayudando al desarrollo de habilidades del pensamiento como clasificar, evaluar, relacionar y sintetizar.

Por otra parte, los docentes no deben utilizar su poder o su autoridad para imponer sus ideas, deben aceptar los ritmos de aprendizaje, utilizar el error como un instrumento de aprendizaje, deben saber cómo actuar en el momento justo, darles oportunidades a sus alumnos, generando en éstos autonomía y fomentando su autoestima.

Con el desarrollo del pensamiento crítico los alumnos podrán considerar muchas alternativas antes de tomar una decisión, generar productos originales, entre otros, en las diferentes asignaturas del programa educativo que se le presente al alumno, además los

estudiantes, al dominar los procesos, serán capaces de transferirlo a la resolución de problemas relacionados con su vida cotidiana.

## **Referencias**

- Bruner, J. (1998). Uno de los precursores de las estrategias cognitivas. *Revista Educar, Nueva Época*, 6. Consultado el 2 de marzo de 2010, de <http://educar.jalisco.gob.mx/06/6sersan.html>
- Enebral, J. (2007). El pensamiento crítico en el aprendizaje permanente. *Escuela de Educación Mental. Desarrollo de habilidades mentales para el trabajo intelectual*. Consultado el 20 de marzo de 2009, de [http://www.mentat.com.ar/pensamiento\\_critico.htm](http://www.mentat.com.ar/pensamiento_critico.htm)
- Gardner, H. (1994). *Estructuras de la mente, teoría de las inteligencias múltiples*, México: Factoría.
- Herramientas para la Escritura Científica. (2009). Recuperado el 2 de abril de 2009, de <http://www.hospitalolavarria.com.ar/Investigación%20bibliográfica.htm>
- Lave, J. & Wenger, E. (1990). *Situated Learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- López de Prado, R. (2000). *Investigación y fuentes bibliográficas*. Recuperado el 2 de abril de 2009, de <http://www.geocities.com/zaguan2000/metodo.html>
- Marzano, R. (1988). *Dimensiones del pensamiento: un marco para el plan de estudios e instrucción*. Virginia: Taurus Aguilar
- Meyer, S. (1986). *Aprendices del pensamiento*, México: Impala.
- Paul, R. (1996). *El taller crítico, una propuesta de trabajo interactivo*. Argentina: Themis.
- Paul, R. (2003). *Fundación para el pensamiento crítico*. Chile: B America
- Sánchez, A. & Beltrán, J. (2000). Evaluación del pensamiento crítico a través de una prueba de detección de información sesgada. Artículo presentado en el I Congreso Hispano-Portugués de Psicología.
- Sandoval, S. A. (1998). Una visión de conjunto y un acercamiento práctico a la enseñanza del pensamiento. *Revista Educar, Nueva Época*, 6. Consultado el 2 de marzo de 2010, de <http://educar.jalisco.gob.mx/06/6sersan.html>
- Smith, A. (1984). *Comunicación y cultura, teoría de la comunicación humana*. Argentina: Paidotribo.

## **Capítulo XX: Actitudes hacia la ética profesional de los docentes de Posgrado del Instituto Tecnológico de Sonora**

*Antelmo Castro-López<sup>1</sup>, Miguel Ángel Barra Cota<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Profesores del Departamento de Educación  
Unidad Obregón, Instituto Tecnológico de Sonora  
Ciudad Obregón, Sonora, México; [acastrol@itson.mx](mailto:acastrol@itson.mx)

### **Resumen**

Se realizó un estudio descriptivo utilizando una metodología cuantitativa para identificar las actitudes hacia la ética profesional de profesores de posgrado de Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) en el periodo enero a abril 2009. La población estuvo integrada por 150 docentes que impartían materias en el periodo enero a abril de 2009. Se seleccionó muestreo representativo de 71 maestros de las unidades Guaymas, Obregón y Navojoa de los cuales 21 (29.6%) era mujeres y 48 (70.4%) hombres ubicados en cinco áreas de estudio. La edad promedio fue menos de 35 años en un rango de 35 a 60. Se utilizó el cuestionario de Valores Profesionales construido por Sánchez (s. f.) y adaptado para la población mexicana por Hirsch (2005) para evaluar actitudes hacia la ética profesional del profesorado universitario.

A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio, se observa que al estudiar en el factor Compromiso profesional, las actitudes son generalmente de carácter positivo lo que inclina a considerar que hay una mayor probabilidad de comportarse de un modo ético; en el factor Desempeño profesional y Satisfacción con el ejercicio de la profesión, el profesorado muestra una actitud positiva, lo cual permite afirmar que existe una disposición en éstos por actualizarse; y puede tener un impacto en el entendimiento entre las personas, en la resolución de problemáticas.

Los profesores de posgrado piensan que sí debe existir una materia que trate la temática de ética profesional, esto para ofrecer una educación que complemente y respalde las necesidades sociales, además de traer beneficios en la formación de profesionistas capaces, íntegros y honestos.

## **Introducción**

El profesor por su formación profesional es la persona capaz de conducir y guiar científicamente el proceso de aprendizaje del estudiante hacia niveles superiores de desarrollo en la medida que cree los espacios de aprendizaje que propicien la formación de niveles cualitativamente superiores de actuación del estudiante (González, 1999). Las instituciones educativas y por ende el docente que labora en ella tienen la obligación de preparar a personas para enfrentar la vida partiendo del valor cívico de la responsabilidad.

El objetivo fundamental del proceso educativo es el fortalecimiento de la personalidad a través de la formación y desarrollo del aspecto moral, intelectual y físico, entre otros, con el propósito de formar personas de alta calidad humana, rescatando la enseñanza de principios y valores universales (Figueroa, 2000).

## **Antecedentes y marco de referencia**

Los valores profesionales son aspectos valorados en diversas profesiones (maestros, médicos, ingenieros, abogados, entre otros) que han contribuido a proporcionar información relativa al mundo de la profesión y toman como eje la noción de ética profesional (Ramos, 2006). La formación en valores y la formación integral parte de la idea de desarrollar, equilibrada y armónicamente, diversas dimensiones del sujeto que lo lleven a formarse en lo intelectual, lo humano, lo social y lo profesional (Formación Integral, 2009). Requiere de una educación donde el profesorado adquiera un compromiso social y ético, que colabore con los alumnos para facilitarles el desarrollo y formación de capacidades que intervienen en el juicio y acción moral, facilitando la formación de actitudes, integración, aplicación y valoración crítica de las normas que rigen en una sociedad.

Actualmente los estudios sobre ética profesional o valores profesionales cobran importancia, por el impacto que tienen en la sociedad mediante el ejercicio de la profesión.

En el año 2001, Muñoz, Rubio y Palomar llevaron a cabo investigaciones relacionadas con la formación universitaria y compromiso social de los egresados en la Universidad Iberoamericana (UIA) de la Ciudad de México. Se buscó identificar el compromiso de los estudiantes para contribuir a solucionar los problemas de los sectores socialmente desfavorecidos.

En el año 2005, Chávez efectuó un estudio en la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) sobre la identidad, valores y ética en la formación de los historiadores, con el propósito de identificar los valores profesionales de los estudiantes de la facultad de filosofía y letras; Chávez buscó la relación entre la idea que tienen los jóvenes universitarios respecto a su profesión con la formación que reciben durante la educación superior, para así determinar cómo se construye una identidad profesional. Como resultado se encontró que los intereses en la vida, radica en el hecho de que estos aspectos traducen actitudes que predisponen a la adopción de ciertos valores como bienestar social, trabajo, bienes materiales, valores religiosos, dinero, solidaridad, familia y éxito. El orden en que aparecieron los datos fueron: lograr la realización personal (72.7%), profesionista exitoso (65.2%), ayudar a la familia (44%), tener un trabajo interesante (33.8%); casarse con una persona amada (23.7%); ayudar a los necesitados (14.1%); vivir de acuerdo con los valores religiosos (12.8%); ganar mucho dinero (12.7%); poseer bienes materiales y comodidades (11.6%); preocuparse por los asuntos políticos de este país (6.5%).

### **Planteamiento del problema**

El campo del desarrollo profesional es una nueva área de oportunidad para el mejoramiento de la toma de decisiones en el ámbito educativo y por ende de la

sociedad. La profesión comprende, además de competencias tanto teóricas como prácticas, una integridad personal y una conducta profesional ética, como normalmente demandan y confían los ciudadanos. Por eso, en el plano internacional hay una creciente preocupación porque la educación universitaria asuma entre sus objetivos, el formar a ciudadanos responsables ante los problemas de su sociedad (Marcovitch, 2002; Esteban, 2004).

Existen organismos nacionales e internacionales que hacen hincapié sobre la formación de los valores en la universidad. Según la Organización de las Naciones Unidas ([ONU], 2002), la educación en valores contribuye a definir un proyecto de vida efectivo y eficaz, convirtiéndolo en un proyecto real, haciendo corresponder las posibilidades internas del individuo y las del entorno, mediante el desarrollo de los valores, la concepción del mundo, la capacidad de razonamiento, los conocimientos, la motivación y los intereses.

El Programa Nacional de Educación (PNE) 2007-2012 enmarca que la educación superior debe ofrecer una formación a sus educandos, que permita su desarrollo como personas libres, independientes y solidarias, que a la par forma en pro de la eficiencia técnica, fortalezcan el humanismo y la ética.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO *por sus siglas en inglés*) propone brindar una educación básica para todos y la enseñanza de calidad, haciendo referencia en la transmisión de valores, la formación de docentes y la educación superior. La UNESCO (1993) afirma que la ética profesional se rige por lo menos los en dos aspectos: a) el respeto de la deontología de la investigación con sujetos humanos y animales, objetos del patrimonio y en cuanto se relacione con la protección del medio natural; b) el respeto de la deontología profesional respecto a los alumnos, colegas y científicos, a la búsqueda de la verdad y el ejercicio de la libertad de expresión. El incumplimiento de cualquiera de estos aspectos constituye una falta profesional y acarrea medidas disciplinarias.

El ITSON reconoce la importancia de considerar los requerimientos de una educación integral que implica el desarrollo de habilidades técnicas y sociales, valores y actitudes; propone el enfoque por competencias que permite la formación de profesionistas capaces de dar solución a múltiples problemas sociales propios de la globalización. Es una de las universidades preocupadas por el desarrollo integral de los estudiantes, pero actualmente no existen estudios que revelen los valores, rasgos y principios éticos profesionales de los docentes que pueden impactar en la formación de la ética profesional de los alumnos. Aunado a éstos, acepta las recomendaciones de los organismos nacionales e internacionales como la SEP, ONU, UNESCO y el Banco Mundial en cuanto a la formación de valores en la universidad (ITSON, s.f).

Reconociendo que el maestro es un elemento clave en la formación de los valores y principios profesionales, y de su influencia y trasmisión del conocimiento tácito o explícito sobre sus alumnos, surge la importancia de conocer las actitudes que poseen hacia los valores y principios de la ética profesional.

### **Objetivo**

Identificar las actitudes hacia la ética profesional de los profesores de posgrado del Instituto Tecnológico de Sonora.

### *Pregunta de investigación*

¿Cuál es la actitud de los profesores de posgrado del Instituto Tecnológico de Sonora hacia las competencias de la ética profesional?

### *Definición de Variables*

#### *Constitutivas.*

*Actitudes hacia la ética profesional:* son tendencias relativamente durables de emociones, creencias y comportamientos orientados hacia las personas, agrupaciones,

ideas, temas o elementos determinados. Existe una influencia en las actitudes de las personas cuando la gente es importante en su vida, como también son los factores genéticos. En las organizaciones son importantes ya que como se sabe afectan el comportamiento de los individuos y por lo tanto de los trabajadores (Amorós, 2007).

*Nivel en que se clasifican los puntajes globales del instrumento.*

*Actitudes hacia el compromiso profesional:* Valoración del ejercicio de la profesión con la relación a la responsabilidad, solidaridad, respeto y honestidad.

*Actitudes hacia el desempeño profesional:* Valoración relacionada con la disposición hacia la formación y el ejercicio profesional.

*Actitudes hacia la satisfacción con el ejercicio de la profesión:* Valoración acerca de la satisfacción personal provocada por el ejercicio de la profesión.

### **Justificación**

Es necesario impulsar a la escuela a recuperar su papel como formadora de valores, pues su labor tiene que ser formativa y no sólo informativa, y los docentes deben reconocer el carácter valoral de su práctica. La cuestión de los valores representa un problema acerca de la responsabilidad humana y el significado del hombre en su interacción con el mundo que lo rodea, entre lo que es o lo que debería ser. Esto no sólo es un problema, sino es el problema por excelencia de los dilemas humanos en la actualidad (Cortes, Vélez, Pérez, Sánchez & Delgado, 2007)

González (2006) menciona que la importancia de la formación en valores y principios éticos contribuye a una cultura de paz y a la transformación de la sociedad, así como núcleo de la formación de la personalidad y que promueva aprendizajes orientados a posibilitar el ser, el hacer, el conocer, el convivir y el emprender. La formación en valores es uno de los principales retos para las universidades que deben priorizarlos en

los estudiantes para ejercer libremente y con responsabilidad personal y social su profesión Barba (2003).

Los docentes deben estar preparados para enfrentar los retos de la sociedad, esto debido a que son los principales actores de cambio en las universidades al tener la responsabilidad de formar y orientar a las nuevas generaciones de profesionistas (Espinoza de los Monteros & López, 2005; Arbesú, 2004, citados en Madueño, 2009). Por lo anterior, este estudio cobra importancia identificar las actitudes hacia la ética profesional de los maestros de posgrado del ITSON a fin de reflexionar sobre su práctica, profesionalismo, compromiso y responsabilidad con la formación del estudiante.

### **Método**

Se realizó un estudio descriptivo utilizando una metodología cuantitativa. La población estuvo integrada por 150 docentes de posgrado del ITSON que imparten materias en el periodo enero-abril de 2009. Se seleccionó muestreo representativo de 71 maestros de las unidades que impartieron materias en el tetramestre enero a abril 2009; de los cuales 21 (29.6%) son mujeres y 48 (70.4%) son hombres ubicados en cinco áreas de estudio. La edad promedio fue menos de 35 años en un rango de edad entre los 35 y 60 años.

Se utilizó el cuestionario de Valores Profesionales construido por Sánchez (s.f), y adaptado para la población mexicana por Hirsch (2005) para evaluar actitudes hacia la ética profesional del profesorado universitario, la autora reporta una confiabilidad de .96, y adecuada validez de contenido. Los reactivos son de escala tipo Likert con cinco opciones de respuesta en donde 0 significa totalmente en desacuerdo, 1 en desacuerdo, 2 indeciso, 3 en acuerdo y 4 totalmente en acuerdo. La versión original fue sometida a un análisis factorial por el método de rotación de componentes de Varimax para darle validez de constructo. Se extrajeron tres factores que explican el 44.5% de la varianza lo cual es aceptable para un instrumento de este tipo.

## **Resultados**

Para el análisis de los resultados se dividieron las actitudes en tres grados con relación a la media de las respuestas. Las medias que se encontraban entre 0 y 1 se definieron como actitudes negativas, las iguales a 2 como indefinidas y las de 3-4 positivas (Ver tabla 1).

Tabla 1. Porcentajes y frecuencia de los grados de la actitudes hacia la ética profesional por factor y globales.

Factor	Positivo		Indefinido		Negativo	
	F	Porcentaje (%)	F	Porcentaje (%)	F	Porcentaje (%)
Compromiso profesional	63	88.7%	3	4.2%	0	0%
Desempeño profesional	65	91.5%	2	2.8%	1	1.4%
Satisfacción con el ejercicio de la profesión	64	90.1%	1	1.4%	0	0%
Global	59	83.1%	0	0%	0	0%

$P \leq .05$

Se observó que la mayor parte de las respuestas evidencian actitudes positivas de los docentes tanto en los distintos factores como de manera global.

Para establecer si existieron diferencias en las respuestas de los docentes por factor se realizó una prueba de ANOVA los resultados evidenciaron que existieron diferencias entre los puntajes de los tres factores (Ver tabla 2).

Tabla 2. *Resultados de las comparaciones entre las dimensiones.*

	F	Gl	P
Traza de Pillai	3.519(a)	2.000	.036
Lambda de Wilks	3.519(a)	2.000	.036

$P \leq .05$

Se buscó establecer si los puntajes de algunos de los factores eran significativamente

mayores para lo que se utilizó el método de Bonferroni para realizar comparaciones múltiples. Se obtuvo que el factor Ética Profesional posee puntajes significativamente mayores que el factor Relaciones laborales-emocionales (ver Tabla 3).

Tabla 3. Comparación de los puntajes por factor.

Factor	Factor de comparación	Media	P
Compromiso profesional	Desempeño profesional	-.055	.596
	Satisfacción con el ejercicio de la profesión	-.107	.032
Desempeño profesional	Compromiso profesional	.055	.596
	Satisfacción con el ejercicio de la profesión	-.052	.836
Satisfacción con el ejercicio de la profesión	Compromiso profesional	.107	.032
	Desempeño profesional	.052	.836

P ≤ .05

De un total de 71 cuestionarios aplicados a los profesores de posgrado 51 de los docentes respondieron que sí debería existir una materia referente a la ética profesional para los alumnos de ITSON, mientras que 17 contestaron que no debe existir la materia, y 3 no respondieron.

## **Resultados**

A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio, se observa que al estudiar los factores de Compromiso profesional, Desempeño profesional y Satisfacción con el ejercicio de la profesión; en el primero de ellos, las actitudes son generalmente de carácter positivo lo que inclina a considerar que hay una mayor probabilidad de comportarse de un modo ético. Esto da pie a lo mencionado por Ramos (2006) quien realizó un estudio a docentes, en el cual se encontró que manifiestan una actitud positiva en cuanto a la ética y valores profesionales.

En el segundo de ellos, el profesorado muestra una actitud positiva, lo cual permite afirmar que existe una disposición en éstos por actualizarse lo cual es un buen punto de partida para el trabajo de las autoridades de la institución ya que se reporta en estudios realizados que las actitudes positivas de los docentes juegan un papel importante en la efectividad de cualquier programa que se implemente con los mismos (Valdés, Castillo & Sánchez, 2009).

Y en el último, de igual forma que las anteriores se encuentran en la muestra estudiada significativamente en un rango positivo; eso puede tener un impacto en el entendimiento entre las personas, en la resolución de problemáticas; Debravo (s. f.) asegura que las relaciones sociales y laborales elevan el desempeño profesional logrando una atmósfera de comprensión y sincero interés en el bien común.

Los profesores de posgrado piensan que sí debe existir una materia que trate la temática de ética profesional, esto para ofrecer una educación que complemente y respalde las necesidades sociales, además de traer beneficios en la formación de profesionistas capaces, íntegros y honestos. Hirsch (2009) afirma que las instituciones educativas tienen significativas funciones científicas, sociales y culturales en la construcción de la sociedad y respecto a los importantes cambios que se están produciendo en el mundo, sobre todo, cuando buscan entender y formular solución para los problemas.

Hubo una marcada diferencia a favor del compromiso que los profesores tienen hacia su profesión que lo que se encontró en su Desempeño y la Satisfacción que poseen, esto puede deberse tal vez a que el factor Compromiso Profesional posee puntajes significativamente mayores que el factor Desempeño Profesional y el factor Satisfacción con el ejercicio de la profesión.

## **Conclusiones**

A partir del presente estudio se concluye que:

Se encontró que los maestros de posgrado tienden una mayor actitud positiva hacia el compromiso profesional, así mismo hacia su desempeño profesional y también a lo relacionado con su satisfacción con el ejercicio de la profesión ya que actualmente los cursos en instituciones educativas que se ofrecen para completar niveles de estudios son considerados como indispensables para el ejercicio de determinadas profesiones, es por ello que se debe de elevar la calidad del ser humano al mismo tiempo.

Los docentes muestran una actitud positiva hacia su desempeño como profesionales, ya que la formación continua es vista por ellos como una necesidad para mantenerse actualizado y a su vez poder ofrecer una serie de servicios más profesionales.

El factor Compromiso Profesional posee puntajes significativamente mayores que el factor Desempeño Profesional y el factor Satisfacción con el ejercicio de la profesión, por lo que del compromiso profesional se deriva el desempeño profesional y la satisfacción con el ejercicio de la profesión ya que si uno no está motivado con su satisfacción no se tendrá el desempeño requerido y por ende el compromiso no será el mismo.

A pesar de que los maestros que participaron en el estudio imparten cursos a estudiantes que ya han pasado por el proceso formativo, que tienen una profesión y un trabajo estable, reconocen la necesidad y la importancia de la ética profesional.

Reestructurar la organización de ítem dentro de cada factor para alinearlos a la base teórica de la cual el instrumento fue construido.

De igual manera los docentes concluyen en su mayoría estar de acuerdo con la incorporación de una materia sobre ética profesional dentro del plan de estudios de posgrado.

## **Recomendaciones**

Finalmente, resta agregar una serie de recomendaciones derivadas del presente estudio: Para estudios posteriores que podrían surgir del presente estudio se sugiere abordar el trabajo con una metodología cualitativa donde se explore realmente cual es la deseabilidad social, deseos de superación o como se siente el profesor con relación a la ética profesional, a través de una entrevista o grupos de discusión donde arroje datos.

Asimismo, es conveniente que a partir de estudios como el que ahora se expone, se den orientaciones a los talleres, cursos, encaminados a fomentar o fortalecer las actitudes de los profesores hacia la ética profesional, su superación como profesionales, su desempeño; sin embargo es recomendable se desarrollen además, acciones de sensibilización a través de campañas empleando volantes, pláticas trípticos u otra estrategia como la elaboración de un manual de trabajo encargados de los programas de cualificación docente para que desarrollen en las materias todos los elementos de la ética profesional y se dé de manera transversal en todas las carreras.

El renombre de los factores es decir que es recomendable que el nombre que se le asigne a cada uno de los factores además de ser revisado como se dijo anteriormente se le asigne un nombre que vaya más de acuerdo a lo que se desea medir.

La incorporación de una materia sobre ética profesional dentro del plan de estudios o programa curricular..

## **Referencias**

- Amorós, E. (2007). Comportamiento organizacional. En Busca del Desarrollo de Ventajas Competitivas. Recuperado el 5 octubre de 2008, de <http://www.eumed.net/libros/2007a/231/35.htm>
- Barba, L. & Alcántar, A. (2003). Los valores en la formación Universitaria. Revista Reencuentro, 038.

- Banco Mundial ([BM] 2006). Las diez cosas que nunca se imaginó acerca del banco mundial. Recuperado el 12 de septiembre de 2008, de <http://digitalmedia.worldbank.org/tenthings/sp/1.php>
- Debravo, J. (s.f). Colección desarrollo personal y laboral. Relaciones Humanas. Recuperado el 26 de agosto de 2009, de [http://www.grupoice.com/esp/cencon/pdf/desarrollo/relaciones\\_humanas.pdf](http://www.grupoice.com/esp/cencon/pdf/desarrollo/relaciones_humanas.pdf)
- Espinoza de los Monteros, A. & López, M. C. (2005, enero). El docente y la implementación de las TIC en las instituciones de educación superior. Ponencia presentada en el VIII Foro Nacional de Investigación en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje. Nivel Medio Superior y Superior. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Formación Integral. (2009). Recuperado el 21 de marzo 2009 en la Universidad Veracruzana: <http://www.uv.mx/universidad/doctosofi/nme/formintegral.html>
- González, M. (2006). El trabajo docente-metodológico y de educación en valores en la universalización de la educación superior. Una experiencia cubana. Recuperado el 15 de mayo de 2009, de Universidad de Camaguey. Cuba: [http://www.fae.ufmg.br/estrado/cd\\_viseminario/trabalhos/eixo\\_tematico\\_3/el\\_trabajo\\_docente\\_met.doc](http://www.fae.ufmg.br/estrado/cd_viseminario/trabalhos/eixo_tematico_3/el_trabajo_docente_met.doc)
- González, V. (1999). El profesor universitario: ¿un facilitador o un orientador en la educación de valores? Recuperado el 7 de marzo de 2009, de <http://www.oei.es/valores2/viviana.htm>
- Hirsch, A. (2003). Elementos significativos de la ética profesional. Reencuentro. 038, 8-15. Consultado 16 febrero de 2009, de: <http://oai.redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?icve=34003802&iCveNum=5616>
- Hirsch, A. (2009). Vale la pena aprender ética profesional. Recuperado el 26 agosto de 2009, de <http://www.simposiumeducacion.iteso.mx/descargas/conferencia5.ppt>
- ITSON. Proceso de transformación de la gestión institucional en el ITSON 2001-2004, México. 2009, página 8, consultado desde: [http://www.amerieiaf.org.mx/3reuniondeverano/materiales/proceso\\_transf\\_gestion.pdf](http://www.amerieiaf.org.mx/3reuniondeverano/materiales/proceso_transf_gestion.pdf)
- ITSON (2008). El valor del modelo ITSON. Recuperado el 10 de septiembre de 2009, de <http://www.itson.mx/NuestraUniversidad/filosofiaitson/>

- ITSON. Valores. Recuperado el 11 de septiembre de 2009 de [http://biblioteca.itson.mx/oa/desarrollo\\_personal/oa6/valores/v002.htm](http://biblioteca.itson.mx/oa/desarrollo_personal/oa6/valores/v002.htm)
- Lafarga, J., Pérez Fernández, I. y Shlüter, H. L. (2001). Valores éticos. Lugar: editorial
- Madueño, M. L. (2009). Evaluación del desempeño docente. Manuscrito no publicado.
- Marcovitch, J. (2002). La universidad imposible. Madrid: Cambridge University Press. Recuperado febrero 2009 en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/140/14002406.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas ([ONU], 2002). Declaración universal de los derechos humanos 1948-1998. Recuperado el 22 de octubre del 2008, de <http://www.un.org/spanish/aboutum/hrights.htm>
- UNESCO, 2003. Estudio preliminar de los aspectos técnicos y jurídicos relacionados con la conveniencia de elaborar un instrumento normativo sobre la diversidad cultural. Recuperado el 17 de noviembre de 2008, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001297/129718s.pdf>
- Valdés, A., Castillo, E. y Sánchez, P. (2009). Percepción de docentes con respecto a la evaluación de su práctica. *Revista Investigación Educativa Duranguense*. 10, 36-45.

## **Capítulo XXI: Propuesta de un Modelo Andragógico para la Enseñanza de la Ética Profesional**

*Antelmo Castro-López<sup>1</sup>, María Cecilia Hernández Donnadiou<sup>1</sup>, Clara Isabel Gallardo Quintero<sup>1</sup>, Angélica Crespo Cabuto<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup>Profesores del Departamento de Educación  
Unidad Obregón Centro, Instituto Tecnológico de Sonora  
Cd. Obregón, Sonora, México. [acastral@itson.mx](mailto:acastral@itson.mx)

### **Resumen**

La profesión es una actividad social cooperativa e institucionalizada, cuya meta interna consiste en proporcionar a la sociedad un bien específico e indispensable para su supervivencia como sociedad (Cortina, 1997, 2000).

Las profesiones prestan un servicio ineludible a la sociedad, sus labores refieren a una acción social, cooperativa e institucionalizada que se ofrece organizadamente. Su influencia es esencial para el progreso de una comunidad, ya que los profesionistas proporcionan nuevas expectativas de vida a través de sus investigaciones, innovaciones tecnológicas, aportaciones para la mejora económica, entre otras.

*Se espera que la universidad, además de la formación profesional y científica, contribuya a la formación de las personas (Hirsch, 2007).* Por otra parte el profesor es la persona capaz de conducir y guiar científicamente el proceso de aprendizaje del estudiante hacia niveles superiores de desarrollo y de concientizar en el alumno que su ejercicio profesional debe estar orientado a la aplicación de los valores y principios de la ética profesional; por lo tanto el estudiante debe ser tratado bajo un esquema andragógico que permita darle sentido y significancia a la materia de Ética Profesional. Por ello se plantea el siguiente problema: ¿Qué debe hacer el profesor para la promoción de valores y principios de la ética profesional bajo los principios de la andragogía?

Con ello el objetivo que se persigue es establecer características del docente y las acciones didácticas basadas en los principios andragógicos para promover la ética profesional en la universidad. Lo cual se logra en base al método de investigación bibliográfica considerada como un sistema que orientado a la obtención de información contenida en documentos.

Como resultado, el presente trabajo propone un Modelo Andragógico para la Promoción de la Ética Profesional dirigido a los docentes universitarios. En el se integran tres áreas: ¿cómo deber ser el docente que imparte la materia de Ética Profesional? ¿Qué debe conocer? y ¿Qué debe hacer? y pone a consideración la aplicación de los principios andragógicos para la promoción de la ética profesional desde una perspectiva situada.

### **Antecedentes y marco de referencia**

El profesor por su formación profesional es la persona capaz de conducir y guiar científicamente el proceso de aprendizaje del estudiante hacia niveles superiores de desarrollo en la medida que cree los espacios de aprendizaje que propicien la formación de niveles cualitativamente superiores de actuación del estudiante (González, 1999).

Las instituciones educativas y por ende el docente que labora en ella tienen la obligación de preparar a personas para enfrentar la vida partiendo del valor cívico de la responsabilidad. El objetivo fundamental del proceso educativo es el fortalecimiento de la personalidad a través de la formación y desarrollo del aspecto moral, intelectual y físico, entre otros, con el propósito de formar personas de alta calidad humana, rescatando la enseñanza de principios y valores universales (Figueroa, 2000).

Para comprender con claridad el significado de la ética profesional, es importante conocer la etimología del concepto además de diferenciar entre la moral y la ética, para luego esclarecer el término profesión. El término ética se deriva del vocablo griego *ethos*, que significa morada o lugar. En la actualidad, la ética se define como la

disciplina filosófica que estudia el comportamiento moral del hombre en sociedad (Pernas, 2002).

El uso de la palabra ética y la palabra moral está sujeto a diversos convencionalismos y que cada autor, época o corriente filosófica las utilizan de diversas maneras. Pero para poder distinguir será necesario nombrar las características de cada una de estas palabras así como sus semejanzas y diferencias (López, 2000).

Características de la moral: la *moral* es el hecho real que encontramos en todas las sociedades, es un conjunto de normas a saber que se transmiten de generación en generación, evolucionan a lo largo del tiempo y poseen fuertes diferencias respecto a las normas de otra sociedad y de otra época histórica, estas normas se utilizan para orientar la conducta de los integrantes de esa sociedad.

Características de la *ética*: es el hecho real que se origina en la mentalidad de algunas personas, es un conjunto de normas a saber, principios y razones que un sujeto ha realizado y establecido como una línea directriz de su propia conducta. En los dos casos se trata de normas, percepciones, deber ser.

Atendiendo a lo anterior, la moral es un conjunto de normas que se transmiten generacionalmente dentro de una sociedad. Y la ética es un conjunto de normas que señalan el actuar del individuo por convicción propia.

La diferencia entre ambas radica en que la moral tiene una base social, es un conjunto de normas establecidas en el seno de una sociedad y como tal, ejerce una influencia muy poderosa en la conducta de cada uno de sus integrantes; en cambio la ética surge como tal en la interioridad de una persona, como resultado de su propia reflexión y su propia elección (Guerra, 2005). La moral son aquellas normas que median la conducta desde el

exterior o desde el inconsciente y por su parte la ética, interviene en el actuar de una persona desde su misma conciencia y voluntad.

Al mismo tiempo, la profesión es una actividad social cooperativa e institucionalizada, cuya meta interna consiste en proporcionar a la sociedad un bien específico e indispensable para su supervivencia como sociedad (Cortina, 1997, 2000).

Las profesiones prestan un servicio ineludible a la sociedad, sus labores refieren a una acción social, cooperativa e institucionalizada que se ofrece organizadamente. Su influencia es esencial para el progreso de una comunidad, ya que los profesionistas proporcionan nuevas expectativas de vida a través de sus investigaciones, innovaciones tecnológicas, aportaciones para la mejora económica, entre otras.

Sáez, Escarbajal y García (2000) plantean tres perspectivas (o paradigmas) del profesionalismo: 1) Tecnoacadémica. Se entiende como un proceso para mejorar la efectividad de la actividad, en busca de conseguir los resultados definidos institucionalmente. El criterio fundamental es la aplicación; 2) Humanista. Son espacios históricos en donde los profesionales se guían por valores éticos y códigos deontológicos, y; 3) Progresista o crítica. Se plantea como un proceso en el que los sujetos llegan a adquirir una comprensión crítica y reflexiva de las formas en que las estructuras políticas, sociales y económicas influyen en la profesión. De ese modo se convierten en potentes actores sociales, que buscan aminorar las desigualdades, hacer justicia y promover los derechos humanos.

Para Fernández y Hortal (1994), la ética profesional es la indagación sistemática acerca del modo de mejorar cualitativamente y elevar el grado de humanización de la vida social e individual, mediante el ejercicio de la profesión. La labor profesional implica una responsabilidad inherente con el desarrollo de la comunidad; por el hecho de ser un pilar económico, tecnológico y educativo desde el servicio que presta cada una.

La ética es un elemento imprescindible en la actividad profesional, que exige comprometerse con la sociedad en cuánto a la calidad en el servicio que se brinde; actitudes positivas ante el trabajo a realizar; mantenerse en constante actualización de tal manera que sea un engrane de apoyo para el perfeccionamiento de la misma. En la tabla 1 se presentan los elementos que componen la ética profesional.

Tabla 1. Principios y valores que componen la ética profesional.

	NOMBRE	DEFINICIÓN	REFERENTE TEÓRICO
Principios de la ética profesional	Subsidiaridad	El individuo tiene que hacer por su propia iniciativa y con sus solas fuerzas todo lo que pueda a favor del servicio a su profesión.	Samorano E. (2003)
	Beneficiencia	El profesionalista debe hacer bien las cosas para hacer bien a las personas mediante su actividad.	Hortal citado en García Benítez (2006) Hernández Baqueiro A., Constante y otros (2006)
	Autonomía	En este principio hay dos orientaciones: hacia el profesional y el cliente o usuario. Ambos son sujetos con derechos, el primero cuenta con libertad personal para tomar decisiones en el ejercicio de su profesión; el cliente por su parte requiere respeto a su opinión, creencias, preferencias y defensas de sus intereses.	Hortal citado en García Benítez (2006) Hernández Baqueiro A., Constante y otros (2006)
	Justicia	Defender las inequidades y asimetrías procediendo con justicia, cumplir con las obligaciones implícitas o explícitamente dentro del marco institucional público o privado.	Hortal citado en García Benítez (2006) Hernández Baqueiro A., Constante y otros (2006)
	No	Se refiere a no perjudicar ni	Hortal citado en

	maleficencia	hacer mal a otros, no manipularles, ni ejercer violencia sobre ellos, no violar sus derechos ni ignorarles como persona y no cometer injusticias privándoles de lo que les corresponde.	García Benítez (2006) Hernández Baqueiro A., Constante y otros (2006)
Valores ético profesionales	Responsabilidad	Desarrollar las funciones que corresponden, en un ambiente de colaboración, sin obstaculizar el desempeño de los demás.	Garza Treviño (2004)
	Solidaridad	Es la capacidad de reconocer la dignidad y derechos de todo ser humano, así como también, asumiendo su perspectiva mostrando actitud de apoyo a quienes lo necesitan compartiendo tiempo y recursos, ante la necesidad común y a tratar de solucionar sus problemas con la ayuda de todos.	Garza Treviño (2004) Hernández Baqueiro A., Constante y otros (2006)
	Respeto	Convivir con apertura y tolerancia hacia nuestros semejantes, aceptando las diferencias ideológicas de género, culturales, económicas o de cualquier otra índole.	Garza Treviño (2004)
	Libertad	Es la cualidad de la voluntad por la cual elegimos un bien con preferencia a otros.	Cocina Martínez y Solorio (1999)
	Competencia profesional	Exige que la persona tenga los conocimientos, destrezas y actitudes para prestar un servicio.	Hirsh (2003)
	Honestidad	Es la forma en la que se puede tener confianza sobre la veracidad de lo que se escucha y de la autenticidad de las acciones que se observan del profesionista.	Garza Treviño (2004)

---

Como se puede observar la tabla 1 permite identificar los principios y valores que se deben tomar en cuenta al momento de impartirla dentro de la universidad, los cuales son imprescindibles para el compromiso social de los profesionistas.

La materia de Ética Profesional cobra importancia en la universidad por los valores y principios que promueve, pero su enseñanza resulta poco significativa para los alumnos. Entiéndase que la materia impacta en la sociedad y no se debe ignorar que las decisiones de los estudiantes al cursar la universidad es con la intención de insertarse en el campo laboral y que biológicamente son personas adultas; por lo tanto el docente debe estar conscientes que los modelos pedagógico limitan su significancia y aplicabilidad en contextos reales. Es importante entonces que el docente considere los principios de modelos andragógicos en la enseñanza de la Ética Profesional.

El término andragogía fue utilizado por el alemán Alexander Kapp, en 1833 y se define como el arte y la ciencia *de ayudar a adultos a aprender* (Knowles, 1970). A principios del siglo XX, se retoma el concepto por Eugen Rosenback para referirse al conjunto de elementos curriculares propios de la educación de adultos, como son: filosofía, profesores y métodos. Incluso la UNESCO retoma el término de Andragogía para referirse a la educación de los adultos en sustitución de pedagogía de adultos.

La andragogía se desarrolla a través de una praxis fundamentada en los principios de participación y horizontalidad; cuyo proceso, al ser orientado con características sinérgicas por el facilitador del aprendizaje, permite incrementar el pensamiento, la autogestión, la calidad de vida y la creatividad del participante adulto, con el propósito de proporcionarle una oportunidad para que logre su autorrealización (Alcalá, 2008).

Los adultos, en la mayoría de los casos, cuentan con metas claramente definidas y buscan aprender lo que necesitan saber o poder hacer para cumplir su papel en el trabajo o en la sociedad aplicando inmediatamente los contenidos y habilidades adquiridas.

Entonces el modelo andragógico puede ser una propuesta para lograr que los estudiantes otorguen un significado a la materia de ética profesional.

### **Problema**

La educación en general pretende incrementar el potencial del ser humano, no solo como un ser productivo sino como un ser social que convive y se desarrolla en un entorno compartido con sus semejantes.

La universidad es uno de los niveles clave en la enseñanza de la ética y *se espera que además de la formación profesional y científica, contribuya a la formación de las personas* (Hirsch, 2007). Una de las funciones de las instituciones de educación superior es promover en sus estudiantes la adquisición de conocimientos y habilidades necesarios para prestar un servicio oportuno y comprometido en una determinada parte de las actividades ocupacionales profesionalizadas que atienden algún aspecto individualizado de la vida humana (Fernández & Hortal, 1994).

Aún conociendo esta perspectiva, las universidades no incluyen en su currícula áreas de valores como elemento fundamental. Paradójicamente, los profesionales como los estudiantes universitarios se ven envueltos en situaciones a las que tienen que responder o resolver anteponiendo sus valores éticos. Suelen darse por ejemplo, los desacuerdos entre profesionales de una determinada carrera sobre qué es justo, o pueden presentarse conflictos de valores externos a la profesión respecto a personas, instituciones, la sociedad, otras profesiones, etcétera.

Rodríguez-Izquierdo (citado en Fernández & Hortal, 1994) divide las tareas universitarias en: *Claustro*, centra el papel de la universidad en la creación y desarrollo de la ciencia, y *Palestra*, la universidad también se cuestiona acerca de su utilidad para la sociedad. No son excluyentes, pero ponen acentos distintos sobre el quehacer universitario.

Tomando en cuenta lo anterior y recordando la historia de la educación se resalta una vez más que la escuela evoluciona junto con el contexto donde esté inmerso, y uno de los objetivos que plantea es solventar las necesidades de la sociedad, partiendo de esta para emprender nuevos proyectos con la finalidad de engrandecer la mejora de la misma.

Sáez, Escarbajal y García (2000) afirman que existe una crisis del conocimiento profesional relacionada con la formación. El principal argumento radica en afirmar que el conocimiento, a partir del cual se forma el profesionista, no es de utilidad para resolver los problemas que surgen en los ámbitos laborales.

Esto alude a la inexistencia de un área específica dentro de la currícula, donde se planteen tareas o actividades para el alumno durante su formación profesional que refuercen y forjen actitudes éticas con un alto grado de madurez *valoral*.

Los principales problemas de las complicadas relaciones culturales son la preponderancia de unas culturas sobre otras, la asimilación, exclusión y marginación. (Hernandez & otros, 2006). La ética ha tomado diversas perspectivas a través del tiempo, y en la actualidad su importancia ha tomado mayor fuerza, pues se encuentra inmersa en el diario vivir de la sociedad contemporánea.

En cuanto a la diversidad cultural, la ética se ve reflejada en los comportamientos, que son relativos a los espacios culturales en donde emergen y se desarrollan; es por eso que los planteamientos éticos no son unívocos y absolutos, sino que hacen alusión a la pluralidad propia del género humano y a la posibilidad reflexiva desde diferentes perspectivas. (Hernández & otros, 2006).

La UNESCO consciente de lo trascendental de este tema demanda para que se dé una respuesta universal a los problemas éticos; resolviendo que es necesario y conveniente que la comunidad internacional establezca principios universales que sirvan de

fundamento para una respuesta de la humanidad a los dilemas y controversias cada vez mas numerosos que la ciencia y la tecnología plantean a la especie humana y al medio ambiente.

Dada esta situación, es inminente la necesidad de generar una propuesta para construir un hombre consciente, reflexivo, justo, responsable, cooperativo y con sentido moral que dé expresión a principios éticos. Pero esta posibilidad, no se puede dar sin la participación activa de la universidad, puesto que el papel de la universidad es claro, tiene como objetivo la formación integral del alumno, no sólo la enseñanza técnica. Por lo que es un gran reto, este se debe enfrentar tomando en cuenta las demandas sociales.

Desde la universidad, se debe fomentar en los estudiantes la capacidad de conocer su profesión desde diferentes ángulos y profundizar en la formación de los valores implicados en el futuro ejercicio profesional. Para esto, es necesario que se revise la formación de los profesionales en, al menos, dos campos: (1) la preparación para el ejercicio profesional y (2) la formación o educación ética para que esa preparación teórica-técnica suponga un ejercicio profesional responsable que conlleve beneficios para la comunidad (García López, 2006 citado en Canto, 2009).

En el caso del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) se trabaja bajo el modelo por competencia, utilizando una serie de estrategias que pudieran ser similares a las propuestas por el modelo andragógicos, sin embargo, no se consideran las características, las necesidades, ni los estilos del aprendizaje propios del adulto. Por lo que se requiere una propuesta que contemple la enseñanza de los estudiantes universitarios bajo las premisas andragógicas: el adulto es un ser en situación, el adulto debe aprender a aprender, el adulto necesita aprender a reaprender y aprender a desaprender. Ante esta problemática y como responsables de la educación *¿cuál es la propuesta que se le plantea al docente para la promoción de valores y principios de la ética profesional bajo el modelo andragógicos?*

## **Objetivo**

Establecer características del docente y las acciones didácticas basadas en los principios andragógicos para promover la ética profesional en la universidad.

## **Método**

A fin de presentar información de acuerdo a los intereses planteados en este trabajo, se recurrió al método de investigación bibliográfica porque se considera como un sistema que orienta para obtener información contenida en documentos (López de Prado, 2000). En sentido más específico, porque se emplea para localizar, identificar y acceder a aquellos documentos que contienen la información pertinente para la investigación; explora qué se ha escrito en la comunidad científica sobre un determinado tema o problema (Investigación Bibliográfica, s.f.).

Para la búsqueda de información, se consideró el siguiente procedimiento:

*Definir el tema:* Identificar la temática que se tratará.

*Definición del problema:* Establecer cuál es la pregunta a resolver con la investigación.

*Marco teórico:* Llevar a cabo la fundamentación teórica que sustenta la investigación.

Dicha investigación bibliográfica, permitirá ver qué se ha escrito sobre la andragogía, trazar un proyecto que estableciera las temáticas específicas, los motores de búsqueda y tipos de fuentes de consulta; ejecutar lo proyectado y exponer los resultados por escrito. En el caso de este estudio se analizaron documentos referentes a la temática que ayudaron a identificar los principios que rigen el modelo andragógico.

## **Resultados**

Los resultados obtenidos a partir del método de investigación bibliográfica realizado establece que las universidades no deben olvidarse que cada profesión, está orientada al servicio de la sociedad, la cual debe incluir la reflexión sobre la razón de ser; por tanto la

educación es un proceso que requiere de bases sólidas para que se implemente de manera efectiva, para ello, se cuenta con teorías, métodos, estrategias, técnicas, entre otras tantas herramientas; pero un aspecto de gran relevancia para obtener resultados positivos en enseñanza aprendizaje, es a quién va dirigida, en el caso de la universidad específicamente, está dirigida a adultos; por lo que los docentes deben partir de los siguientes supuestos teóricos: 1) La parte medular del proceso formativo de los estudiantes es su preparación profesional. 2) Los estudiantes al elegir su carrera quieren aprender todo lo que se refiere a ella. 3) Certificar sus estudios es el “valor agregado” que los estudiantes pueden lograr, antes de egresar de la licenciatura. 4) Los estudiantes universitarios ponen en juego todos sus recursos para aprender lo que necesitan y asegurar que han aprendido lo suficiente para incorporarse al mundo formal del trabajo. 5) El estudio autodirigido es una alternativa para aprender para la vida y durante toda la vida.

Indudablemente el docente que desee fomentar la ética profesional desde una perspectiva más activa, que desarrolle en el estudiante el deseo de aplicarla en situaciones cotidianas de su contexto, requiere hacerlo de manera significativa, esto puede lograrlo a través de la aplicación de los principios andragógicos.

En este apartado se hace una propuesta de modelo que debe considerarse en las universidades para la enseñanza de la ética. Este considera tres elementos que el docente bajo un enfoque por competencia debe desarrollar: ser, conocer y hacer.



Figura 1. Propuesta de un Modelo andragógico para la promoción de la ética profesional.

### ¿Cómo debe Ser?

El profesorado universitario se debe ver como educador y trasmisor de valores relacionados con la ciencia, el saber, el saber hacer, el saber vivir y el saber ser (García-López, 2006).

El docente requiere ser un modelo a seguir, que le permita hacer juicios profesionales, presentar conductas reflexivas que deriven la toma de decisiones basadas en virtudes morales y se apeguen a un código profesional de conducta (Lumpkin, 2008).

Para lograr que el docente sea un modelo a seguir Krishnaveni y Anitha (2007) proponen que el educador debe poseer ciertas características, en el cual se identifican tres grandes esferas de la esencia del ser docente: destreza, preocupación por los demás y preocupación por uno mismo.

### **¿Qué debe Conocer?**

El conocer es otro elemento que el docente requiere poseer tanto para la enseñanza de la ética como para la enseñanza en general, el principal es mantenerse actualizado en conocimientos de su área, así como el dominio de las técnicas y metodologías propias de su campo, habilidades sociales y metodologías para transmitir adecuadamente sus conocimientos y por último debe tener la capacidad de desempeñar su función desde el compromiso ético que supone ejercer una profesión que implica terceros. (García-López, 2006).

Como se aplico en los maestros o donde se demuestra a través de una investigación.

### **¿Qué debe Hacer?**

Una vez que el docente sabe cómo ser y qué conocer, el siguiente paso es qué hacer. Este elemento consisten en las funciones que desempeña el profesorado universitario: (1) la formación integral del universitario, (2) formar a jóvenes para que sean sujetos conscientes y activos en la comunidad a la que pertenecen y (3) promover un conocimiento solidario que busque justicia. (García-López, 2006). Esto lo va a lograr asumiendo el papel del andragogo, es decir, el formador; que es el facilitador del proceso, el que hace posibles las interacciones interpersonales y organiza la actividad educativa, y que puede ser, además consultor, transmisor de informaciones, agente de cambio, tutor, entre otras. Sus principales características son: tener claras y siempre presentes las necesidades de aprendizaje de sus educandos, ocupar un rol de facilitador del aprendizaje, establecer relaciones interpersonales con su grupo para lograr identificar positivamente sus características, aceptar al grupo como un conjunto de fuentes para el aprendizaje, promoviendo el descubrimiento y reconocimiento del bajage de los participantes, ser abierto y flexible para hacer adecuaciones al programa Ubicarse como una fuente de conocimientos, experiencias e informaciones, aceptar que el educando adulto es capaz de manifestar la autoevaluación, formar parte activa del grupo de adultos

y como un agente de cambios, facilitar situaciones de aceptación, reconocimiento y participación entre los participantes del grupo, considerar y respetar las diferencias individuales de cada participante, promover la transferencia de los aprendizajes hacia la vida cotidiana de cada uno de sus participantes.

Para la correcta aplicación de este modelo se propone que el docente debe atender los principios andragógicos, lo cual amplía el margen de éxito del mismo, estos principios son:

La Participación, en este el estudiante debe asumir un papel activo, que contribuya a su aprendizaje a partir de las experiencias del resto de los participantes.

La Horizontalidad, el docente debe tener en cuenta que comparte características similares con sus estudiantes y en muchas ocasiones el bagaje con que cuenta es muy amplio por lo que debe crear un clima de confianza para aprovechar los saberes del estudiante; esto permite aprender en ambas direcciones.

La Flexibilidad, el docente debe tomar en cuenta que el estudiante adulto tiene un grado de responsabilidad mayor, requiriendo utilizar la empatía para comprender la serie de problemas que lo pueden aquejar.

### **Conclusiones**

La educación es un reto y una tarea esencialmente moral, puesto que los alumnos lleguen a ser aquello que están llamados a ser como hombres y como profesionales, es una de las responsabilidades más serias que cualquier profesional puede tener en sus manos (Agejas, Parada, 2007).

De Vicente y otros (2004), mencionan que la universidad tiene, entre uno de los objetivos fundamentales, formar profesionales. La profesión incluye además de

competencias (teóricas y prácticas), una conducta profesional ética, como normalmente demandan. Los profesionales cuyo está a cargo la universidad, deben poseer, junto a la base del conocimiento para el ejercicio profesional, los principios éticos y estándares morales que garantizan un mejor servicio.

Para lograr esto es necesario que la universidad trate a sus estudiantes como adultos, por lo que la utilización del modelo andragógico viene a consolidar la enseñanza de la ética desde un punto de vista significativo y aplicable a su contexto.

Por último es importante considerar la interrelación entre la ética y elementos andragógicos al diseñar programas de curso. Según Calderón (1998), al elaborar un programa de estudios dirigido a adultos, se debe tomar en cuenta:

**La Ejercitación:** Se recuerda con mayor claridad y por un espacio mayor de tiempo lo que se ha repetido y ejercitado, sobre todo vinculado con la solución de una actividad práctica, pues ello eleva el nivel de motivación de las personas. Por ello los métodos que se seleccionen para ejecutar los programas de estudio, deben asegurar la participación activa de los estudiantes.

**Efecto:** Las experiencias asociadas con resultados satisfactorios son mejor comprendidos y memorizados que los asociados a un fracaso. No se aprende mejor si constantemente se demuestra la incapacidad de los individuos. Por eso los objetivos deben formularse acorde con las posibilidades de cumplirlos y que permitan a través de ellos manifestar potencialidades y desarrollar capacidades.

**Primacía:** Por producir la primera experiencia una impresión más fuerte e imborrable que las sucesivas es importante enfocar los contenidos desde ese ángulo. En esta ley tiene su origen la máxima de que es más fácil enseñar que borrar lo aprendido.

Intensidad: Todo aprendizaje debe asociarse a vivencias que provoquen un impacto emocional puesto que enseñan más. Las experiencias rutinarias y monótonas hacen que decaiga el interés y con ello se entorpece el aprendizaje.

Utilidad: Los conocimientos aprendidos y las capacidades desarrolladas son mejor recordadas y consolidadas si está asociadas a las actividades que posteriormente realizarán los estudiantes durante el ejercicio de su profesión.

### **Referencias**

- Agejas & Otros. (2007). La enseñanza de la ética profesional en los estudios universitarios. *Revista Complutense de Educación*. Recuperado el día 22 de febrero de 2009 de: <http://revistas.ucm.es/edu/11302496/articulos/RCED0707220067A.PDF>
- Balmes, J. (2000). *Ética*. Editorial elalph Editorial. Documento consultado el día 22 de febrero de 2009 en: <http://www.e-libro.net/E-libro-viejo/gratis/etica.pdf>
- Berumen, O. (2005). *Ética del ejercicio profesional*. Editorial CECSA. México.
- Cabrera, A. (2006). *Andragogía: disciplina necesaria para la formación de directivos?* Gestipolis. Recuperado el día 23 de febrero de 2009 de: <http://www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/rrhh/andragogia.htm>
- Calderón Córdova, H. 1995. *Manual para la administración del proceso de capacitación de personal*. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, México, D.F., p.18. Citado por Cabrera, J. A. (2003), en *Sistema Integrado de Diagnóstico, Superación y Entrenamiento de Directivos*, p: 6-7
- Canto & otros (2009). *Ética en la universidad: conceptos y enfoques*. Primera edición. Unas letras editorial. México.
- Franca, O. (2002). *Introducción a la ética Profesional*. Biblioteca Virtual de ética. Documento consultado el día 22 de febrero de: [www.ucu.edu.uy/.../Etica/.../1Los%20Fundamentos%20de%20la%20Etica/IMPORRTANCIA%20DE%20LA%20ETICA%20HOY.doc](http://www.ucu.edu.uy/.../Etica/.../1Los%20Fundamentos%20de%20la%20Etica/IMPORRTANCIA%20DE%20LA%20ETICA%20HOY.doc)
- Fuenmayor, L. (2004). *¿Por qué la ética en nuestros tiempos?*. *Revista Vezvolana de Educación educere*. Recuperado el día 22 de febrero de 2010 de: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/356/35602516.pdf>

- Hernández & Otros (2006). *ÉTICA. Actual y Profesional*. Editorial Thomson. México.
- Hirsch, A. (2005). *Construcción de una escala de actitudes sobre ética profesional*. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 7 (1). Consultado el día 22 de septiembre de 2007, en: <http://redie.uabc.mx/vol7no1/contenido-hirsch.html>
- López-Zavala, R. (2000). *Educación y Cultura Global*. México: Universidad Autónoma de Sinaloa.
- López S. & Aguirre I. (2007). La enseñanza de la ética en las Universidades Latinoamericanas. Asociación Latinoamericanas de Facultades y Escuelas de Contaduría y Administración. Recuperado el 23 de febrero de 2010 de: <http://www.alafec.unam.mx/mem/reptom/PonenciaCentral.pdf>
- Olivé, L. (S.F). *Ética aplicada a las ciencias naturales y tecnología. Cuestiones éticas de la ciencia y tecnología en el siglo XXI*. ISBN 84-9742-190-6. pags. 181-224.
- Pérez, M. (2004). La enseñanza de la ética y deontología de la información en los estudios universitarios de biblioteconomía y documentación. Textos universitarios de bibliotecario y documentación. Recuperado el día 19 de febrero de 2010 de: <http://www.ub.es/bid/13pulid2.htm>
- Zamorano, E. (2003). *Ética Profesional. El tercer cartero*. Instituto Mexicano de Contadores Públicos. México.

## ÍNDICE DE AUTORES

### **A**

Acosta Quintana, María Paz Guadalupe	<b>10, 29, 52, 77, 299</b>
Acosta Quiñonez, Ana Gabriela	<b>299</b>
Alarcón Ruiz, Nayeli Guadalupe	<b>265</b>
Alcaraz Valdez, Hilda Verónica	<b>29</b>
Alday Flores, Edith Icela	<b>10</b>
Álvarez Bernal, Claudia	<b>135, 285</b>
Angulo Armenta, Joel	<b>318</b>
Ansaldo Leyva, Julio César	<b>215</b>
Arellano González, Alejandro	<b>197, 337, 356</b>

### **B**

Barra Cota, Miguel Ángel	<b>387</b>
Beltrán Esparza, Luz Elena	<b>151, 197, 234</b>
Beltrán Ibarra, Astrid Fabiola	<b>77</b>
Bringas López, María Rocío Selene	<b>52</b>

### **C**

Cano Carrasco, Adolfo	<b>151, 215, 234, 356</b>
Carballo Mendivil, Blanca	<b>337</b>
Carrillo, William	<b>120</b>
Castillo Rodríguez, Alfredo	<b>337</b>
Castro López, Antelmo	<b>371, 387, 401</b>
Castro Robles, Alejandra Isabel	<b>234</b>
Conant Pablos, Marco Antonio	<b>151, 234</b>
Coronado Soto, Enedina	<b>10, 29, 53, 77, 120</b>
Crespo Cabuto, Angélica	<b>401</b>
Curiel Morales, Rosa María	<b>285</b>

### **D**

De la O López, Jesús Raúl	<b>109</b>
---------------------------	------------

### **E**

Encinas Martínez, Pablo	<b>356</b>
Encinas Pablos, Francisco Javier	<b>215</b>
Espinoza Arias, María Elena	<b>109</b>

### **F**

Fornés Rivera, René Daniel	<b>151, 234, 356</b>
----------------------------	----------------------

### **G**

Gallardo Quintero, Clara Isabel	<b>401</b>
García Muela, Juana María Luisa	<b>135, 285</b>
González Castro, Isolina	<b>135</b>
González Valenzuela, Elizabeth	<b>197, 337</b>

<b>H</b>	
Hernández Donnadiou, María Cecilia	<b>371, 401</b>
Hernández Izquierdo, Amanda	<b>135</b>
Hernández Ponce, Oscar Ernesto	<b>135</b>
Hernández Valenzuela, Yaheli	<b>29</b>
<b>I</b>	
Ibarra Barrientos, Alan Paulino	<b>285</b>
Ibarra Ceceña, María Guadalupe	<b>180</b>
<b>L</b>	
Lizardi Duarte, María del Pilar	<b>10, 29, 52, 77, 109, 120, 299</b>
Lugo Gutiérrez, Cynthia Carolina	<b>197</b>
<b>M</b>	
Montes Hermosillo, Sara	<b>10</b>
Moroyoqui Rodríguez, José Antonio	<b>77</b>
Mortis Lozoya, Sonia Verónica	<b>318</b>
<b>N</b>	
Naranjo Flores, Arnulfo Aurelio	<b>10, 29, 52, 77, 299</b>
<b>O</b>	
Osorio Sánchez, Mucio	<b>215</b>
<b>P</b>	
Peralta García, Julia Xóchilt	<b>215</b>
Portugal Vásquez, Javier	<b>10, 29, 52, 77, 109, 120, 299</b>
<b>Q</b>	
Quezada Siqueiros, Yuliana Guadalupe	<b>299</b>
<b>R</b>	
Ramírez Cárdenas, Ernesto	<b>10, 135, 285</b>
Ríos Vázquez, Nidia Josefina	<b>197, 337, 356</b>
Rivas Navarro, Amanda María	<b>318</b>
Rodríguez Hernández, Rafael Arturo	<b>151</b>
Rojas Tenorio, Javier	<b>215</b>
Rosas Salas, Martha	<b>10, 29, 52, 77, 120, 299</b>
Ruedaflores Medrano, Carlos Rafael	<b>285</b>
<b>S</b>	
Sambrano Osuna, Jessica Jazmín	<b>318</b>
Serna Antelo, María Lorena	<b>265</b>
<b>T</b>	
Torres Acuña, Gisela Margarita	<b>265</b>

Torres Garaygordobil, Alberto	<b>197</b>
<b>U</b>	
Uribe Duarte, Alberto	<b>151, 234</b>
<b>V</b>	
Valdés Cuervo, Ángel Alberto	<b>265, 318</b>
Valdez Juárez, Luis Enrique	<b>135</b>
Vázquez García, Mario Alberto	<b>135</b>

*“Agregando + Valor a un mundo globalizado”* se terminó de editar en junio de 2010 en el Instituto Tecnológico de Sonora, en Ciudad Obregón, Sonora, México.

El tiraje fue de 300 CD más sobrantes para reposición.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA**  
Educar para Trascender