

# Análisis Dimensional Difuso Intuicionista para la Selección de Personal

Luis A. Pérez Domínguez M.C<sup>1</sup>, Dr. Alejandro Alvarado Iniesta<sup>2</sup>,  
Dr. Jorge L. García Alcaraz<sup>3</sup> y Dra. Delia J. Valles Rosales<sup>4</sup>

**Resumen**— La globalización exige a las empresas contemplar al factor humano como una ventaja competitiva; por lo que, el problema que involucra la selección efectiva de personal toma gran importancia. La selección de personal es una actividad que se enfoca a seleccionar al mejor candidato para cubrir una posición vacante. Así mismo, dada la naturaleza de incertidumbre, ambigüedad y complejidad del proceso de selección, este es considerado como un problema multi-criterio, dado que requiere la evaluación de diferentes criterios para tomar la mejor decisión. En este sentido, el presente trabajo se enfoca en la implementación de Análisis Dimensional Difuso Intuicionista para la selección de personal. Donde cada una de las opiniones de los decisores son modeladas con números difusos intuicionistas. Un caso de ilustración es desarrollado con la intención de explicar la metodología propuesta y demostrar que el método es aplicable para la selección de personal.

**Palabras clave**— Selección de Personal, Análisis Dimensional, Conjuntos Difusos Intuicionistas.

## Introducción

El factor humano puede representar una ventaja competitiva para las empresas ante las exigencias de la globalización. En este sentido, la actividad de selección de personal en el campo de la administración de recursos humanos juega un rol significativo en el momento de seleccionar al mejor candidato para cubrir una posición vacante (Reza et al. 2013; Lin, 2010). Yu et al. (2013) indican que la selección de personal es una actividad relevante porque puede influir de forma estratégica en la reducción de costos operacionales de cualquier organización.

La selección de personal involucra información compleja e imprecisa; además, recurre a evaluar diferentes criterios para tomar la mejor decisión acerca de elegir al mejor candidato. Baležentis et al. (2012) reportan que el uso de métodos multi-criterio puede lidiar con el problema de selección de personal. Zhang & Liu (2011) mencionan que la selección de personal, dado su naturaleza, puede ser descrito como un problema multi-criterio.

Así mismo, Chai et al. (2013) y Afshari et al. (2011) afirman que las técnicas multi-criterio más reportadas en la literatura son las metodologías de AHP (analytic hierarchy process) y TOPSIS (technique for order of preference by similarity to ideal solution), ANP (analytic network process), y Sistemas Expertos. Siendo estas de las más populares o preferidas por los tomadores de decisiones. Mammadova & Jabrayilova (2014) reportan que existe la necesidad imperante de aplicar nuevas tecnologías inteligentes que ayuden en la toma de decisiones para resolver problemas del área de recursos humanos, especialmente cuando se trata de seleccionar al personal. Liou et al. (2014) reportan que las hibridaciones de técnicas multi-criterio mayormente desarrolladas son aquellas que implican el uso de conjuntos difusos clásicos (CD) desarrollados por Zadeh en 1965. Esto debido a su capacidad de poder lidiar con información parcial o imprecisa; además, de ser utilizados para representar criterios cualitativos. Sin embargo en los últimos años, los conjuntos difusos intuicionistas (CDI) han ganado bastante popularidad, se podría decir que reemplazando a los CD clásicos, debido a su mayor capacidad de lidiar con información vaga y en ambientes de incertidumbre (Aloini, Dulmin, & Mininno, 2014).

Análisis Dimensional (AD) es una conocida técnica que ha sido empleada en el proceso de toma de decisiones particularmente para la selección de alternativas bajo naturaleza multi-criterio (Willis et al. 1993; García et al. 2012). AD [ecuación (1.1)] determina un índice de similitud entre las alternativas en evaluación con respecto a una solución artificial (solución ideal). La alternativa que obtenga un índice más cercano a 1 es entonces considerada la mejor alternativa. En el presente documento se propone una hibridación del método de Análisis Dimensional con Conjuntos Difusos Intuicionistas (IFDA) para la toma de decisiones multi-criterio aplicado a un caso de selección de personal.

<sup>1</sup> Luis A. Pérez Domínguez MC es Estudiante del Doctorado en Ciencias en Ingeniería en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua. [luis.dominguez@uacj.mx](mailto:luis.dominguez@uacj.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Dr. Alejandro Alvarado Iniesta es Profesor Investigador en Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. [alejandro.alvarado@uacj.mx](mailto:alejandro.alvarado@uacj.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Jorge Luis García Alcaraz, es Profesor Investigador en Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. [jorge.garcia@uacj.mx](mailto:jorge.garcia@uacj.mx)

<sup>4</sup> La Dra. Delia J. Valles Rosales es Profesora Investigadora de *New Mexico State University*, Las Cruces, NM. [dvalles@nmsu.edu](mailto:dvalles@nmsu.edu)

$$IS = \sqrt[w]{\prod_{j=1}^m \left\{ \frac{x_j^i}{s_j} \right\}^{w_j}} \quad (1.1)$$

Donde:

$IS$  = es el índice de similitud

$S_j$  = es el valor de la solución ideal para el criterio  $j$

$x_j^i$  = es el valor del criterio  $j$  para la alternativa  $i$

$w_j$  = es el peso normalizado para el criterio  $j$ , donde,

$$W = \left| \sum_{j=1}^m w_j \right|$$

### Descripción del Método

Se considera la existencia de un conjunto de alternativas (Candidatos) a evaluar. Donde  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_i, \dots, c_n\}$  describe el conjunto de Candidatos y  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_m\}$  representa el conjunto de criterios a evaluar. El procedimiento a desarrollar es el siguiente.

**Paso 1.** Crear un grupo de decisores y determinar la importancia de cada uno.

Donde  $DM = \{DM_1, DM_2, \dots, DM_k, \dots, DM_l\}$  representa el conjunto de Tomadores de Decisiones (DMs). La importancia de cada uno de los DMs es calificada utilizando un término lingüístico, el cual está representado por un número difuso intuicionista. En el Cuadro 1.1 muestra el término lingüístico y su correspondiente número difuso intuicionista.

Término Lingüístico	IFN $(\mu, \nu, \pi)$
Beginner (B) / Very Unimportant (VU)	{0.1,0.9,0}
Practitioner (Pr) / Unimportant (U)	{0.35,0.6,0.05}
Proficient (Pt) / Medium (M)	{0.5,0.45,0.05}
Expert (E) / Important (I)	{0.75,0.2,0.05}
Master (M) / Very Important (VI)	{0.9,0.1,0}

Cuadro 1. 1. Término lingüístico para evaluar la importancia de DMs y Criterios

$DM_k = \{\mu_k, \nu_k, \pi_k\}$  es un número difuso de la calificación del  $k$ th DM. Entonces, decimos que el peso correspondiente del  $k$ th DM es calculado usando la siguiente expresión matemática reportada por Boran et al. (2009),

$$\lambda_k = \frac{\left( \mu_k + \pi_k \left( \frac{\mu_k}{\mu_k + \nu_k} \right) \right)}{\sum_{k=1}^l \left( \mu_k + \pi_k \left( \frac{\mu_k}{\mu_k + \nu_k} \right) \right)} \quad (1.2)$$

Donde  $\lambda_k \geq 0$  y  $\sum_{k=1}^l \lambda_k = 1$

**Paso 2.** Determinar la importancia de los criterios a considerar mediante la evaluación y agregación de opiniones de los DMs.

Usualmente, todos los criterios no pueden asumir la misma importancia y los DMs pueden tener diferente opinión de un mismo criterio. Además, todas las opiniones deben ser agregadas. Los términos lingüísticos del Cuadro 1.1 son usados en este paso para calificar la importancia de cada criterio dada por todos los DMs.

Entonces  $w_j^{(k)} = \{\mu_j^{(k)}, \nu_j^{(k)}, \pi_j^{(k)}\}$  es un número difuso intuicionista asignado al criterio  $x_j$  por el  $k$ th DM. Así, la importancia de los criterios son obtenidos mediante la integración de las opiniones por el operador IFWA (Intuitionistic Fuzzy Weighted Average, por sus siglas en inglés) propuesto por Xu (2007),

$$\begin{aligned} w_j &= IFWA(w_j^{(1)}, w_j^{(2)}, \dots, w_j^{(k)}, \dots, w_j^{(l)}) \\ &= \lambda_1 w_j^{(1)} \oplus \lambda_2 w_j^{(2)} \oplus \dots \oplus \lambda_k w_j^{(k)} \oplus \dots \oplus \lambda_l w_j^{(l)} \\ &= \left[ 1 - \prod_{k=1}^l (1 - \mu_j^{(k)})^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^l (\nu_j^{(k)})^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^l (1 - \mu_j^{(k)})^{\lambda_k} - \prod_{k=1}^l (\nu_j^{(k)})^{\lambda_k} \right] \quad (1.3) \end{aligned}$$

Donde  $w_j = \{\mu_j, \nu_j, \pi_j\}$  y  $W = \{w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_m\}$

El peso correspondiente exacto a cada criterio es calculado entonces con la siguiente ecuación:

$$w_j = \frac{\left(\mu_j + \pi_j \left(\frac{\mu_j}{\mu_j + \nu_j}\right)\right)}{\sum_{j=1}^m \left(\mu_j + \pi_j \left(\frac{\mu_j}{\mu_j + \nu_j}\right)\right)} \quad (1.4)$$

Donde  $w_j \geq 0$  y  $\sum_{j=1}^m w_j = 1$

**Paso 3.** Construir la matriz de decisión IFS agregada que representa las evaluaciones basadas en las opiniones de los DMs para cada una de los candidatos  $c_i$ .

Donde  $R^{(k)} = (r_{ij}^{(k)})_{n \times m}$  es la matriz de decisión intuicionista de cada DM. La Tabla 1.2 muestra el término lingüístico usado para cada una de las alternativas de acuerdo a cada criterio.

Linguistic Term	IFN $(\mu, \nu, \pi)$
Extremely Bad (EB) / Extremely Low (EL)	{0.1,0.9,0}
Very Bad (VB) / Very Low (VL)	{0.1,0.75,0.15}
Bad (B) / Low (L)	{0.25,0.6,0.15}
Medium Bad (MB) / Medium Low (ML)	{0.4,0.5,0.1}
Fair (F) / Medium (M)	{0.5,0.4,0.1}
Medium Good (MG) / Medium High (MH)	{0.6,0.3,0.1}
Good (G) / High (H)	{0.7,0.2,0.1}
Very Good (VG) / Very High (VH)	{0.8,0.1,0.1}
Excellent (E) / Extremely High (EH)	{1,0,0}

Cuadro 1.2. Término lingüístico para evaluar a los proveedores

Todas las opiniones de los DMs necesitan ser agregadas dentro de una matriz de decisión IFS agregada. Para lo cual el operador IFWA es empleado,

$$\begin{aligned}
 R &= (r_{ij})_{n \times m} \\
 r_{ij} &= IFWA(r_{ij}^{(1)}, r_{ij}^{(2)}, \dots, r_{ij}^{(k)}, \dots, r_{ij}^{(l)}) \\
 &= \lambda_1 r_{ij}^{(1)} \oplus \lambda_2 r_{ij}^{(2)} \oplus \dots \oplus \lambda_k r_{ij}^{(k)} \oplus \dots \oplus \lambda_l r_{ij}^{(l)} \\
 &= \left[ 1 - \prod_{k=1}^l (1 - \mu_{ij}^{(k)})^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^l (\nu_{ij}^{(k)})^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^l (1 - \mu_{ij}^{(k)})^{\lambda_k} - \prod_{k=1}^l (\nu_{ij}^{(k)})^{\lambda_k} \right]
 \end{aligned} \quad (1.5)$$

Donde  $r_{ij} = \{\mu_{c_i(X_j)}, \nu_{c_i(X_j)}, \pi_{c_i(X_j)}\}$  ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$ ).

Entonces, la matriz de decisión final intuicionista queda definida como sigue:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix}$$

Específicamente,

$$R = \begin{bmatrix} \{\mu_{c_1(x_1)}, \nu_{c_1(x_1)}, \pi_{c_1(x_1)}\} & \dots & \{\mu_{c_1(x_m)}, \nu_{c_1(x_m)}, \pi_{c_1(x_m)}\} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \{\mu_{c_n(x_1)}, \nu_{c_n(x_1)}, \pi_{c_n(x_1)}\} & \dots & \{\mu_{c_n(x_m)}, \nu_{c_n(x_m)}, \pi_{c_n(x_m)}\} \end{bmatrix}$$

**Paso 4.** Calcular el índice difuso intuicionista de similitud (Intuitionistic Fuzzy Index of Similarity, IFIS).

Los criterios pueden ser clasificados dentro de dos clases: de Costos y Beneficios. Entonces, BN puede ser un conjunto de criterios de Beneficios y C el conjunto de criterios de Costos. Por lo tanto, la solución ideal S es obtenida como sigue.

$$S = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_j^*, \dots, x_m^*)$$

$$= \{(\mu_s(x_1), \nu_s(x_1), \pi_s(x_1)), \{\mu_s(x_2), \nu_s(x_2), \pi_s(x_2)\}, \dots, \{\mu_s(x_j), \nu_s(x_j), \pi_s(x_j)\}, \dots, \{\mu_s(x_m), \nu_s(x_m), \pi_s(x_m)\})\} \quad (1.6)$$

Donde

$$\mu_s(x_j) = ((\max \mu_{c_i}(x_j) | j \in BN), (\min \mu_{c_i}(x_j) | j \in C)) \quad (1.7)$$

$$\nu_s(x_j) = ((\min \nu_{c_i}(x_j) | j \in BN), (\max \nu_{c_i}(x_j) | j \in C)) \quad (1.8)$$

$$\pi_s(x_j) = 1 - (\mu_s(x_j) + \nu_s(x_j)) \quad (1.9)$$

El IFIS del candidato  $c_i$  con respecto a la solución ideal S difusa se obtiene como sigue:

$$IFIS_i = \begin{cases} \sqrt[w]{\prod_{j=1}^m \left\{ \frac{x_j^i}{s_j} \right\}^{w_j}} = \left( \prod_{j=1}^m \left\{ \frac{\mu_{c_i}(x_j)^{\nu_{c_i}(x_j)} \pi_{c_i}(x_j)}{\mu_s(x_j)^{\nu_s(x_j)} \pi_s(x_j)} \right\}^{w_j} \right) & \text{if } j \in BN \\ \sqrt[w]{\prod_{j=1}^m \left\{ \frac{s_j}{x_j^i} \right\}^{w_j}} = \left( \prod_{j=1}^m \left\{ \frac{\mu_s(x_j)^{\nu_s(x_j)} \pi_s(x_j)}{\mu_{c_i}(x_j)^{\nu_{c_i}(x_j)} \pi_{c_i}(x_j)} \right\}^{w_j} \right) & \text{if } j \in C \end{cases} \quad (1.10)$$

Donde  $W = 1$

Entonces,

$IFIS_i$  = Es el índice difuso intuicionista de similitud del candidato i

$s_j$  = Es el valor de la solución ideal para el criterio j

$x_j^i$  = Es el valor del criterio j para la alternativa i

$w_j$  = Es el peso correspondiente al criterio j

**Paso 5.** Calcular del índice de similitud.

El índice de similitud (IS) de un candidato  $c_i$  con respecto al IFIS puede ser definido por la función de similitud propuesta por Zhang and Xu (2012). Por lo que, el IS es obtenido como sigue,

$$IS_i = 1 - \frac{1 - \mu_{IFIS_i}}{1 + \pi_{IFIS_i}} \quad (1.11)$$

Donde,

$IS_i$  = Es el índice de similitud del candidato i

$\mu_{IFIS_i}$  = Es el valor de verdad del candidato i con respecto a su IFIS

$\pi_{IFIS_i}$  = Es valor de incertidumbre del candidato i con respecto a su IFIS

**Paso 6.** Ordenar a los candidatos.

Los candidatos son categorizados en orden descendiente según el valor del  $IS_i$ .

### Caso de Ilustración

Con el objetivo de realizar la experimentación del método propuesto, se ha adaptó un problema de selección de personal reportado por Dursun & Karsak (2010). El caso describe la existencia de 3 candidatos que serán evaluados con el fin de seleccionar al mejor de entre todos ellos para cubrir una posición vacante. Además, se consideran 6 criterios cualitativos los cuales se describen a continuación. (1) Estabilidad emocional, (2) Liderazgo, (3) Autoconfianza, (4) Habilidad de comunicación oral, (5) Personalidad, (6) Experiencia.

La importancia de cada decisor se obtiene calificando al grupo de decisores usando los valores del Cuadro 1.1, los cuales son números difusos intuicionistas (NDI), posteriormente se procede a defuzificar dichos valores usando la ecuación 1.2, resultando los valores que se muestran en el Cuadro 1.3

DM1	DM2	DM3	DM4
0.0432	0.2273	0.3886	0.3409

Cuadro 1.3. Importancia de los decisores

También es preciso determinar los pesos que corresponde a cada uno de los criterios, los cuales, son evaluados usando los valores NDI que muestra el Cuadro 1.1, sucesivamente se recurre usar la ecuación 1.3 y 1.4, dando como resultado los valores que muestra el Cuadro 1.4

C1	C2	C3	C4	C5	C6
0.203	0.200	0.067	0.121	0.205	0.204

Cuadro 1.4. Pesos de los criterios

En esta sección se procede a evaluar las alternativas para lo cual se hace uso de los valores del Cuadro 1.2, dichos valores están expresados en NDI. Por lo que, se procede a utilizar la ecuación 1.5 para realizar el proceso de agregación de las calificaciones emitidas por cada uno de los decisores. El Cuadro 1.5 representa los valores de las evaluaciones.

Alternativas	C1		C2		C3		C4		C5		C6	
	$\mu$	$\nu$	$\mu$	$\nu$	$\mu$	$\nu$	$\mu$	$\nu$	$\mu$	$\nu$	$\mu$	$\nu$
Cand1	0.572	0.322	0.413	0.370	0.555	0.342	0.603	0.283	0.565	0.332	0.610	0.275
Cand2	0.599	0.297	0.756	0.139	0.666	0.224	0.555	0.342	0.590	0.306	0.726	0.171
Cand3	0.666	0.224	0.666	0.224	0.705	0.194	0.500	0.400	0.663	0.234	0.739	0.158

Cuadro 1.5. Evaluación de las alternativas

También, es necesario establecer la solución ideal siguiendo usando la ecuación 1.6 y 1.7

S	$\mu$	$\nu$	$\mu$	$\nu$	$\mu$	$\nu$	$\mu$	$\nu$	$\mu$	$\nu$	$\mu$	$\nu$
		0.666	0.224	0.756	0.139	0.705	0.194	0.603	0.283	0.663	0.234	0.739

Cuadro 1.6. Solución ideal "S"

Es necesario calcular el índice difuso intuicionista de similitud siguiendo la ecuación 1.10

Alternativas	C1		C2		C3		C4		C5		C6	
	$\mu$	$\nu$	$\mu$	$\nu$	$\mu$	$\nu$	$\mu$	$\nu$	$\mu$	$\nu$	$\mu$	$\nu$
Cand1	0.970	0.027	0.886	0.060	0.984	0.013	1.000	0.000	0.968	0.027	0.962	0.030
Cand2	0.979	0.020	1.000	0.000	0.996	0.002	0.990	0.010	0.976	0.020	0.997	0.003
Cand3	1.000	0.000	0.975	0.020	1.000	0.000	0.978	0.021	1.000	0.000	1.000	0.000

Cuadro 1.7 Índice de similitud

Se procede a defuzificar los valores del cuadro anterior empleando la ecuación (1.11)

Cand1	0.800	3
Cand2	0.939	2
Cand3	0.953	1

Cuadro 1.8 Valores de similitud

Por último se debe ordenar a los candidatos siguiendo la información que muestra el Cuadro 1.8, donde, el que obtuvo el valor más grande es Cand3, y es considerado el mejor candidato.

### Conclusiones

Los resultados demuestran que la aplicación del método IFDA plantea una solución sistemática a la necesidad de selección de personal. La complejidad y la implicación de información subjetiva en el proceso de selección de personal, indican que se debe recurrir a métodos más sofisticados para soportar la decisión de seleccionar al mejor candidato para cubrir una posición vacante. Los resultados explican que la mejor alternativa la representa el candidato tres porque obtuvo el valor más alto según el valor de similitud que se obtuvo en la última fase del proceso de valoración.

### Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar investigando siguiendo el método propuesto podrían concentrarse en el proceso de agregación de las opiniones de los decisores, donde existe un campo muy amplio en etapa temprana de desarrollo. También se sugiere a los expertos y personas que deseen utilizar IFDA, tomen en cuenta los factores que cada organización plantea en sus políticas de selección de personal, dado, que cada una de estas puede depender

del tipo de cultura organizacional implantada por los altos mandos o dueños de las compañías, lo cual es completamente entendible desde el punto de vista administrativo.

### Referencias

- Aloini, D., Dulmin, R., & Mininno, V. A peer IF-TOPSIS based decision support system for packaging machine selection. *Expert Systems with Applications*, 41(5), 2157–2165, 2014.
- Baležentis, A., Baležentis, T., & Brauers, W. K. M. Personnel selection based on computing with words and fuzzy MULTIMOORA. *Expert Systems with Applications*, 39(9), 7961–7967, 2012.
- Boran, F. E., Genç, S., Kurt, M., & Akay, D. A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method. *Expert Systems with Applications*, 36(8), 11363–11368, 2009.
- Chai, J., Liu, J. N. K., & Ngai, E. W. T. Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature. *Expert Systems with Applications*, 40, 3872–3885, 2013.
- Dursun, M., & Karsak, E. E. A fuzzy MCDM approach for personnel selection. *Expert Systems with Applications*, 37(6), 4324–4330, 2010.
- García, A. J. L., Alvarado, I. A., & y Maldonado, M. A. Selección de proveedores basada en análisis dimensional. *Contaduría Y Administración*, 58(3), 249–278, 2012.
- Lin, H.-T. Personnel selection using analytic network process and fuzzy data envelopment analysis approaches. *Computers & Industrial Engineering*, 59(4), 937–944, 2010.
- Liou, J. J. H., Chuang, Y.-C., & Tzeng, G.-H. A fuzzy integral-based model for supplier evaluation and improvement. *Information Sciences*, 266, 199–217, 2014.
- Mammadova, M., & Jabrayilova, Z. Application of Fuzzy Optimization Method in Decision-Making for Personnel Selection, 190–204, 2014.
- Reza, A., Rosnah, A., & Yusuff, M. Linguistic Extension of Fuzzy Integral for Group Personnel Selection Problem. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 38, 2901–2910, 2013.
- Xu, Z. Intuitionistic Fuzzy Aggregation Operators. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 15(6), 1179–1187, 2007.
- Yu, D., Zhang, W., & Xu, Y. (2013). Group decision making under hesitant fuzzy environment with application to personnel evaluation. *Knowledge-Based Systems*, 52, 1–10, 2013.
- Zadeh L.A. Fuzzy Set. *Information and Control*, 8, 333-353, 1965.
- Zhang, S., & Liu, S. A GRA-based intuitionistic fuzzy multi-criteria group decision making method for personnel selection. *Expert Systems with Applications*, 38(9), 11401–11405, 2011.
- Willis, T. H., Huston, C. R. and Pohlkamp F. Evaluation measures of just-in-time supplier performance. *Production and Inventory Management Journal*, Second Quarter, 1± 6, 1993.

### Notas Biográficas

El **M.C. Luis A. Pérez Domínguez** es Ingeniero Industrial y Maestro en Ciencias en Ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Actualmente estudiante del Doctorado en Ciencia en Ingeniería, adscrito al Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, en Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

El **Dr. Alejandro Alvarado Iniesta** actualmente es profesor investigador en el Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez México. Obtuvo su licenciatura en Ingeniería Electrónica, maestría en Ingeniería Industrial y grado de Ph.D. en Ingeniería con especialidad en Ingeniería Industrial. Sus intereses de investigación están en la optimización y el control del proceso de fabricación, tales como moldeo por inyección de plástico. Sus áreas de investigación se centran en las metodologías tales como la lógica difusa y redes neuronales artificiales empleados como modelos sustitutos, algoritmos evolutivos y la inteligencia de enjambre.

El **Dr. Jorge Luis García Alcaraz** es Ingeniero Industrial y Maestro en Ciencias en Ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de Colima. Doctor en Ciencias en Ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Sus líneas de investigación son la aplicación de tecnologías a los procesos de producción, estadística industrial y análisis multivariado de problemas. Actualmente se encuentra adscrito al Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura del Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, en Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

La **Dra. Delia J. Valles Rosales** is Associate Professor in the Department of Industrial Engineering at New Mexico State University. Delia is originally from Mexico. She received her B.S. from the Instituto Tecnológico de Durango and Ph.D. from New Mexico State University. Her research uses nature to inspire the development of innovative manufacturing processes, new processes of biomass utilization in the plastic industry, and models and algorithms for system optimization in agriculture, industry, and service areas. She has been awarded funds from the National Science Foundation and the U.S. Department of Agriculture to create training opportunities for underrepresented minorities students. She is a former Co-Director of the New Mexico Alliance for Minority Participation at NMSU. Dr. Valles-Rosales is currently a NMSU Director of the BGREEN (Building Regional Energy and Educational Alliances) Program funded by USDA.

# RESULTADO FINAL DE UN PROCESO BIOLÓGICO-ENZIMÁTICO UTILIZADO PARA DEGRADAR EL DESECHO, LLAMADO PAPEL MULTICAPA

Guillermina Pérez González MCI<sup>1</sup>, Ángel Eduardo Márquez Ortega MCB<sup>2</sup>, Pablo Montes Utrera MCF<sup>3</sup>, Leslie Viridiana Domínguez Pérez C<sup>4</sup>.

**Resumen**— El artículo está dedicado a la descripción del resultado final que se obtuvo en el proceso de degradación del envase flexible del papel multicapa. Este proceso es un método biológico enzimático considerado novedoso e innovador, ya que no se ha encontrado trabajo alguno que haya implementado este modelo natural, existen algunos tratamientos poco convencionales que desarrollan procedimientos físicos, químicos, térmicos e incluso biológicos; como por ejemplo la pirolisis, o por ondas electromagnéticas, entre otros, que cambian las características físicas de los componentes del papel multicapa y reduce su volumen de cada uno de estos componentes, aunado a ello se gasta indiscriminadamente otros recursos durante el proceso dañando con ello severamente el medio ambiente. Este método biológico-enzimático consiste en obtener cepas celulolíticas por una cepa 007cultures *Trametes Versicolor* MICH. (hongo aislado en Michoacán, México). Es una cepa nativa capaz de producir un conjunto completo de enzimas celulósicas que pueden hidrolizar parcialmente la celulosa en tiempo corto de cultivo, al utilizarla con un soporte inducido necesario permitió degradar la celulosa en los componentes del polietileno y aluminio del papel. Se cultiva la cepa para uso de la separación gradual de la celulosa en este desecho con la finalidad de reúso industrial.

**Palabras clave:** Degradación, papel multicapa, métodos, mecánico- hídrico, termino, biológico-enzimático

## ABSTRAC

### Introducción

En años recientes, el mundo empresarial se ha enfocado al uso de los bienes que van de la cuna a la tumba y de la tumba a la cuna, o bien, el reciclado; como necesidad urgente del hombre en la creación de nuevas industrias sustentables, la abstracción en un sistema sociopolítico y cultural ha impactado severamente al sistema económico- ambiental sustentable, causa efecto del proceder humano que genera necesidades ilimitadas; repercutiendo en recursos escasos para las nuevas generaciones (Samuelson P. *et. al.* 2009); ello ha dado conciencia al hombre moderno de modificar la ciencia cuantiosamente a tal grado que ha forzado a generar nuevas áreas de conocimiento que tratan de converger entre sí y formar una interrelación que avance a través del tiempo hacia una disciplina científica, denominada Desarrollo Sustentable. (R. Chamy M. *et. al.*, 2003) Sí bien, se debe considerar que al aplicar en la industria, experiencias humanas conocidas como buenas prácticas y métodos de mejora para el cuidado de los ecosistemas, entonces se debe planificar el éxito de los proyectos pre condicionando al hombre a someter su criterio a una metodología donde coordine y plasme sus ideas ordenadamente utilizando métodos naturales novedosos e innovadores que optimice recursos y se conforme como una herramienta que permita obtener resultados óptimos en la toma de decisión a favor de la desmaterialización de recursos. Es por ello, que en este trabajo se presenta un caso sencillo del uso de la (EDT). Estructura de Desglose de Tareas. El *Project Management Institute* (PMI) público en 2009 “Practice Standard for Work Break Down Structures” en coordinación con la Fundación Europea para la Gestión de la Calidad EFQM (*European Foundation for Quality Management*) normaron esta clase de procedimientos del modelaje estandarizado que hace referencia al uso del modelos gráficos que describa las fases de los proyectos; combinando para este caso la Norma Mexicana Estandarizada de procesos productivos sustentables del Estado de México, esta norma ordena, administrar y analizar el flujo de recursos para su

<sup>1</sup> Guillermina Pérez González MCI. Es Profesora en Licenciaturas de Administración e Ing. Industrial del Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán, miembro del Cuerpo Académico del TESCHI, [guille\\_929500@hotmail.com](mailto:guille_929500@hotmail.com)

<sup>2</sup> Ángel E. Márquez Ortega MCB. Es profesor de Ing. Química, del Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán, es miembro del Cuerpo Académico del TESCHI. [aemo77@hotmail.com](mailto:aemo77@hotmail.com)

<sup>3</sup> Pablo Montes Utrera. Es profesor de Ing. Química, del Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán, es miembro del Cuerpo Académico del TESCHI.

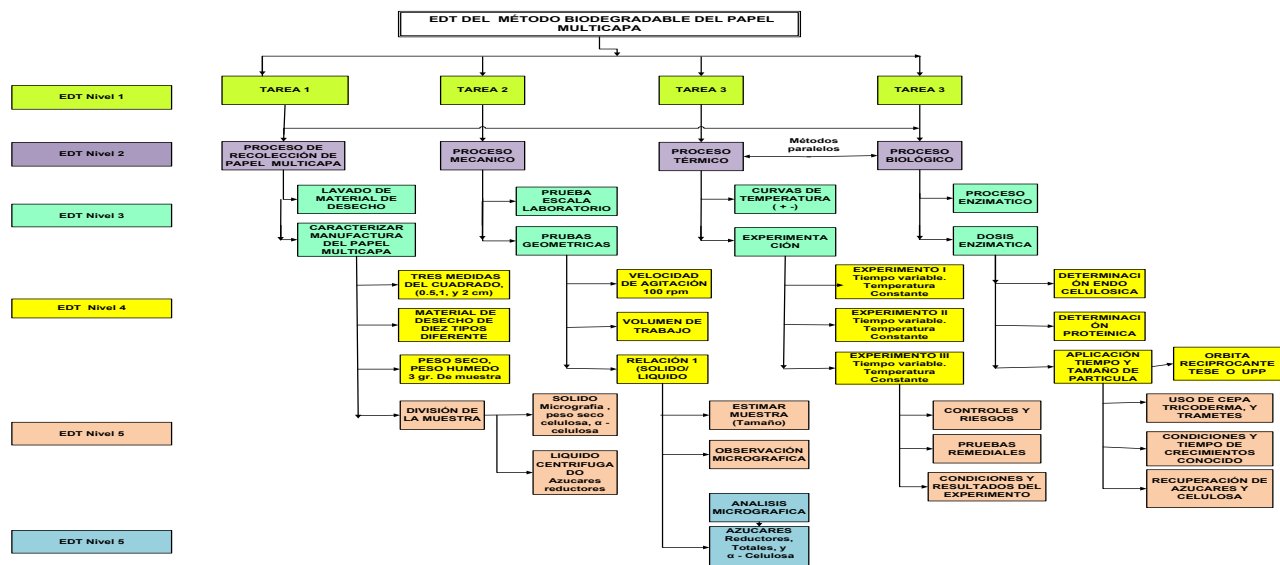
<sup>4</sup> Leslie Viridiana Domínguez Pérez C, Actualmente está estudiando la carrera de Licenciatura en Lenguas, en la Universidad Autónoma del Estado de México. [lesliexdom@gmail.com](mailto:lesliexdom@gmail.com)

optimización, considerado como buenas prácticas empresariales. En México se aplica dentro del desarrollo sustentable de SAGARPA entre otros. DOF: 17/02/2012-NORMA Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria, sanitaria Hermeticidad, métodos de prueba y especificaciones. Convenio de Coordinación Marco que celebran la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Comisión Nacional del Agua, y el Estado de México, conjuntar recursos e infraestructura de agua potable, así como cultura del agua, para fomentar el desarrollo regional en las entidades. México: SEGOB: SEMARNAT 2014 (28 de marzo, 2014)

El trabajo está estructurado de la siguiente forma; en la sección sucesiva, se proporciona el modelo acentuado en la EDT con cada una de las fases de operatividad de seis proceso a través de grafos de planificación de sub-actividades de las tareas y procedimientos en la “Cooperativa de Recicladores de la Zona del Oriente del Estado de México”, el siguiente apartado proporciona la técnica y herramientas utilizadas en el proceso de la degradación del EFPM, por medio del Método Mecánico-Hídrico- (Proceso de pulpeo del papel multicapa), proceso térmico permite obtener los polímeros pero reduce su volumen y ello hace ineficiente este método al rescatar los componentes de celulosa, polietileno y aluminio, para su reúso industrial que se traduce en productos con un valor agregado y alta rentabilidad a su venta, por el tipo de degradación que aquí se recomienda. Finalmente se presenta el resultado del caso de estudio para hacerlo extensivo al sistema organizacional del Oriente del Estado de México en las pequeñas empresas de reciclaje de papel multicapa, e implementar los cálculos en un proceso real de degradación para media tonelada del EFPM en un futuro inmediato del sistema organizacional de la “Cooperativa de Recicladores de la Zona Oriente del Estado de México” como un sistema de desarrollo sustentable en la región.

### Estructura de Desglose de Tareas (EDT)

La administración estratégica del área operativa del método mecánico-hídrico-degradador y del método-térmico y el método biológico-enzimático del envase flexible del papel multicapa modelado a través de la EDT permite la planificación de las actividades del proyecto al sistematizar y coordinar ordenadamente la consumación de una metodología eficiente de secuenciación de tareas con la compartición de recursos; en función de las fases del proceso operativo del proyecto, clasificadas en este trabajo en seis niveles o fases, distribuidas en cuatro bloques de tareas estratégicas que deriva de la compartición e interdependencia de treinta y ocho actividades para toda el área operativa del proyecto. (ver figura 1).





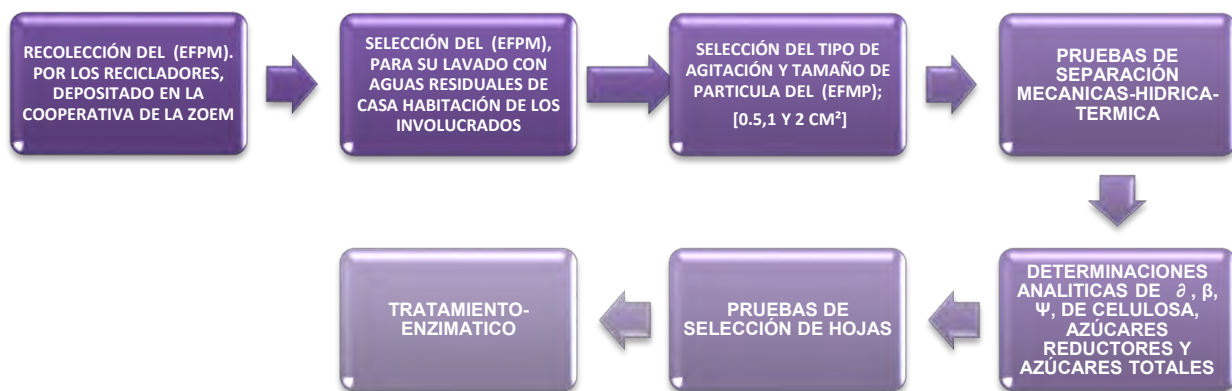
Fuente propia: Figura No. 1. Modelo mecánico-hídrico, térmico y biológico enzimático del Modelaje de la Estructura de Desglose de Cuatro Tareas con cada una de sus actividades, clasificadas en seis niveles por procesos, tal como se puede apreciar en el diagrama por líneas horizontales que enlaza nodos de color verde, con lazos de color negro, que une cada una de las tareas por nivel de color: morado, turquesa, amarillo, verde, rosa y azul

### Técnica y herramientas utilizadas en la metodología para degradar el EFPM.

La aprobación de la EDT (ver figura 1) por los responsables del proyecto, da origen al uso del diagrama de calendarización de las actividades a través de un Diagrama de Gantt (DG) para que se cumpla en tiempo y forma las tareas del proyecto, Definir los entregables principales del proyecto (los componentes del papel multicapa). (ver fases de la EDT) que requiere el proyecto modelado en cada proceso, con sus respectivas tareas para su ejecución y control sin riesgos en la administración de la productividad del proyecto entregando resultados deseables del proyecto de forma sistemática y eficiente que optimice las tareas en tiempo y costo de la “Cooperativa de Recicladores del Oriente del Estado de México”..

### Metodología aplicada en la degradación del EFPM, (proceso biológico-enzimático) fase final

Este trabajo se lleva a cabo mediante el método científico experimental a través del método inductivo deductivo del proceso biológico natural de enzimas, utilizando el método científico, a través del análisis y la síntesis de resultados. Cabe hacer mención que las actividades en las relaciones sociales de producción se llevaron a cabo a través del método de las relaciones sociales de producción administrativa para la recolección, selección y lavado del EFPM; la fase uno del modelo de reciclado y degradación de éste producto pos-consumo, se desarrolla en tres diferentes etapas del área operativa de degradación del EFPM para rescatar los componentes manufacturados de fabricación de este producto de desecho. Al implementar los tres tipos de tratamiento: mecánico-hídrico, térmico y biológico-enzimático; se efectuaron determinaciones analíticas de azúcares totales  $\beta$ ,  $\alpha$ ,  $\varphi$ , celulosa y azúcares reductores que se compararon para la eficiencia en la recuperación de fibras de los componentes. Así mismo, se observó al microscopio las muestras obtenidas en cada nivel de tratamiento para determinar la longitud de las fibras de celulosa y nivel de desfibrilación; también se identificó el grado de separación de materiales entre una y otra capa (ver figura 2). Además se emplearon pruebas de formación de plancha milimétrica para determinar el potencial para reciclar y emplearse nuevamente en la formación de papel, asimismo, se aplicó con agua gris la limpieza de los demás componentes para su reúso o reciclaje en un futuro inmediato para diversos procesos industriales.



Fuente propia; Figura 2. Metodología aplicada en el área operativa de la degradación del envase flexible del papel multicapa (EFPM)

Las pruebas realizadas arrojaron que sólo el 40% de la fracción del envase flexible es celulosa y que 36% es susceptible a la degradación biológica, el resto está compuesto por polímeros, plásticos, aluminio y tintas sintéticas no biodegradables. Por lo que se investigó diversos tratamientos, Baldrian P., & Valaskova, V. (2008), para facilitar la separación y limpieza total de los componentes del EFPM. El propósito es obtener un producto de desecho denominado de la cuna a la tumba y de la tumba a la cuna, (paráfrasis de reciclado) o producto con calidad para el reúso de estos componentes del EFPM. Existen diversos métodos de separación del papel multicapa; por ejemplo el método mecánico aquí empleado que sólo permite la recuperación parcial de la celulosa; y los métodos térmicos que son utilizados para separar el polietileno y aluminio, pero con el método térmico se reduce el volumen de los componentes y cambia su estructura química de los polímeros. Sin embargo, hasta el momento no se ha implementado un sistema mecánico-enzimático de separación y limpieza de los EFPM que permita la separación y limpieza total del aluminio, plástico y celulosa en un mismo sistema. El método biológico enzimático se encuentra en proceso de cultivo actualmente, sólo se ha obtenido resultados parciales de invasión enzimática en el producto; logrando obtener la degradación del envase en un 60%.

### Resultados

Los resultados de las pruebas iniciales muestran que la agitación mecánica oscilatoria proporcionó una mejor separación de los componentes, al compararla con los resultados de las pruebas con un tanque de mezcla completa. Cuando se empleó la agitación mecánica oscilatoria, con un tamaño de partícula de 1 cm<sup>2</sup>, se obtuvo una separación efectiva de los recubrimientos de aluminio y plástico, y hubo un 30% de separación de la celulosa. Mientras que el tanque de mezcla completa no se observó separación de ninguno de los componentes en los diversos tiempos de separación probados

El tratamiento mecánico -hídrico para la separación del Papel Multicapa (PM), resultó que la agitación mecánica oscilatoria con una muestra de tamaño de partícula de 1 Cm<sup>2</sup>, se obtuvo una separación efectiva de los recubrimientos de aluminio y plástico separando la celulosa en un 30%, y el resultado del tratamiento térmico, muestra que a 60 ° C durante dos horas se concentran azúcares totales (aproximadamente 4 mg / ml), con la reducción de azúcares a una concentración constante (alrededor de 7 mg / mL) manteniendo esta temperatura, se asocia mayor degradación de celulosa en PM. Por último el método enzimático liberó fibras cortas que no pueden ser utilizadas en el reciclaje de papel, pero pueden ser útiles en la producción de biocombustibles



(3)



(4)



(5)

Figura 3. Agitación a partir de una paleta mecánica oscilatoria: Figura 4. Componentes del envase multicapa: Figura 4. Pasta de celulosa obtenida del envase flexible de papel multicapa (residuos de aluminio y polietileno del envase).

Una vez seleccionado el tipo de agitación mecánica, se probaron tres diferentes tamaños de partícula: 0.5, 1.0 y 2.0 cm<sup>2</sup>. Las pruebas de separación se realizaron durante tres horas, con el sistema de agitación oscilatoria a 100 rpm y con una relación de volumen de líquido-sólido de 33:1. Mostrando que no se logró la separación de los componentes de los EFPM, cuando el tamaño de partícula fue de 0.5 y 1.0 cm<sup>2</sup> en las condiciones de agitación y tiempo probadas (tres horas). Sin embargo, cuando el tamaño de partícula fue de 2 cm<sup>2</sup> se logró la separación completa de los recubrimientos de aluminio y plástico de los EFPM y se recuperó más del 90% de las fibras del envase multicapa en

las mismas condiciones de trabajo (tiempo y agitación). Además, el análisis de azúcares reductores mostró que en la celulosa recuperada la hidrólisis fue mínima, dando un alto valor agregado a las fibras obtenidas que poseen un elevado grado de integridad..

El tratamiento mecánico -hídrico para la separación del Papel Multicapa (PM), resultó que la agitación mecánica oscilatoria con una muestra de tamaño de partícula de 1 Cm<sup>2</sup>, se obtuvo una separación efectiva de los recubrimientos de aluminio y plástico separando la celulosa en un 30%, y el resultado del tratamiento térmico, muestra que a 60 ° C durante dos horas se concentran azúcares totales (aproximadamente 4 mg / ml), con la reducción de azúcares a una concentración constante (alrededor de 7 mg / mL) manteniendo esta temperatura, se asocia mayor degradación de celulosa en PM. Por último el método enzimático liberó fibras cortas que no pueden ser utilizadas en el reciclaje de papel, pero pueden ser útiles en la producción de biocombustibles

Por último se están realizando pruebas de separación y limpieza de grado total de inocuidad por medio de un tratamiento enzimático que se encuentra en su fase de cultivo invasivo del producto de desecho. La investigación que se utilizó del método biológico-enzimático con un proceso celuloticas se obtuvos por 007cultures Trametes versicolor MICH. (hongo aislado en Michoacán, México) Es una cepa nativa capaz de producir un conjunto completo de enzimas celulosas que pueden hidrolizar parcialmente la celulosa en tiempo corto de cultivo cuando se usa un soporte inducido necesaria para degradar el Papel multicapa.

### **Trabajo futuro**

Se trabaja en la extensión e implementación de éste proceso mecánico-hídrico-térmico-enzimático, para el sistema organizacional de la “Cooperativa de Recicladores de la ZOEM”, en función de un sistema de reciclado sustentable óptimo que genere resultados cuantitativos con un valor agregado para los involucrados que pretenden obtener alta rentabilidad de venta por los componentes rescatados durante la operatividad de degradación del producto en mención.

### **Conclusiones**

El trabajo se presenta en tres etapas, ya publicadas en diferentes foros de investigación científica a nivel nacional e internacional aplicándolo como caso de estudio en laboratorio, biológico del TESCHI por alumnos y catedráticos de Ing. Química e Ingeniería Industrial, como un caso de estudio donde se diseña esta alternativa de un proceso sustentable que optimiza recursos en el proceso de degradación del EFPM para un presupuesto finito del proyecto, como se muestra en el resultado, donde es posible recuperar materiales con valor agregado para su reúso en la industria; materiales reconocidos como una parte importante de la industria del reciclado; Así mismo, permite a los responsables del proyecto el objetivo de la administración estratégica planteada en el EDT, con un entregable como éxito del proyecto. Cabe mencionar que una tarea importante dentro de la gestión de proyectos es la de innovar e implementar buenas prácticas hacia la mejora continua en función de una eficiencia organizacional competitiva que permita que el capital humano conocedor de buenas prácticas despusne hacia un alto nivel de coordinación de actividades para el incremento de la producción y competitividad de su entorno. La aportación de conocimiento que se genera a partir de éste proyecto le concierne al Oriente del Estado de México, Municipio de Chimalhuacán, en el Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán TESCHI, el desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas en el campo de la ingeniería ambiental que accede a un mejor tratamiento de los productos posterior al consumo. Ahora bien, la generación paulatina de este proceso es la creación de un prototipo que combine en un solo proceso diferentes etapas del método de degradación aquí propuesto para mejorar e impactar en el sistema ecológico de la región. Por último para finiquitar este trabajo se genera una propuesta tecnológica industrial (prototipo semiautomático) viable y a bajo costo para este propósito.

### **Agradecimiento**

Al TESCHI y al Programa para el Desarrollo Profesional Docente PRODEP, por el apoyo y financiamiento de este trabajo.

### Referencia Bibliográfica

- <sup>1</sup> Diaz Coutiño Reynol (2009). *Desarrollo Sustentable*, 2da. Edición, editorial Mc Graw Hill
- <sup>2</sup> D. Milosevic, P. Patanakul (2005). *Standardized project management may increase development projects success*, *International Journal of Project Management*, vol. 23, 2005, pp. 181–192.
- <sup>3</sup> I. Pant, B. Baroudi, *Project Management Education: The human skills imperative*, *International Journal of Project Management*, vol. 26, 2008, pp. 124–128.
- <sup>4</sup> Knut Sydsaeter Peter J. Hammond. (2000). *Matemáticas para el análisis económico*, P.H. Stanford University, edic. Revised and expanded, 10ª edición, Editorial alfa-omega.
- <sup>5</sup> Wayne L. Winston. (2008). *Investigación de Operaciones (aplicaciones y algoritmos)*, 4ª. Edit. Thomson
- <sup>6</sup> Frederick Hiller, Gerald Lieberman, *Investigación de Operaciones*, 7a edición. 2002, edit. McGraw Hill.
- <sup>7</sup> Project Management Institute, (2009) *Project Management Book of Knowledge (PMBOK)*, 4a.
- <sup>8</sup> Muñoz, M. *Biotecnología*. (2006). *Quilmes, Argentina*: Universidad Nacional de Quilmes.
- <sup>9</sup> Romero, G. M. *Biotecnología*. (2008). *Generalidades, riesgos y beneficios. Curso Experto Univeritario en Biotecnología Aplicada a los alimentos*.
- <sup>10</sup> R.S. Ramalho (2012). *Tratamiento de Aguas Residuales, edición septiembre, 2da. edic.*
- <sup>11</sup> Barr, A., & Feigenbaum, E. (1981). *The Handbook of AI* (Vol. 1). CA, Los Altos: W. Kaufmann.
- <sup>12</sup> Samuelson Paul, (2009). *Economía*, 20ª edición, Mc Graw Hill.
- <sup>13</sup> Rolando Chamy M, *Avances en Biotecnología Ambiental (Tratamiento de Residuos Líquidos y Sólidos)*. Rolando Chamy M., Editor General, 200 Inscripción N° 133.08 ISBN 956-17-0341-6, Ediciones
- <sup>14</sup> Q. Pang, M. Peng, Q. Jiang, and Li, J. (2004). *Application of supercritical carbon dioxide in the preparation of effect of biodegradable polylactide membranes*. *J. Appl. Polym. Sci.* (94) 2158-2165.
- <sup>15</sup> Software, Paqueteria Oficce, , *Word, Excel, Visio y Edraw Max, Oficce. 2010*
- <sup>16</sup> Eyzaguirre, J. (2000). *Lignocellulose biodegradation. Enzyme structure and function*. *Redes internacionales. Contaminación Ambiental*, 37-45.
- <sup>17</sup> Baldrian, P., & Valaskova, V. (2008). *Radation of cellulose by basidiomycetous fungi*. *EMS Microbiol Rev.*, 1574-6976
- <sup>18</sup> Pérez González G., Torres Barajas L.R., Márquez Ortega A. E., Domínguez Pérez L.V. *Tratamiento Mecánico-Enzimático Para la Separación y Limpieza de los Componentes del Papel Multicapa*, *Academia Journals Chiapas 2014, ISSN 1946-5351 Online 1948-2353-CD ROM*

### Autorización y renuncia

Los autores del presente artículo autorizan a Academia Journals ( Juárez 2015) para publicar el escrito en la memoria, libro electrónico y CD Ron, en su edición 2015. Academia Journals o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que está expresado en el escrito.

# El Ingeniero Industrial y la Responsabilidad Social Corporativa

M. C. Juan Ramón Pérez Morales<sup>1</sup>, Dr. Alfonso Aldape Alamillo<sup>2</sup>,  
M. C. Teresa Carrillo Gutiérrez<sup>3</sup>, M.I.I. Karina Cecilia Arredondo Soto<sup>4</sup>

**Resumen-**El concepto Responsabilidad Social Corporativa es tan amplio que en él se cobijan diversas actividades del quehacer humano, sean de carácter ambiental, social o económico. La carencia de recursos, educación, factores culturales, concentración de riqueza, crecimiento económico y las políticas ineficaces del gobierno, son algunos de los factores que determinan la inexistencia de la RSC en México, por lo que al Ingeniero Industrial es responsable de aumentar competitividad en un ámbito ecológico y socialmente responsable.

## Introducción

Sería difícil que hoy en día alguien se declare en contra del desarrollo sustentable, ya que esto implicaría el aislamiento tanto político como social que a la larga resultaría en una desventaja competitiva que puede resultar más dañina que una asimilación equivocada del concepto. Aun ante el hecho de que todos los actores se adhieran al paradigma de la sustentabilidad, no necesariamente el punto de partida conceptual será igual en todos los actores.

## Descripción del Método

*Revisión de la literatura.* El propósito de la revisión de la literatura será identificar los enfoques previos a la definición, modelación y medición de la Responsabilidad Social Corporativa, para evaluar sus ventajas e inconvenientes, quienes son los participantes, cuál es el objetivo de cada uno de ellos ha sido el papel del ingeniero industrial para implementar la responsabilidad social en las empresas confirmar la necesidad de un estudio más profundo de la misma. Y la novedad de los resultados a presentar en este trabajo.

Hoy más que nunca la Ingeniería Industrial enfrenta el reto de emprender un proceso transformador, nuestros modos de producir están en crisis y es de suma importancia encontrar nuevas formas de producción. Nuestras formas de significación y apropiación del mundo, nuestro sistema de valores, nuestra racionalidad y nuestros referentes de progreso han hecho crisis tanto en nuestro microcosmos: inequidad, pobreza extrema, hambruna y enfrentamiento entre culturas; como en el macrocosmos: cambio climático, deterioro de la capa de ozono, extinción de especies, pérdida y deterioro de ecosistemas. Los sistemas de producción actuales son insostenibles. Se requiere nuevas formas de producción que tomen en cuenta todos estos factores. La Ingeniería Industrial por su vocación de conocimiento y su valor crítico adquiere un papel fundamental en esta empresa

Hace ya casi medio siglo que distintos sectores de diferentes naciones iniciaron a manifestar su preocupación por el deterioro ambiental y las repercusiones sobre la economía mundial. Fue en 1972 en la “Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente” celebrada en Estocolmo, cuando se reconoce la crisis ambiental y se vio la necesidad de un cambio en la legislación que impacte en sus procesos de planeación y desarrollo, que incluya estrategias de políticas públicas

Incorporando en su estructura y sus funciones, dependencias oficiales encargadas de lo ambiental y lo social, generando medidas preventivas y correctivas sobre los impactos ambientales de las prácticas de producir y de consumir, estableciendo nuevas normas y criterios para la actividad industrial y de servicio.

---

<sup>1</sup> M. C. Juan Ramón Pérez Morales. Profesor de Ingeniería Industrial en la Universidad Autónoma de Baja California, campus Tijuana. [ingjrpm@uabc.edu.mx](mailto:ingjrpm@uabc.edu.mx) . (autor correspondiente).

<sup>2</sup> Dr. Alfonso Aldape Alamillo. Profesor del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [aldape@itcj.edu.mx](mailto:aldape@itcj.edu.mx) .

<sup>3</sup> M. C. Teresa Carrillo Gutiérrez. Profesora de Ingeniería Industrial en la Universidad Autónoma de Baja California, campus Tijuana. [tcarrillo@uabc.edu.mx](mailto:tcarrillo@uabc.edu.mx) .

<sup>4</sup> M. I. I. Karina Cecilia Arredondo Soto. Profesora de Ingeniería Industrial Instituto Tecnológico de Tijuana. [karinaarredondo@hotmail.com](mailto:karinaarredondo@hotmail.com)

Considerando las implicaciones tan amplias que tiene la RSC para las organizaciones, se hace necesario un estudio profundo en sus diferentes ámbitos, en especial el papel del Ingeniero Industrial, dada la importancia que esta tiene en la competitividad de las empresa y sus impactos económicos, sociales y medioambientales, bajo una perspectiva completa y considerando todos los niveles de gestión tanto estratégico, táctico y operativo.

Sería difícil que hoy en día alguien se declare en contra del desarrollo sustentable, ya que esto implicaría el aislamiento tanto político como social, que a la larga resultaría en una desventaja competitiva que puede resultar más dañina que una asimilación equivocada del concepto. Aun, ante el hecho de que todos los actores se adhieran al paradigma de la sustentabilidad, no necesariamente el punto de partida conceptual sea igual en todos los actores. La adhesión unánime al concepto de sustentabilidad puede interpretarse como la búsqueda de un consenso que no necesariamente implique o exprese una coincidencia en cuanto a concepción y practicas

Si existiera un concepto y una práctica del concepto sustentabilidad, no habría conflictos o si los hubiera serian insignificantes, tenemos que empezar por distinguir entre sustentable y sostenible, que son términos muy parecidos pero con un significado diferente, ya que lo sostenible implica en sí mismo una condición de fragilidad mientras la sustentabilidad implica unas base más firmes. Hay divergencias en torno a qué tipo de modelo productivo es el más adecuado para un desarrollo sostenible que no sustentable; hay grandes diferencias en torno a los límites de utilización de los recursos naturales, la carga sobre los recursos naturales está lejos de generar coincidencias en la determinación cuantitativa de esa carga sobre las comunidades más pobres, quienes a menudo tienen percepciones equivocadas sobre los beneficios que les traerá la industrialización, respecto a la percepción que tienen las transnacionales.

Una cerrada visión coloca a la responsabilidad social en las prácticas filantrópicas de los dueños de las empresas y fábricas del siglo XIX, quienes solían proporcionar a los trabajadores, sus familias, los huérfanos y enfermos y parias, comedores y viviendas por medio de donaciones y actos caritativos, originada en la "política social de la empresa" en la primera mitad del siglo XX, se convirtió, a finales del mismo, en la "responsabilidad social de las empresas", en el inicio del siglo XXI la "Responsabilidad Social Corporativa" es el tema, asociada siempre a caridades, compases y fundaciones.

La Comisión Económica para América Latina (CEPAL), diagnostica en un estudio del 2006, la situación en México de la responsabilidad social; de la manera siguiente:

Como en la mayoría de los países en desarrollo, (en México) la responsabilidad social se ha desarrollado desde la filantropía, es decir, con espíritu paternalista, con escaso enfoque estratégico y sin control de los recursos que se donan. Luego, con la globalización de los mercados, se han experimentado mayores demandas de diferentes grupos de interés y se enfrentan mayores exigencias de competitividad. [...] La RS comienza a ser adoptada principalmente por empresas multinacionales, por demandas de sus casas matrices y en las grandes empresas mexicanas. Las pymes se encuentran rezagadas en la implementación de este tipo de iniciativas.

Las tendencias hacia la RS no es algo nuevo, ya que desde la segunda mitad del siglo 20 el tema se ha tratado de manera esporádica y con posturas claramente opuestas. Una postura considera que los objetivos sociales y económicos son incompatibles. Esta postura claramente financiera, pone todo el interés en los accionistas y considera que la dirección debe actuar como agente defendiendo únicamente los intereses de los propietarios. Con esto el problema de la dirección de la empresa se reduce a diseñar los mecanismos de control que garanticen las ganancias de los accionistas y eviten el comportamiento oportunista de los directivos. En este contexto la incorporación de criterios de RS en la dirección de la empresa, por encima de lo que marca la ley, repercutiría negativamente en las ganancias de la compañía y lesionaría los intereses de los accionistas.

Las palabras del premio Nobel de economía Milton Friedman expone con claridad este punto de vista: *"El que nuestros dirigentes de empresa aceptaran la idea de que les corresponde una responsabilidad social que no sea el obtener el mayor beneficio posible para sus accionistas sería tanto como socavar los cimientos de nuestra sociedad libre"[1].*

Por otra parte la postura contraria dice que la RS no tiene por qué ser incompatible con la generación de ganancias para la empresa. Desde este punto de vista, sin cuestionar la primicia de los intereses de los propietarios, tiene en cuenta la de todos los participantes e interesados en la compañía. Bajo esta premisa la dirección de la empresa es un complejo proceso de negociaciones en busca del equilibrio de los intereses de todos los involucrados. La aceptación por parte de la empresa de los principios de RS permite a los directores resolver los conflictos y repartir el valor

creado entre los distintos intereses involucrados. Como una ganancia adicional para la empresa el comportamiento socialmente responsable genera efectos positivos a mediano y largo plazo que conllevan un aumento en el rendimiento y el valor de la empresa, con lo que se compensa la aparente pérdida de los accionistas. Esto es posible porque la adopción de la RS, mejora las condiciones del entorno en que operan las empresas, reducen riesgos y aumentan su reputación.

Analizando las ventajas que pueden tener para las empresas la adopción de la RS, Michael Porter y Mark Kramer [2] dicen que entre la filantropía pura y el negocio puro puede haber un lugar de convergencia de intereses que incidirá positivamente tanto en el beneficio económico como en el social. En resumen la RS empresarial puede ayudar a las compañías a mejorar la competitividad al crear un entorno más productivo y mejorara los sectores relacionados.

Lo anterior puede dar incluso paso a nuevas oportunidades empresariales.

Carroll (1991) [3], explica que existen al menos cuatro tipos de acciones de RS que realizan las empresas:

- *Responsabilidad Económica*, que busca la rentabilidad para los accionistas, ofrecer buenos trabajos a los empleados y elaborar productos de calidad para los clientes.
- *Responsabilidad Legal*, con la que busca cumplir con las leyes y las reglas preestablecidas del juego.
- *Responsabilidad Ética*, que marca los lineamientos morales de la empresa llevando a cabo lo que es justo y correcto, evitando generar daños a terceros.
- *Responsabilidad Filantrópica*, que dice que se debe hacer contribuciones voluntarias a la sociedad, aportando tiempo y dinero como una buena obra.

Lantos (2001) [4], por su parte distingue cuatro puntos de compromiso de recursos en actividades de RS.

- *Visión de generación de ganancias como fin único*: esta visión esta inmersa en el ámbito económico de la RSC, en donde la generación de ganancias es el único fin de la empresa y su único deber con la sociedad es respetar las leyes vigentes (normas explícitas). Aquí el único fin es generar la máxima utilidad respetando las leyes.
- *Visión de generación de ganancias en un ámbito limitado*: inmersa también en el marco económico de la RSC, esta visión además de cumplir las leyes, la empresa se entiende como una entidad que respeta tanto las leyes como las normas tácitas dadas por el entorno en que desenvuelve.
- *Visión de bienestar social*: en esta visión la ética es llevada a un nivel superior, donde la empresa está consciente del daño que puede causar a la sociedad y hacerse responsable de él, integrando en esta visión las relaciones existentes con los diversos grupos de interés de una empresa.
- *Visión de empresa al servicio de la comunidad*: esta es una visión altruista donde la empresa debe usar sus recursos de la manera más eficiente con el fin de generar bienestar en la sociedad.

La organización Mundial de la Calidad (WQO, por sus siglas en ingles), define la RSC como “la capacidad de respuesta que tiene una empresa o una entidad frente a los efectos e implicaciones de sus acciones sobre los diferentes grupos con los que se relaciona (stakeholders o grupos de interés). Así, son socialmente responsables las empresas cuando las actividades que realizan se orientan hacia la satisfacción de las necesidades y expectativas de sus integrantes, de la sociedad y de quienes se benefician de su actividad comercial (cliente, usuarios, etc.), así como también, al cuidado y preservación del entorno.” [5]

En relación a lo anterior, la capacidad se refiere principalmente a la habilidad para el buen ejercicio de una gestión empresarial de manera transversal en los diferentes escenarios de actuación de las empresas. Estos son:

- *Normativo*: hace referencia al conjunto de leyes y normas generales que el estado dicta para regular el funcionamiento de las empresas, los mercados y la competencia.
- *Operacional*: Se refiere a los factores que permiten que las empresas produzcan bienes y/o presten servicios de acuerdo a sus objetivos corporativos.
- *Económico*: trata de los recursos relacionados con la creación de valor y rentabilidad, capital e inversiones, costos, precios, tarifas y prácticas de mercado.
- *Social*: hace referencia a los aspectos que vinculan el quehacer de la organización con el contexto social en el que actúa, de modo que le permita contribuir a la calidad de vida y al bienestar de la sociedad.

- *Ambiental*: se refiere a los aspectos para identificar el impacto ambiental, la protección del medio ambiente y el desarrollo sustentable.

Por otro lado la Social Accountability International (SAI) con la Norma SA8000: 2008, cuyo objetivo es ofrecer una norma basada en los lineamientos internacionales de derechos humanos y las leyes laborales nacionales, que protege y faculta a todo el personal bajo el control e influencia de una empresa –el cual produce productos o provee servicios para esa empresa- incluyendo el personal contratado por la propia empresa, así como por sus proveedores/subcontratistas, subproveedores y trabajadores desde el hogar.[6]

### **Comentarios Finales**

La **Responsabilidad Social Empresarial** es a un mismo tiempo un imperativo para los negocios y una ventaja competitiva. Una estrategia exitosa de negocios debe contar con los siguientes pilares: capital adecuado, buena gerencia, productos y servicios de calidad, dominio de la tecnología, óptimo servicio al cliente y una estrategia integral de Responsabilidad Social. Esos pilares están ligados entre sí y son inter-dependientes.

La empresa debe tomar conciencia de su propia Responsabilidad Social ya que ésta es algo inherente a ella misma, a su condición de ciudadano corporativo, no es algo que se adopte o se adquiera.

Cada vez más las empresas perciben que la Responsabilidad Social es un tema que no está restringido solamente a las acciones sociales o ambientales desarrolladas por la organización en la comunidad, sino que implica también el dialogo e interacción con los diversos públicos de la empresa. Para que la empresa trabaje en el tema de la Responsabilidad Social, en una perspectiva sistémica y amplia, es necesario que este concepto sea incorporado a los procesos de gestión y por lo tanto formar parte integral de las estrategias de negocio y del sistema de planeación interna de la empresa.

### **Bibliografía**

1. Friedman, M. (1966): Capitalismo y libertad. Ediciones Rialp. Madrid. [1962: Capitalism and freedom. University of Chicago Press. Chicago].
2. Porter, M. E.; Kramer, M. R. (2002): "The competitive advantage of corporate philanthropy". Harvard Business Review, Vol. 80, n° 12, (56-58).
3. Carroll, A.B. (1991). "The pyramid of corporate social responsibility: toward the moral management of organizational stakeholders", Business Horizons, July/August, pp.39-48.
4. Lantos, G. (2001), "The Boundaries of Strategic Corporate Social Responsibility", Journal of Consumer Marketing, Vol.18 No. 7, pp.595-630
5. Comité Técnico TWQO 55/2006 (Marzo 2008), Compromiso con la Responsabilidad Social Organizacional, Barcelona. Pp.1-8
6. Norma SA8000: 2008 Tercera revisión. SAI New York, NY.



## Análisis de los Esfuerzos en los Cuernos de los Meniscos de la Rodilla Humana

<sup>1</sup>Dr. Gilberto Piña Piña\*, Dr. José Ma. Rodríguez Lelis\*\*, Ing. Fernando Plata Gaona\*, Ing. José Alfredo Zendejas Tepichin\*

### Resumen

Los meniscos se lesionan por dos causas principalmente, éstas son: problemas de tipo metabólico o bien por desgarres traumáticos, Los datos estadísticos muestran que la incidencia más frecuente de lesiones es en la unión de los meniscos con el platillo tibial, la cual corresponde a los cuernos de los mismos; en ocasiones estas uniones están comprometidas por la falla del ligamento yugal. Enfocaremos nuestro estudio de los esfuerzos en los cuernos de los meniscos, ya que estos de limitan hasta cierto punto el movimiento de los meniscos sobre las glenoides.

Se consiguieron seis juntas de rodilla de edad adulta, las cuales se congelaron a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta el día de la prueba. El espécimen fue cargado en dirección natural y se alinearon las fibras en forma paralela a la dirección de la carga. Para caracterizar las propiedades materiales de las uniones del menisco, la rigidez lineal N/mm, el módulo elástico MPa, la carga destructiva N, el desplazamiento último mm, última deformación en % y último esfuerzo MPa, fueron determinados. El análisis de la distribución de la deformación se hizo para tres uniones las cuales son: lateral anterior (L-A), medio anterior (M-A) y medio posterior (M-P). El promedio de sección transversal para todas las uniones de prueba se determinó en  $109\text{ mm}^2$  aproximadamente. La longitud promedio de las tres uniones se estimó en: 14mm, 15mm y 16.5mm para las uniones M-A, M-P y L-A respectivamente. El promedio de la rigidez lineal de las tres uniones se encontró en 420 N/mm 190 N/mm y 325 N/mm para las uniones L-A, M-A y M-P respectivamente. El último esfuerzo de las uniones L-A y M-A, arrojaron valores de 20 MPa y 11.5 MPa respectivamente. Las cargas de falla promedio de las tres uniones resultaron en 2500 N, 1082 N y 1500 N para L-A, M-A y M-P respectivamente.

### Introducción

Los meniscos son estructuras fibrocartilaginosas esenciales para el funcionamiento normal de la rodilla humana. Aunque inicialmente se consideró que no realizaban ninguna función en la articulación, algunos estudios demuestran que las funciones que cumplen incluyen el soporte y la distribución de una parte significativa de la carga que pasa a través de la articulación, la absorción de energía de impactos y la lubricación articular [1, 2, 3]. Otra función primordial de los meniscos es la protección del cartílago articular.

Los meniscos se lesionan por dos causas principalmente, éstas son: problemas de tipo metabólicos o bien por desgarres traumáticos; Los desgarres pueden ser provocados por varios factores entre los que se encuentran los siguientes: lesiones de los ligamentos cruzados, lesiones en la fijación del menisco sobre el platillo tibial a través de los cuernos de los meniscos, lesión del ligamento lateral interno y lesión del tendón del músculo popliteo. La sección transversal de cualquiera de los elementos mencionados anteriormente, tiende a disminuir por cuestiones patológicas, provocando el debilitamiento y consecuentemente reduciendo su resistencia, lo cual compromete seriamente a la articulación en su conjunto.

---

<sup>1</sup>\*Instituto Tecnológico de Toluca, \*\*Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico  
[gpina@ittoluca.edu.mx](mailto:gpina@ittoluca.edu.mx), [jmlelis@cenidet.edu.mx](mailto:jmlelis@cenidet.edu.mx), [fplatag@hotmail.com](mailto:fplatag@hotmail.com)

Como los datos estadísticos revelan que la incidencia más frecuente de lesiones es la de los cuernos de los meniscos, enfocaremos nuestra atención al estudio de los esfuerzos en estos elementos.

### **Método y resultados**

Las uniones naturales de los meniscos de la rodilla son a través de los cuernos sobre el platillo tibial; dichas uniones resisten esfuerzos de tensión durante los desplazamientos del menisco cuando se aplica carga y movimiento a la articulación. Estas uniones se analizarán de forma matemática y experimentalmente en el presente estudio. Se consiguieron seis juntas de rodilla de edad adulta, las cuales se congelaron a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta el día de la prueba. En el momento de las pruebas, los especímenes se descongelaron a temperatura ambiente y se desarticularon. Todos los tejidos se removieron, quedando solamente la tibia con los meniscos. El espécimen fue cargado en dirección natural y se alinearon las fibras en forma paralela a la dirección de la carga. Cada unión fue pre-condicionada a  $10\text{ mm/min}$  al  $3\%$  de deformación por 10 ciclos. La pre-condición se hizo para obtener repetibilidad de los resultados. El  $3\%$  del nivel de deformación se eligió para no dañar el tejido y permanecer con los niveles de carga fisiológica de acuerdo a los protocolos para tejidos [11]

Para determinar óptimamente la distribución de la deformación sobre la superficie del espécimen, un sistema consistente de un conjunto de marcas y una cámara de video digital fue utilizada, el tejido fue humedecido continuamente con una solución salina. Previo a la realización de las pruebas el tejido se limpió, se secó y se hicieron marcas para dividir la superficie del tejido en regiones discretas aplicando tinta permanente, dichas marcas permitieron analizar la deformación. La unión se dividió en regiones; cerca del menisco, en la región de transición y en la región cerca del punto de inserción con el hueso, además se dividió a los planos de las regiones en tres diferentes puntos de la sección transversal, con el fin de observar la deformación sobre dichos planos; la figura 1 muestra la posición de los cuernos anteriores y posteriores en forma aproximada, ya que estos vienen en la parte inferior de los meniscos.



Figura 1 Posición de los cuernos en los meniscos interarticulares.

La cámara de registró en tiempo real del movimiento de las marcas cada 2 segundos. Las películas obtenidas se calibraron mediante transductor, de modo que se observó la deformación para cada una de las regiones. Para caracterizar las propiedades materiales de las uniones del menisco, la rigidez lineal  $\text{N/mm}$ , el módulo elástico  $\text{MPa}$ , la carga destructiva  $\text{N}$ , el desplazamiento último  $\text{mm}$ , última deformación en  $\%$  y último esfuerzo  $\text{MPa}$ ,

fueron determinados. Las áreas de sección transversal se encontraron para todas las uniones. Por tanto el módulo elástico y el esfuerzo último se calcularon también para todas las muestras. El análisis de la distribución de la deformación se hizo para tres uniones las cuales son: lateral anterior (L-A), medio anterior (M-A) y medio posterior (M-P). Las marcas y las diferentes longitudes de cada unión se compararon para obtener las gráficas de varios especímenes. La figura 2 muestra el equipo empleado para someter a tensión a las uniones y para recopilar los resultados.

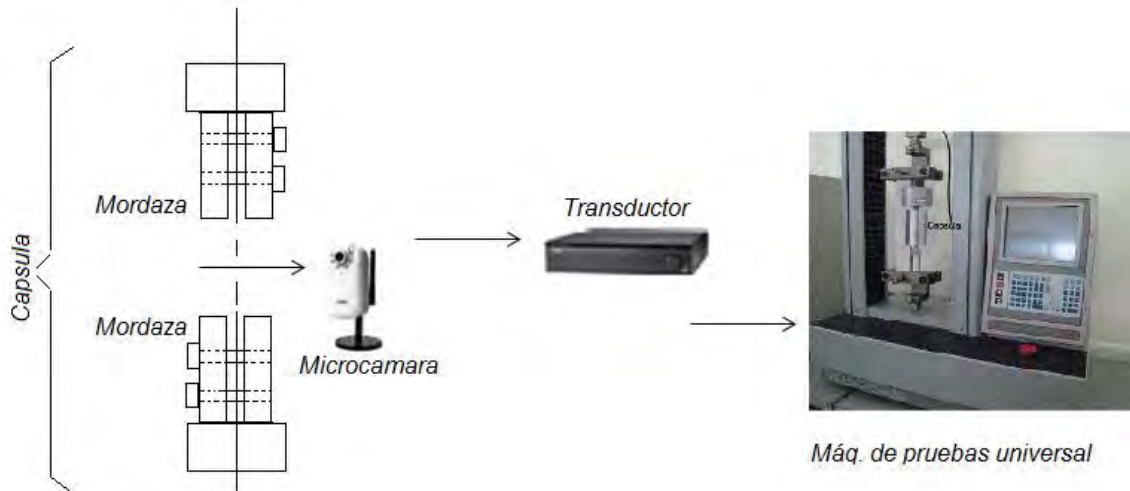


Figura 2. Equipo empleado en la experimentación.

El promedio de sección transversal para todas las uniones de prueba se determinó en  $109 \text{ mm}^2$  aproximadamente. Comparando las áreas de sección transversal de las uniones L- A, y M-A, no hubo diferencias con el promedio. La longitud promedio de las tres uniones se estimó en: 14mm, 15mm y 16.5mm para las uniones M-A, M-P y L-A respectivamente. El promedio de la rigidez lineal de las tres uniones se encontró en 420 N/mm 190 N/mm y 325 N/mm para las uniones L-A, M-A y M-P respectivamente, estos datos se resumen en la tabla I. Diferencias significativas se encontraron al comparar la rigidez lineal de las tres uniones. Dichas diferencias se muestran en las figuras 3, 4 y 5. Las uniones L-A, y M-A son significativamente diferentes; para las uniones L-A y M-P no hay diferencias del promedio total. Los módulos de elasticidad de las uniones L-A, M-A y M-A son significativamente diferentes.

El último esfuerzo de las uniones L-A y M-A, arrojaron valores de 20 MPa y 11.5 MPa respectivamente. Las cargas de falla promedio de las tres uniones resultaron en 2500 N, 1082 N y 1500 N para L-A, M-A y M-P respectivamente. Estos resultados se resumen en la tabla I.

Tabla 1

Resumen de las mediciones físicas de las uniones

	Módulo de elasticidad MPa	Carga última N	Desplazamiento último mm	Esfuerzo último MPa	última deformación %
Lateral	96.2	2500	7.5	20	30
Medio	39.0	1082	9.0	11.5	45
Posterior	95.0	1500	6.0	19.5	35

En la figura 3 se aprecia el desplazamiento total de la unión lateral anterior del menisco de la rodilla, su máximo desplazamiento es de alrededor de 7.5 mm. La aplicación de la carga correspondiente a este desplazamiento es de tres pesos corporales promedio. El valor de la pendiente es variable hasta los 3 mm de desplazamiento, después se conserva constante hasta los 7.5 mm, a partir de los cuales se presenta la falla del material. Los módulos de elasticidad para las tres uniones son diferentes, como se resume en la tabla I. Los dos primeros picos de la gráfica representan la zona elástico-plástica.

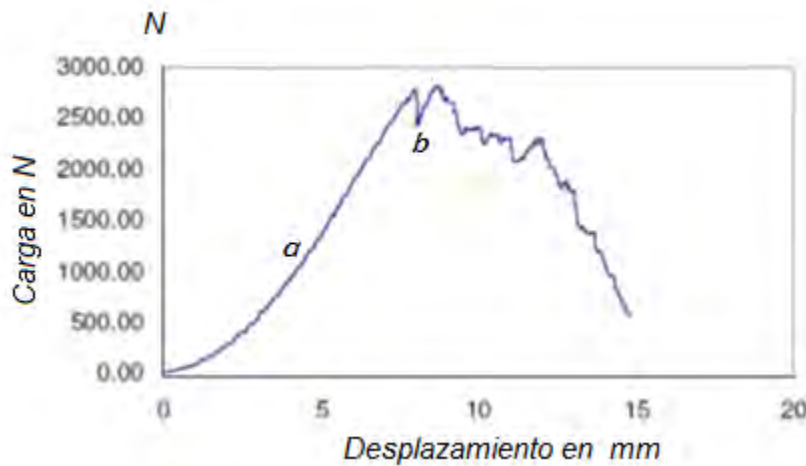


Figura 3. Desplazamiento de la unión lateral anterior de menisco; (a) elasticidad no proporcional, (b) zona elástico-plástica

El desplazamiento total de la unión medial anterior del menisco de la rodilla, alcanza su máximo alrededor de los 3.5 mm de desplazamiento y a partir de este punto inicia a ceder el material. El desplazamiento para esta unión es correspondiente a un peso corporal promedio, como se muestra en la figura 4. Para esta unión, la zona elástico-plástica se encuentra alrededor de los 4 mm de desplazamiento.

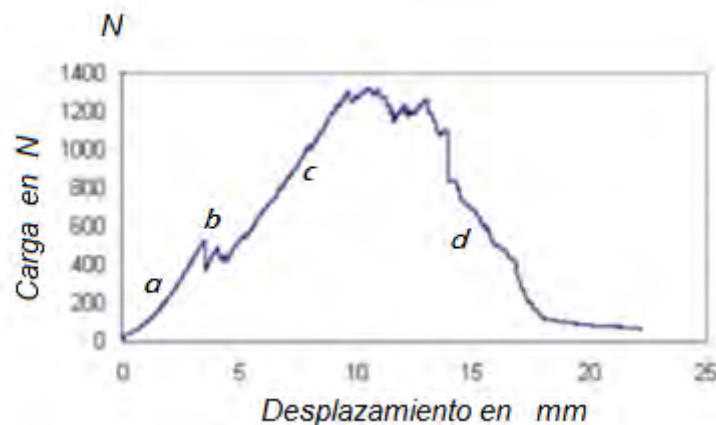


Figura 4. Desplazamiento de la unión medial anterior de menisco; (a) elasticidad no proporcional, (b) zona elástico-plástica, (c) fortalecimiento y (d) ruptura.

El desplazamiento que se aprecia en la figura 5. de la unión medial posterior del menisco de la rodilla, es equivalente a un peso corporal promedio y alcanza su máximo alrededor de los 6.0 mm, después aparecen los picos de la zona elástico-plástica.

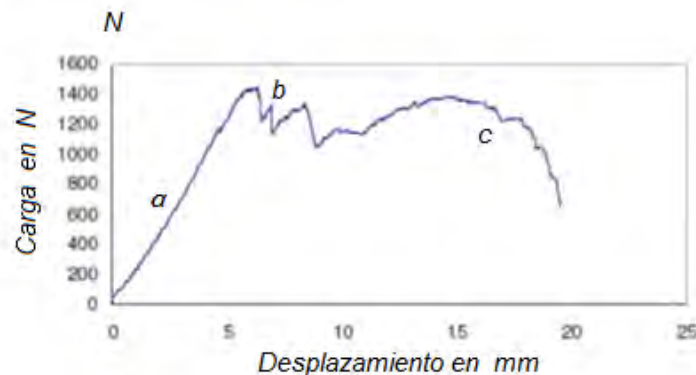


Figura 5. Desplazamiento de la unión medial posterior de menisco; (a) elasticidad no proporcional, (b) zona elasto-plástica y (c) ruptura.

La unión L-A, mostró un promedio de deformación normalizada con valores de 0.81, 0.03 y 0.40, en la región cerca del hueso, en la región de transición y cerca del menisco. Estos porcentajes de deformación se ven claramente en la figura 4. Esta unión es la más resistente, esto se debe a su mayor módulo de elasticidad, el cual se determinó experimentalmente.

La unión M-A tiene un promedio de deformación normalizada de 0.77, 0.02 y 0.13 en las regiones cerca del hueso, en la región de transición y cerca del menisco como se muestra en la figura 5.

Finalmente, en la unión M-P sus deformaciones en la región cerca del hueso, en la región de transición y cerca del menisco son 0.15, 0.3 y 0.83 respectivamente, como se muestra en figura 6. En esta unión la mayor deformación se encuentra cerca del menisco; esto revela que el menisco tiene un mayor desplazamiento en esa región sobre el platillo tibial.

## Conclusiones

Con respecto a las lesiones de las uniones de los meniscos sobre el platillo tibial causadas por trauma, los datos médicos reportan que se debe a esfuerzo excesivo por parte del lesionado. Generalmente, estas uniones se reparan mediante cirugía y en un porcentaje de más del 98% tienden a sanar ya que cuentan con una buena irrigación sanguínea.

Por otro lado, cuando la sección transversal de la unión menisco tibial es considerablemente menor al promedio normal, esto significa que el problema es de tipo patológico; en estos casos se procede a tratar de rehabilitar el colágeno mediante medicación. Sin embargo, las probabilidades de cura son muy bajas por lo que el siguiente paso es reforzar dicha unión con un material bio-compatibles (existe gran variedad de estos materiales).

Par el caso específico de la sujeción de una prótesis de menisco, se debe tener cuidado de que la resistencia de dicha unión sea igual o mayor a la de la unión natural, ya que de otro modo, la deficiencia de la unión tibio meniscal, traerá como consecuencia la falla de la prótesis de menisco y causará incertidumbre acerca del diseño del menisco artificial.

En un trabajo futuro, se estudiarán los esfuerzos de los ligamentos cruzados, los cuales al lesionarse, en un gran porcentaje causan una lesión simultánea de los meniscos de la articulación.

## Referencias

1. Ian M. W., 1989, *The principles and Practice of Electron Microscopy*. Cambridge University Press.
2. Miguel J. Y., José R. G., 2000 *Microscopía Electrónica*, Fondo de Cultura Económica.
3. Whipple R. R., Wirth C. R., and Mov V. C., 1985, *Anisotropic and zonal variations in the tensile properties of the meniscus*. Orthopaedic Research Society.
4. Day B., 1985, *The vascular and nerve supply of the human meniscus arthroscopy*. Orthopaedic Research Society, 1: p 58 – 62.
5. Ding M., 1998, *Mechanical properties of the normal human tibial cartilage-bone complex in relation to age*. *Clinical Biomechanics*, 13(4-5): p. 351-358.
6. Jin H. and Lewis J. L., 2004, *Determination of Poisson's Ratio of Articular Cartilage by Indentation Using Different-Sized Indenters*. *Journals of Biomechanical Engineering*, 126(2): p. 138-145.
7. Hayes W. C., 1972, *A mathematical analysis for indentation tests of articular cartilage*. *Journal of biomechanics*, 1972. 5(5): p. 40-44.
8. Leroux M. A., and Setton L. A., 2002, *Experimental and biphasic FEM determinations of the material properties and hydraulic permeability of the meniscus in tension*. *Journal of biomechanical engineering*, 124(Jun): p. 315-321.
9. Beaupre A., 1986, *Knee menisci. Correlation between microstructure and biomechanics*. *Clin Orthop*, (Jul): p. 72-75.
10. Petersen W., and Tillmann B., 1998, *Collagenous fibril texture of the human knee joint menisci*. *Anatomy and embryology*, 197(Apr): p. 317-324.
11. Tammy L. H., 2004 *Proyecto de Investigación en Ingeniería de Tejidos*. Universidad de California.
12. Watanabe N., Kamel S., Ohkubo A., Tokudo K., 2007, *Urinary Protein as Measured with a Pyrogallol Red - Molybdate Complex, manually and in a Hitachi 726 automated analyzer*, *Clin. Chem.* 32, 8, 1551.
13. Pirela A., Kratz G., 2004, *Engineering of multilayered urinary tissue in vitro*. *Tissue Eng*;10:175-180.

# Vigilancia Tecnológica Para Empaque De Frutas Pasifloras

Pinzón Guillermo, Diana Teresa<sup>1</sup>, Leyla Neyibe Ramirez Castañeda<sup>2</sup>

**Resumen:** Colombia es reconocido debido a sus cultivos de pasifloras destacando la Pasiflora Ligularis (Granadilla) y la Pasiflora Edulis (Gulupa), los agricultores se ven afectados debido a las fallas en cada uno de los eslabones de la cadena logística, como en el empaque el cual no brinda la protección y beneficios adecuados al fruto.

Se decidió investigar las tendencias actuales acerca del empaque en frutas, para ello se utilizó el proceso de Vigilancia Tecnológica el cual recolecta información sobre las últimas tendencias, este proceso tiene su fundamento en las bases de datos especializadas allí por medio de palabras clave se encuentran resultados que posteriormente van hacer consolidados en el software Vantage Point encontrando las diferentes alternativas actuales en empaque, como las atmosferas modificadas.

Por último las alternativas son llevadas al software Expert Choice el cual se basa en la técnica del Proceso Analítico Jerárquico donde criterios y alternativas son evaluadas por un panel de expertos obteniendo como resultado la alternativa de atmosferas modificadas.

**Palabras claves:** Empaque, Pasiflora, Vigilancia Tecnológica, Tendencias.

## Introducción

La agro-industria en Colombia se ha visto afectada por diferentes factores debido al cambio tecnológico, las tendencias de hace algunas décadas no son eficientes para esta nueva era donde la competitividad en las industrias es un factor clave para subsistir. Aun así el país le apuesta a la agricultura y a cultivos de pasifloras como la Pasiflora Ligularis (Granadilla) y la Pasiflora Edulis (Gulupa) dos pasifloras apetecidas en diferentes mercados, debido a su olor, sabor, color y alto contenido en vitaminas.

El género pasiflora es reconocido por ser una planta trepadora, con hojas alternas, zarcillos espirales que aparecen en una extremidad de la hoja, son conocidas como “flor de la pasión” y por ser una flor la cual produce un fruto, el principal problema que se tiene con la pasiflora Ligularis y la pasiflora Edulis se basa en los diferentes eslabones de la cadena logística del fruto sobretodo en el Empaque debió a la mala manipulación del fruto, actualmente se usan las canastas gasolineras, las cajas de cartón, bolsas y tulas, la ventaja que tienen en común es que todas albergan una gran cantidad de fruto, su principal desventaja es la reducción de vida útil y las plagas por la reutilización de los empaques.

Para mejorar la industria y estar al tanto de las tendencias en el mundo se utiliza un vigilancia tecnología, método el cual recopila información por medio de bases de datos especializadas como Scopus y Scient direct, su búsqueda se hace mediante palabras claves en este caso Packing y este arroja información que posteriormente es depurada y llevada al software Vantage Point el cual recopila la información y por medio la minería de datos da a conocer las alternativas de empaque actuales.

Una vez obtenidos los resultados se hace una evaluación mediante la herramienta de Analytic hierarchy process (AHP) la cual consta de cuatro pasos el primero es modelización donde se da un desarrollo a la jerarquía mediante la definición de alternativas y criterios, la valorización haciendo referencia a la construcción de la matriz pareada, la priorización y síntesis y por último el análisis de sensibilidad donde se obtendrá la mejor alternativa la cual satisfaga el objetivo de la jerarquía.

## Metodología

La elaboración de esta investigación se realizó en dos partes la primera mediante un proceso organizado llamado Vigilancia Tecnológica una vez obtenidos los resultados se utilizó la herramienta llamada Proceso Analítico Jerárquico (*The Analytic Hierarchy Process*).

### **Vigilancia tecnología:**

Es un proceso organizado el cual permite el análisis del entorno, para este se tuvo en cuenta la minería de datos y mapeo tecnológico, es así como se empezó con la fase de preparación de búsqueda, en el cual se tomaron dos bases de datos especializadas Scientdirect y Scopus, se usaron palabras clave como “Packing” y se llevó una bitácora de

<sup>1</sup> Diana Teresa Pinzón Guillermo; estudiante de Ingeniería Industrial en la universidad Libre; Bogotá, Colombia; [dianat.pinzong@unilibrebog.edu.co](mailto:dianat.pinzong@unilibrebog.edu.co). (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Docente de Ingeniería Industrial, Universidad Libre; Bogotá; Colombia; [Leylan.ramirez@unilibrebog.edu.co](mailto:Leylan.ramirez@unilibrebog.edu.co).

la búsqueda, además de ello se estableció un intervalo de tiempo de 2003 a 2014, en su búsqueda se seleccionaron las opciones de “Abstract, Tittle y Keywords” para ello se usó la ecuación (1);

$$(TITLE - ABS - KEY(packaging) AND TITLE - ABS - KEY(tropical fruits) ) AND DOCTYPE(ar) AND PUBYEAR > 2002 \tag{1}$$

Donde:

- Tittle- Abs- Key: ítems de búsqueda.
- Packing–Tropical Fruit: palabras clave

El siguiente paso fue la depuración y convalidación de los registros, la información obtenida se procesó en el software Vantage Point una herramienta minera de texto la cual por medio del software permite la elaboración de mapas tecnológicos. Es así como La herramienta Vantage Point evidencio las tendencias en los últimos diez años; en el primer grafico se evidencian la cantidad de publicaciones por año con una matriz de coocurrencia de xn donde la x son los autores y n son las publicaciones

Author	2011	2013	2008	2010	2012	2007	2009	2006	2005	2014
Sivakumar, D.	1			2						
Chen, P.										
Do Amarante, C V T										
Gong, Y-M										
Jiang, Y										
Kang, S										
Kanwar, J S				1		1				
Kimura, S.										
Kurosu, H.				1		1				
Li, W.				1						
Sabir, F. K.										
Salomão, L C C										
Shao, Y										
Sharma, R R										
Singh, D				1		1				
Singh, N										
Sone, M				1						
Steffens, C A.										
Wang, Y				1						
Watanabe, J.				1						

Figura 1. Relación De Los Autores Con El Año De Publicación (Software Vantage Point)

De los 234 artículos encontrados el autor con mayor número de publicaciones es Sivakumar con un total de tres publicaciones, dos en el año 2010 y una en el año 2011, en sus investigaciones hace referencia a un tipo de empaque en frio “redujo la incidencia y la severidad de la antracnosis, pulpa gris, pérdida de peso y la pérdida de firmeza de la fruta, y mostró sabor aceptable, textura y mayor aceptación en general”( Sivakumar, D) Otros autores suelen tratar el tema de las atmosferas modificadas, según Garcia (Garcia, E., Gago, L). Es cuando se extrae el aire del envase y se introduce, a continuación, una atmósfera creada artificialmente cuya composición no puede controlarse a lo largo del tiempo.

Keywords	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
Fruits	1																																								
Shorage																																									
Fruit quality																																									
Packaging																																									
Postharvest																																									
Shelf life																																									
ance																																									
Food storage																																									
Packaging materials																																									
Quality																																									
Quality control																																									
Fruit juices																																									
Lycopodium esculentum																																									
Malus x domestica																																									
imethology																																									
Modified atmosphere																																									
Modified atmosphere packaging																																									
Organic acids																																									
Packing																																									

Figura 2. Relación Entre Frecuencia De Palabras Claves Y Las Revistas De Publicación (Software Vantage Point)



Este tipo de relación permite tener información acerca de los acontecimientos actuales a nivel global, y en qué lugares tienen mayor importancia o mayor trabajo; siendo Brasil con 17 artículos el país con mayor cantidad, seguido así por India con 11, posteriormente China y Estados Unidos.

La matriz de coocurrencia muestra la relación entre las “Palabras clave” y las revistas de publicación, encontrando en primer lugar “Revista Brasileira de Fruticultura” con un total de siete artículos, en los cuales se encuentran distribuidas las palabras clave, en segundo lugar se encuentra la revista Journal Of Food Science and Technology con cinco artículos.

Inicialmente al analizar la distribución de las palabras clave referente a los años de publicación, se debieron tener en cuenta aquellas que fueron utilizadas con mayor frecuencia en los artículos, por ejemplo, “Packing”, se encuentran diferentes tipos de empaque, ya sea para tecnología, materiales, frutas, estructura, procesos entre otras, las cuales tiene evidencia desde el 2003 hasta el 2014.

Entre ellos diferentes tipos de películas y envolturas comestibles, las frutas son cubiertas con películas de cera, pero este tipo de embalaje no sirve para importar, como en el trabajo de Rodríguez (Rodríguez, C. A.). Además de unas cajas especiales en cartón corrugado donde se retira el cáliz, empacando así la fruta en estuches termoformados, que son transparentes y con perforaciones que permiten que la fruta tenga ventilación. Una vez finalizada la etapa de exploración, se pasa a la etapa de evaluación mediante el proceso AHP.

**Proceso de análisis jerárquico (the analytic hierarchy process; ahp)**

Mediante el uso de esta herramienta se planteó el desarrollo para el empaque de frutas pasifloras con el objetivo de seleccionar la mejor alternativa para el empaque de pasifloras, y así construir estrategias las cuales permitan la integración de las cadenas logísticas agrícolas, obteniendo mayor competitividad y calidad. A continuación se describen la implementación de cada una de las etapas.

**Modelización:** Se construye en forma de jerarquía con tres diferentes niveles, en el primer nivel está el objetivo de decisión, es decir; “Seleccionar la mejor tecnología de empaque para frutas pasifloras”, las diferentes alternativas para alcanzarlo y los criterios los cuales evaluarán cada alternativa.

En el nivel dos se plantearon diferentes criterios los cuales fueron emitidos por un panel de siete expertos especializados en la cadena logística de fruta, quienes definieron los siguientes criterios de decisión (Tabla .1)

<b>CRITERIO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<b>Calidad</b>	Cumplir con los estándares que solicita el mercado.
<b>Conocimiento de la cadena</b>	Se refiere al conocimiento que debe manejar para adaptar la tecnología al mercado.
<b>Costos</b>	Son todos aquellos costos en los que se incurren al comprar y traer la tecnología hasta la región
<b>Garantía</b>	Las propiedades de la fruta durante un tiempo prolongado.
<b>Impacto del y hacia medio ambiente</b>	Medidas implementadas en el empaque para ser amigables con el medio ambiente
<b>Personal</b>	Capacitación de las personas en la tecnología.
<b>Protección (Daños–Plagas)</b>	Protección de la fruta contra plagas y problemas fitosanitarios.
<b>Tiempo de vida útil</b>	La duración de la fruta debe ser prolongada.
<b>Materiales</b>	Componentes de fabricación para cada empaque.

**Tabla 1.** Definición criterios de evaluación

Por último en el nivel tres se catalogaron las “Alternativas”, para ello fue necesario una investigación metódica acerca de los diferentes empaques para pasifloras actualmente como se explicó en la sección de la Vigilancia Tecnológica; es así como se encontraron unos empaques con mayor concurrencia como atmosferas modificadas; películas y recubrimientos, deshidratación de fruta y cajas de cartón corrugado.

**Valoración:** El panel de expertos calificarán mediante una encuesta y según su conocimiento cada uno de los criterios dependiendo la importancia que tenga esta sobre el objetivo de decisión, la calificación se dará según el Proceso analítico Jerárquico mediante la escala que plantea Thomas L. Saaty como se ve en la tabla 2.

INTENSIDAD	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	De igual importancia	Las dos actividades contribuyen de igual forma al objetivo.
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
5	Importancia fuerte o demostrada	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es más favorecida que la otra.
9	Extrema	La evidencia que favorece a una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara.

**Tabla 2.** Escala de valoración de los criterios (Thomas L. Saaty,1980)

En el software Expert choice el cual se usa para la toma de decisiones el cual se basa en el proceso (AHP), es así como se ingresaron los resultados de la ponderación de las encuestas realizadas al panel de expertos, este software evaluó la importancia de los criterios y alternativas además de los posibles escenarios a comparar para llegar a la mejor decisión.

La evaluación se realiza para cada criterio, generando la matriz de comparación pareada tal como se evidencia en la Figura 4.

	Calidad	Conocimie	Costos	Garantía	Impacto de Materiales	Personal	Protección	Tiempo (Vi
Calidad		3,0	3,0	3,0	5,0	1,0	3,0	5,0
Conocimiento de la cadena			3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0
Costos				5,0	3,0	3,0	5,0	3,0
Garantía					3,0	1,0	1,0	3,0
Impacto del y hacia el medio ambiente						3,0	5,0	3,0
Materiales							1,0	1,0
Personal								3,0
Protección (Daños y plagas)								
Tiempo (Vida útil)								

**Figura 4.** Matriz de comparación (Software Expert Choice.)

Tienen dos colores que evidencian el peso de un criterio frente a otro; es decir, el rojo hace referencia a los criterios de la columna y el negro a los criterios en la fila exceptuando el 1 como intensidad.

**Priorización y síntesis:** Para obtener los resultados se usó un método esporádico cuyo fundamento estaba en tomar las filas y columnas normalizadas de cada una de las matrices pareadas evaluadas por los diferentes integrantes del panel de expertos.

Es así como fue necesaria la elaboración de un análisis de sensibilidad donde se evaluarán los diferentes escenarios, se tomaron criterios dándole ciertos cambios en cuanto a las prioridades.

### Resultados

Una vez finalizado el ingreso de datos en el Software Expert Choice; se procedió analizar cada uno de los diferentes elementos de la jerarquía como las alternativas y los criterios.

En el escenario real planteado por medio de las encuestas se evidencia que el criterio que tiene mayor importancia relativa es el “Tiempo de vida útil”, esto debido a los estándares que pide el mercado en cuanto a la fruta ya que es primordial además la tecnología en cuanto al empaque que cumple con estos requerimientos son las atmósferas modificadas seguida por las cajas de cartón corrugado, por otro lado el criterio con menor peso porcentual es el “Impacto del y hacia el medio ambiente”, esto debido a las necesidades del mercado; como se evidencia en la Figura 5.

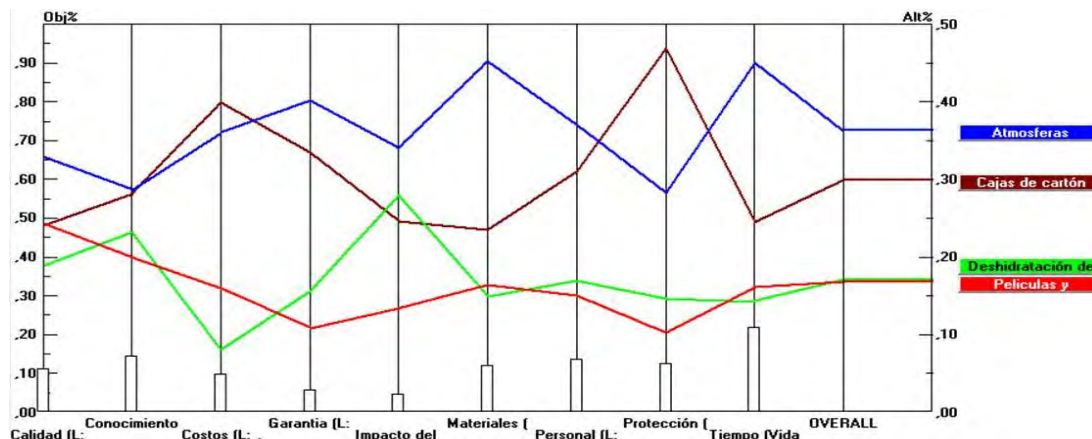


Figura 5. Prioridades con respecto a la mejor tecnología de empaque (Software Expert Choice.)

Se establecieron diferentes escenarios para evitar la subjetividad del panel de expertos en el estudio con respecto a la importancia relativa de cada elemento y como se podría ver afectada la decisión final.

**Escenario 1:** Se decidió tomar el criterio con menor puntuación porcentual; es decir, el criterio “Impacto del y hacia el medio ambiente”; en la figura 6 se evidencia el análisis de sensibilidad con respecto a dicho criterio, aun así la tecnología de “Atmosferas modificadas” sigue con el 35,4% con respecto al total de las alternativas, esto debido a la actividad metabólica con la que cuenta la pasiflora Ligularis y la pasiflora Edulis es así como utiliza materiales de permeabilidad selectiva, lo cual permite la extracción del aire y la inyección de diferentes gases como el dióxigeno (O<sub>2</sub>).

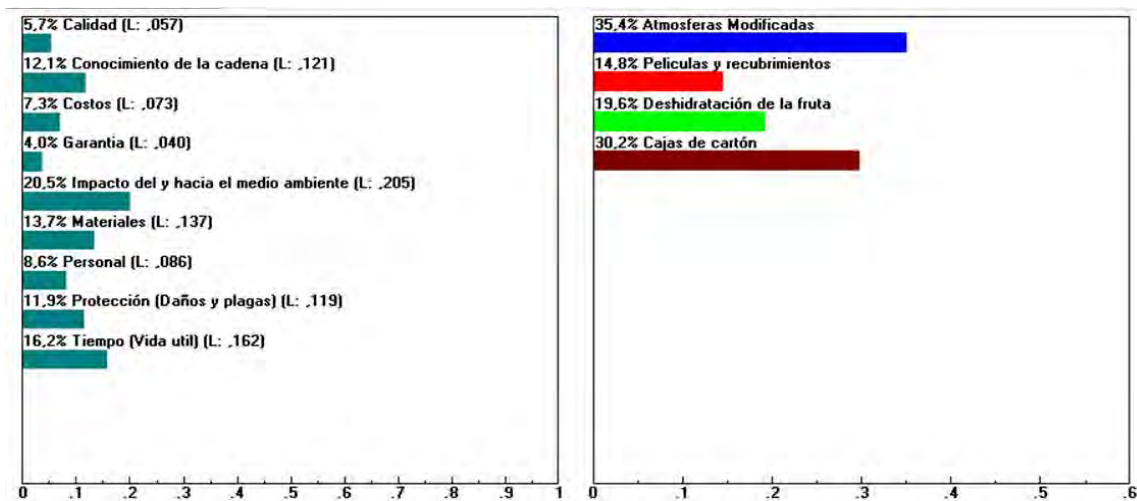


Figura 6. Análisis de sensibilidad (Expert Choice)

**Escenario 2:** Con la construcción de un segundo escenario se tomo un criterio aleatoriamente con el fin de reducir el riesgo en la toma de decisiones final, se tomo el criterio de “Costos”, debido a que una tecnología nos debe generar una relación costo-beneficio, se decidió darle un mayor puntaje porcentual a este criterio, como se evidencia en la figura 7.

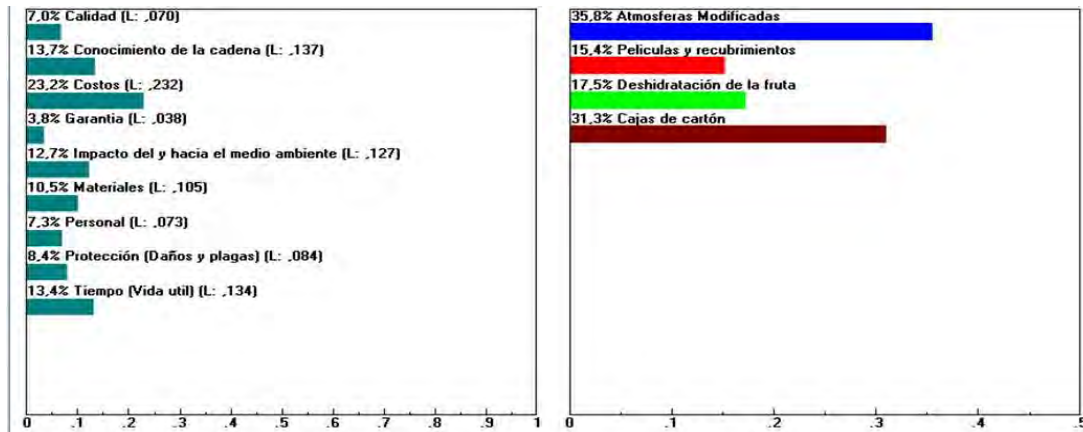


Figura 7. Resultado de la evaluación de criterios. (Software Expert Choice)

Según el análisis de sensibilidad dinámica por nodos con un 35,8% el criterio de impacto del hacia el medio ambiente afecta en mayor porcentaje a la tecnología de deshidratación de fruta ya que este es elaborado en polipropileno.

### Conclusiones y recomendaciones

En la selección de la tecnología del empaque de frutas pasifloras con respecto a la Pasiflora Edulis y la Pasiflora Ligularis se tuvieron en cuenta los diferentes factores que la pueden afectar, la infraestructura con la que cuenta Colombia produce que las frutas tengan diferentes tipos de daños como choques mecánicos, problemas fitosanitarios, además de perder diferentes propiedades en cuanto a olor, tamaño, color y textura. Es así como se requiere un empaque el cual solucione todo este tipo de problemas, según esta investigación se concluyó que el empaque de atmosfera modificada, ya que ofrece mayores ventajas a nivel de vida útil, costos y en general cumple con los requisitos del mercado.

La dos técnicas utilizadas en esta investigación como el proceso de Vigilancia Tecnológica y el proceso de análisis jerárquico permite la solución de problemas tanto cualitativos como cuantitativos, es por ello que es aconsejable en problemas de difícil decisión como los que enfrenta la Agro-Industria en Colombia.

### Referencias

- Barzilai, J., Golany, B. (1987). Consistent weights for judgment matrices of the relative importance of alternatives. *Operations Research Letters*. Great Britain 6: 131-134
- Garcia, E., Gago, L., & Fernández, J. L. (s.f.). *Tecnología de envasado en atmósfera protectora*. Miod.
- Rodriguez, C. A. (2011). *Modelo Para El Diseño y Pruebas de Empaques para la Uchua*. 309.
- Saaty, T.L. (2000). *Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process*. RWS Publications, 4922 Ellsworth Avenue, Pittsburgh, PA 15413
- Sivakumar, D., Mpho, M., Sellamuthu, P., & Bautista-Baños, S. (2013). Use of Lemongrass Oil and Modified Atmosphere Packaging on Control of Anthracnose and Quality Maintenance in Avocado Cultivars. *Journal of Food Quality*, 198-208.

# MODELO INCREMENTAL: HERRAMIENTA DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN FORMA EVOLUTIVA

M.S.L. Juan Carlos Pizarro Martínez<sup>1</sup>, M.S.L. Isela Mendoza Lozano<sup>2</sup>, Agustín Alexis Yescas Antonio<sup>3</sup> y José Adrián Martínez González<sup>4</sup>

**Resumen**—El contenido del presente documento se basa en el conocimiento del modelo incremental, desarrollado por Lehman [1984]. Las etapas son exactamente las mismas que las del modelo en cascada y su desarrollo o tiempo de vida sigue el mismo orden, pero soluciona la problemática de la linealidad del modelo en cascada. En cada paso se agregan al sistema nuevas funcionalidades o elementos indispensables que permiten desarrollar un mejor producto a partir de una versión previa.

**Palabras clave**—Incremento, Open Source, Software, iterativo, prototipo.

## Introducción

La creación de *software* no es una tarea sencilla, diversas propuestas y técnicas metodológicas incurren en el proceso de desarrollo. Al inicio de un proyecto de *software*, los requisitos deben estar bien definidos, apoyándose en una buena comunicación establecida con el cliente que lo solicita, pero se puede estar inmerso en un desarrollo esencialmente lineal. Con ello el sistema tiende a ser vulnerable, puesto que en un futuro probablemente no existan planes de contingencia ante nuevas necesidades que el cliente pueda presentar.

Para solucionar esta problemática, el modelo incremental define la creación de *software* a partir de un protocolo iterativo.

Con esta investigación se persigue conocer la efectividad del modelo incremental, para el desarrollo de un proyecto de *software*, las ventajas que la caracterizan, así como sus deficiencias. De tal manera que al finalizar este estudio, dicho paradigma se pueda plantear como una propuesta convincente y favorable, si es el caso, o bien adquirir conocimiento sobre este modelo y sus aplicaciones dentro de la ingeniería de *software* para la gestión de proyectos de la misma naturaleza.

## Descripción del método

### Conocimientos fundamentales del modelo incremental

El modelo incremental combina elementos del modelo cascada aplicado en forma iterativa. Como se muestra en la figura 1, el modelo incremental aplica secuencias lineales de manera escalonada conforme avanza el tiempo en el calendario. Cada secuencia lineal produce “incrementos” del *software*.

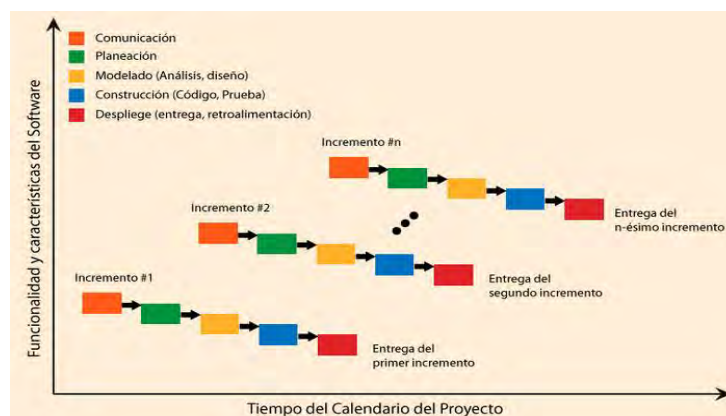


Figura 1. El modelo incremental

<sup>1</sup> El M.S.L. Juan Carlos Pizarro Martínez es Catedrático del departamento de Sistemas y Computación en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez [jcpizarro@itcj.edu.mx](mailto:jcpizarro@itcj.edu.mx) (autor corresponsal).

<sup>2</sup> La M.S.L. Isela Mendoza Lozano es Catedrática del departamento de Sistemas y Computación en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, [imendoza@itcj.edu.mx](mailto:imendoza@itcj.edu.mx).

<sup>3</sup> Agustín Alexis Yescas Antonio es Estudiante de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [13111687@itcj.edu.mx](mailto:13111687@itcj.edu.mx)

<sup>4</sup> José Adrián Martínez González es Estudiante de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [13111673@itcj.edu.mx](mailto:13111673@itcj.edu.mx)

Otra característica fundamental de este modelo es ser interactivo, ya que brinda al final de cada incremento la entrega de un producto completamente operacional, estableciendo comunicación con el cliente que lo solicita. El modelo incremental, es particularmente útil cuando no se cuenta con una dotación de personal suficiente. Los primeros pasos los pueden realizar un grupo reducido de personas y en cada incremento se añadirá personal, de ser necesario. Por otro lado los incrementos se pueden planear para gestionar riesgos técnicos.

#### *Ejemplo orientado a un editor de texto*

Notepad++ es un editor de texto, su característica principal es ser de código abierto (*En inglés Open Source*). Soporta diversos lenguajes de programación. Basa su creación en el modelo incremental, categóricamente iterativo. Este *software* realiza cambios en su estructura cada vez que es lanzado un nuevo lenguaje de programación a la red. Nótese que el límite de desarrollo de este sistema no está definido por una sola entrega del producto, sino que al surgir un candidato a formar parte del mismo, se hacen mejoras para la satisfacción de su propia comunidad de usuarios.

Como pudo notar en el ejemplo anterior, el modelo incremental entrega una serie de lanzamientos. Estas *facetas* o *instancias* del *software* son llamadas incrementos. Con cada incremento se proporciona en forma progresiva mayor funcionalidad y dinamismo al sistema.

Se denomina producto esencial al primer incremento desarrollado en el proyecto, el cual sirve como base fundamental del proyecto, y dependerán de él los demás incrementos, así como los cambios que en un futuro se vayan integrando.

El producto esencial, es sometido a una evaluación hecha por el cliente o bien puede ser calificada por el grupo que lo desarrolla. En base a los resultados de dicha prueba, se toman decisiones para el siguiente incremento. Esta dinámica es repetida cuantas veces sean necesarias, hasta que las necesidades del usuario queden satisfechas y el producto final sea de calidad.

La naturaleza del modelo incremental es iterativa, enfocada en proporcionar un producto netamente productivo con cada incremento. “El modelo incremental es un desarrollo inicial de la arquitectura completa del sistema, seguido de incrementos y versiones parciales del mismo. Cada incremento tiene su propio ciclo de vida.” (Weitzenfeld, 2007)

Todas las actividades llevadas a cabo durante el proyecto se dividen en procesos, éstas a su vez en más subprocesos y así sucesivamente, dando lugar al término *software factory*, el cual es un paradigma de desarrollo de *software*, orientado a controlar el desarrollo y surgimiento de variantes durante la evolución del proyecto.

#### Aseveraciones del modelo incremental:

- La administración de proyectos es más fácil de lograr en incrementos más pequeños.
- Es más fácil comprender y probar incrementos de funcionalidad más pequeños.
- La funcionalidad inicial se desarrolla más temprano, logrando resultados de inversión en menor tiempo.
- Hay más probabilidad de satisfacer el cambio en los requisitos de usuario mediante incrementos del *software* en el tiempo, que si fueran planeados todos en un mismo periodo.

#### *¿Por qué emplear el modelo incremental?*

Es razonable estudiar con profundidad mediante pequeñas particiones los requisitos del cliente, es decir, tratar con módulos más cómodos. De esta forma se tiene mayor flexibilidad, en cuanto al diseño y programación del *software* para su posterior prueba. El modelo incremental incluye todas estas características, por eso es una herramienta sumamente recomendable para la producción de un sistema.

#### *Ventajas y desventajas del modelo incremental*

Según Barranco (2001) el modelo incremental “permite experimentar con prototipos ejecutables intermedios. No obstante este modelo requiere herramientas gráficas y suele tener ciertas dificultades en obtener medidas de rendimiento.” Este paradigma es muy útil cuando la definición de los requisitos no es específica o explícita, ya que ayuda a su completo refinamiento.

La falta de claridad en cuanto a los requisitos y especificaciones derivadas de la etapa anterior puede ampliarse o modificarse durante el tiempo de vida del proyecto, para ello el modelo incremental, trata de manera

menos abstracta el problema, mediante el uso de módulos. Uno de los problemas que se pudieran presentar, es la detección de requisitos tardíamente, siendo su corrección tan costosa como en el caso del modelo en cascada.

De esta forma eficaz de producir *software*, se obtiene menos tiempo de espera para obtener el producto final, en consecuencia, resulta más sencillo añadir cambios al proyecto.

En comparación con el modelo en cascada, con cada incremento se detallan mejor las actividades que se tengan que hacer y por ende se construye un sistema que se va acoplando cada vez más a las necesidades del cliente.

### Comentarios finales

#### *Resumen de resultados*

El artículo expuso el desarrollo de *software* desde el punto de vista iterativo, basados en el modelo incremental. Esta forma de llevar a cabo un proyecto se centra en la entrega de un producto totalmente funcional con cada incremento o etapa. Las primeras versiones son partes constitutivas “incompletas” del producto final, pero le brindan al usuario las herramientas necesarias para poder evaluarlo a fin de cubrir sus requerimientos.

Los resultados de esta investigación satisfacen los objetivos planteados, es decir, se pudieron conocer las ventajas y deficiencias del modelo incremental.

Analizando el contenido, podemos darnos cuenta de la gran eficacia que éste añade a un proyecto de *software*, y que sin duda alguna, extiende un sin número de aplicaciones a esta ingeniería.

Cabe mencionar, que no existe un modelo universal que garantice el éxito frente al desarrollo de *software*. Para proponer esta metodología debemos adaptarnos al contexto del proyecto. Es decir, analizar bien nuestros recursos, como son: humanos, técnicos, tiempo, sistemas, etc. Una vez hecho esto, podemos decidir y optar sobre este modelo.

De las virtudes más destacables del modelo incremental, son la flexibilidad y el rápido ajuste a un proyecto que cuenta con poco personal para el desarrollo de actividades, generando entregas o *facetas* del producto final en lapsos de tiempos muy cómodos.

La velocidad de desarrollo de *software* es de los puntos más importantes dentro un proyecto. Si bien, el modelo incremental se ve un tanto incompetente en comparación con paradigmas y metodologías emergentes, la calidad y funcionalidad operacional no son despreciables y mucho menos cuando hablamos de proyectos sumamente grandes, en los que se requiere de gran dirección y una correcta gestión de todos los recursos.

Desde esta perspectiva, el modelo incremental surge como una alternativa muy apropiada, solucionando diversas problemáticas sobre cualquier resistencia por parte del equipo de desarrollo, del cliente o agente asociado al proyecto.

#### *Conclusiones*

Se puede pensar en el modelo incremental, como herramienta de creación de software que se desarrolla dentro de un entorno modular, con entregas parciales del producto *Software* denominados "incrementos" del sistema, que son escogidos en base a prioridades predefinidas de algún modo. El modelo permite una implementación con refinamientos sucesivos (ampliación y/o mejoras). Con cada incremento se agrega nueva funcionalidad o se cubren nuevos requisitos o bien se mejora la versión previamente implementada del producto software.

De los modelos existentes para la creación de software, éste es de los más recomendados ya que proporciona una mayor eficiencia y eficacia al proyecto terminado junto con todos los incrementos previos a su culminación, de manera que las necesidades del usuario son ampliamente satisfechas y el software es de mejor calidad.

Restarle importancia a las necesidades del cliente, podría retrasar el proceso de construcción de un producto de software, así que, es vital conocer bien lo que se quiere, para luego determinar el “qué hacer” en cada incremento. De esta manera nos aseguramos de que con cada producto que se entregue por incremento, nos estamos acercando más al software que nuestro cliente verdaderamente quiere y por ende necesita.

#### *Recomendaciones*

Las personas interesadas en continuar con el presente estudio, podrían enfocarse en las características de este modelo de desarrollo y el impacto que tuvo en el momento de su implementación, así como las cuatro fases o incrementos dentro de este modelo. No obstante, es importante considerar cómo el cliente influye en la toma de decisiones dentro de cada etapa para la adaptación del sistema final a sus necesidades reales, de tal manera que en la culminación del proyecto el software no sufra anomalías o dicho cliente quede insatisfecho.

Además de ello, es importante tomar en cuenta las ideas y fundamentos teóricos que hasta ahora se han expuesto sobre el modelo incremental que provienen de los autores citados en este artículo.

Se pueden fusionar todos estos elementos con un caso de la vida real y así poder presentar evidencia de las mejoras y beneficios que trae este modelo para la creación de *software*. Para ello también es recomendable

utilizar herramientas del control de actividades por unidad de tiempo, es decir, un calendario que nos informe con precisión y anterioridad lo que debemos de hacer conforme avanza el tiempo de vida de nuestro proyecto.

Algunas herramientas útiles son los: Diagramas de *GANTT*, *PERT* y *CPM*. Con ellos podemos optimizar el ritmo de ejecución de los planes preestablecidos para el proyecto y mejorar la administración de los recursos con los que contamos para llevarlo a cabo. Cabe mencionar que estos diagramas son implementados en *software*, la mayoría de ellos *Open Source*. Pueden ser de vital ayuda, a fin de culminar de la mejor manera lo que queremos hacer.

Mantenerse en contacto con el cliente, es muy recomendable, ya que es pieza clave a lo largo del proyecto; sobre todo al momento del levantamiento de los requisitos necesarios, en el proceso de construcción del producto de software. Se puede decir que las necesidades del cliente y los incrementos realizados son imprescindibles, es decir, que uno no puede llevarse a cabo sin el otro, la existencia del primero, mejora considerablemente el estado y comportamiento del segundo elemento. Con ello, conseguimos entregar finalmente un producto de alta calidad que promete satisfacer con creces las necesidades de nuestro cliente.

### Referencias

Weitzenfeld A. (2007). Ingeniería de Software Orientada a Objetos. España: Thomson. ISBN-13: 9789706861900

Jesús Barranco de Areba (2001). Metodología del análisis estructurado de sistemas. España: Universidad Pontificia Comillas. ISBN: 84-8468-043-6

Roger S Pressman y Darrel Ince. (2000). Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. España: McGraw-Hill Higher Education. ISBN-10: 0077096770 ISBN-13: 9780077096779

Ian Sommerville (2005). Ingeniería del Software. Madrid: PEARSON EDUCACION, S.A. ISBN: 84-7829-074-5

Benet Campderrich Falgueras. (2003). Ingeniería del Software. Barcelona: UOC. ISBN: 84-8318-997-6

Fernando Alonso, Loic Martínez y Francisco Javier Segovia Pérez. (2005). Introducción a la ingeniería del software: Modelos de desarrollo de programas. España: Grefol, S.A. ISBN: 84-96477-00-2

Eric J. Braude. (2003). Ingeniería de software: una perspectiva orientada a objetos. México: Alfaomega. ISBN: 9701508513, 9789701508510

INTECO. (2012). Modelo Incremental-Ingeniería de Software. Recuperado de: <http://isw-udistrital.blogspot.mx/2012/09/ingenieria-de-software-i.html>

INTECO. (2012). Modelo Incremental-Ingeniería de Software. Recuperado de: <http://isw-udistrital.blogspot.mx/2012/09/ingenieria-de-software-i.html>



## Desarrollo de Competencias Profesionales Mediante Proyectos Integradores: Caso de Aplicación en el IT la Laguna.

M.C. Eduardo Rafael Poblano Ojinaga<sup>1</sup>, M.C. Francisco Agustín Poblano Ojinaga<sup>2</sup>, Cesar Eduardo Flores Román<sup>3</sup>, Valeria Rodríguez Cenicerros<sup>4</sup> y M.A Elva Rosaura Pineda Armendáriz<sup>5</sup>

**Resumen.-** Los proyectos integradores tienen el propósito de desarrollar una educación de calidad superior tecnológica y favorecer una formación profesional integral que privilegie la percepción analítica y crítica de los fenómenos de la globalización, del cambio de criterios y estándares en los productos y mercados, para responder a las actuales condiciones, que generan y determinan nuevos y más estrictos mecanismos de competitividad nacional e internacional. (DGEST, 2013). Un proyecto integrador es una estrategia didáctica que consiste en realizar un conjunto de actividades articuladas entre sí, con un inicio, un desarrollo y un final con el propósito de identificar, interpretar, argumentar y resolver un problema del contexto, y así contribuir a formar una o varias competencias del perfil de egreso, teniendo en cuenta el abordaje de un problema significativo del contexto disciplinar–investigativo, social, laboral–profesional, etc. (López Rodríguez, 2012). En este artículo se presenta el diseño, planeación e implementación de un Proyecto Integrador llevado a cabo por profesores y alumnos de la especialidad en Calidad-Productividad de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de la Laguna en el semestre Agosto-Dic. del 2014.

**Palabras clave:** Desarrollo de competencias profesionales, Proyecto Integrador, Estrategia curricular.

**Abstract. -** Integrators projects aim to develop technological higher education quality and promote a comprehensive training that emphasizes analytical insight and critical phenomena of globalization, the change of criteria and standards in products and markets, respond to current conditions that generate and determine new, more stringent mechanisms of national and international competitiveness. (DGEST, 2013). An integrative project is a teaching strategy which involves making a set of articulated activities together, with a beginning, a middle and an end in order to identify, interpret, argue and resolve a context, and thus help to form a or more skills of the graduate profile, considering addressing a significant problem of context-disciplinary research, social, professional, etc. (Lopez Rodriguez, 2012). This article describes the design, planning and implementation of an Integrator Project carried out by teachers and students of the specialty in Quality-Productivity career Industrial Engineering Instituto Tecnológico de la Laguna is presented.

### Introducción

En la formación profesional dentro del Tecnológico Nacional México (antes DGEST) , se propone el uso de Proyectos Integradores como estrategia didáctica para el Desarrollo de Competencias Profesionales (Figura 1) que consiste en realizar un conjunto de actividades articuladas entre sí, con un inicio, un desarrollo y un final con el propósito de identificar, interpretar, argumentar y resolver un problema del contexto, y así contribuir a formar una o varias competencias del perfil de egreso, teniendo en cuenta el abordaje de un problema significativo del contexto disciplinar–investigativo, social, laboral– profesional, etc. (López Rodríguez, 2012).

Los proyectos integradores tienen el propósito de desarrollar una educación de calidad superior tecnológica y favorecer una formación profesional integral que privilegie la percepción analítica y crítica de los fenómenos de la globalización, del cambio de criterios y estándares en los productos y mercados, para responder a las actuales condiciones, que generan y determinan nuevos y más estrictos mecanismos de competitividad nacional e internacional.

Debido a que el proceso clave de formación profesional en el Instituto Nacional de México está basado en un enfoque por competencias profesionales, es necesario introducir el concepto de competencias: Las competencias son

<sup>1</sup> El M.C. Eduardo Rafael Poblano Ojinaga es profesor del departamento de Ingeniería Industrial del IT la Laguna, Profesor con Reconocimiento a Perfil deseable y Director del CA Ingeniería Industrial, e\_poblano@yahoo.com (**autor corresponsal**).

<sup>2</sup> El M.C. Francisco Agustín Poblano Ojinaga es Profesor de Tiempo Completo del Departamento de Ingeniería Industrial del IT la Laguna, Profesor con reconocimiento a Perfil Deseable y miembro del Cuerpo Académico en Formación.

<sup>3</sup> Cesar Eduardo Flores Román es alumno de octavo semestre de la carrera de Ingeniería Industrial del IT la Laguna y Presidente del Capítulo estudiantil 1004 de la Sociedad Académica lean-Six Sigma SALS.

<sup>4</sup> Valeria Rodríguez Cenicerros es alumna de octavo semestre de la carrera de Ingeniería Industrial del IT la Laguna y Vicepresidente del Capítulo estudiantil 1004 de la Sociedad Académica lean-Six Sigma SALS.

<sup>5</sup> La M.A. Elva Rosaura Pineda Armendáriz es profesora del Departamento de Ingeniería Industrial.

actuaciones integrales para identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas con idoneidad y compromiso ético, movilizandolos diferentes saberes: ser, hacer y conocer ((Tobón S., 2010) y (Tobón S. P., 2010a)).



Figura 1. Desarrollo de competencias profesionales del SNIT

### Tipos de proyectos

El proyecto integrador puede verse con dos vertientes disciplinares: formativa y resolutoria, por el impacto que generan en los distintos actores involucrados, toda vez que son pilar fundamental en la formación de los estudiantes con características de competencias como actuaciones integrales para la correcta resolución de problemáticas en el ámbito profesional (DGEST, 2013):

- **Los proyectos formativos** son una estrategia general para formar y evaluar las competencias en los estudiantes mediante la resolución de problemas pertinentes del contexto (personal, familiar, social, laboral-profesional, ambiental-ecológico, cultural, científico, artístico, recreativo, deportivo, etc.) mediante acciones de direccionamiento, planeación, actuación y comunicación de las actividades realizadas y de los productos logrados.
- **Los proyecto resolutorio** En su carácter resolutorio, buscan resolver problemas del contexto, bien sean del sector gubernamental, industrial, comercial y/o de servicios; mediante la implementación de productos o soluciones que incorporen las competencias de las diferentes asignaturas del programa de estudio.

### Descripción del Método

Importante seguir tres pasos propuestos en los lineamientos establecidos por el Tecnológico Nacional de México – TNM (DGEST, 2013) para la implementación de un proyecto integrador: a) definir la asignatura eje, b) Seleccionar las competencias de cada asignatura que se vinculan al proyecto y c) definir el nodo problematizador (Figura 2).

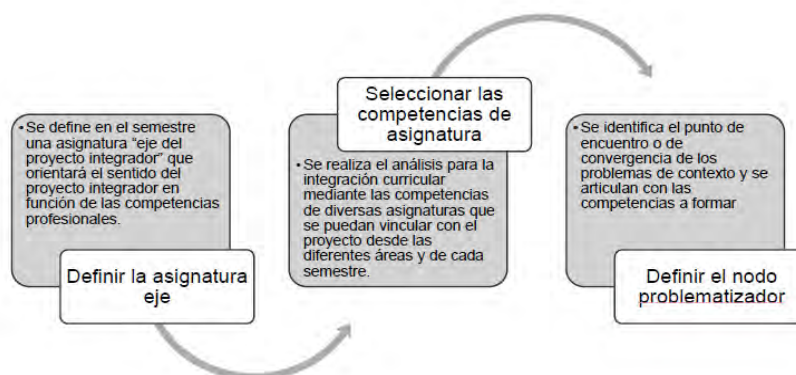


Figura 2. Integración curricular para la implementación de un proyecto integrador

Para la aplicación de Proyecto Integradores en Instituto Tecnológico de la Laguna, se siguió la metodología de los proyectos formativos con los estudiantes, en 4 ejes mínimo (DGEST 2013), apoyándose en el formato de registro de Proyecto Integrado. Ver apéndice para más información de los 4 ejes (Direccionamiento, Planeación, Actuación y Comunicación), así como de las características de estos proyectos integradores. En la Tabla 1 se presentan las características del proyecto presentado en este trabajo.

**Tabla 1 Características del Proyecto Integrador de la materia de Tópicos de Ingeniería de Calidad II**

Interno	Propuestas de estudiantes o Academias, Necesidades institucionales y del SNIT
Formativo	Por formar y evaluar las competencias en los estudiantes mediante la resolución de problemas pertinentes del contexto (personal, familiar, social, laboral-profesional, ambiental-ecológico, cultural, científico, artístico, recreativo, deportivo, etc.) mediante acciones de direccionamiento, planeación, actuación y comunicación de las actividades realizadas y de los productos logrados
Específico	Por enfatizar en las competencias específicas (módulo especialidad)
Disciplinario	Por estar integrado por un conjunto de asignaturas de un mismo plan de estudios,
Tecnológico	Por que orienta al estudiante al diseño, construcción y transferencia de tecnología (equipos, instrumentos, procesos, entre otros).
Estratégico	Por que el estudiante será capaz de proponer un proyecto en conjunto con el docente o de modificar uno ya existente,

**Eje Direccionamiento:** Se seleccionó un caso de estudio “Cía. Board Limited” (Tabla 2) para su solución, asignándose un profesor de tiempo completo como coordinador del proyecto, que asesorara a un grupo de 4 o 5 alumnos durante el mismo, debiendo entregar una propuesta de solución en 6 semanas, la cual presentada a un grupo de expertos en la metodología 6 sigma de diferentes empresas de la región.

**Tabla 2. Descripción del proyecto.**

<p>La empresa Board Limited y su negocio está dedicada a la manufactura y venta a la industria de tableros hechos a base de resina y aserrín con refuerzo de fibra de vidrio. Ellos son vendidos bajo el nombre de “Corjoin”. En relación al producto “Cornjoin”, últimamente se ha presentado un polémica entre el responsable de producción y el de Ventas en relación a la calidad del CoirJoin que ha ocasionado que el Director General de la empresa haya solicitado un estudio especial para resolver esa problemática “que amenaza la estabilidad de la empresa” por su aparente altos niveles de quejas del cliente, desperdicios y conflictos entre los departamentos involucrados.</p> <p>El Director General ha solicitado al Gerente de Servicios Generales (Coordinador del proyecto) realizar un estudio y que proporcione “recomendaciones argumentadas enfocadas a mejoras en los problemas de calidad del CJ” y estas deberán ser presentadas en 6 semanas (28 de Noviembre del 2014).</p>
--

A continuación se presenta los datos generales del proyecto integrador, indicando Título, Coordinador del proyecto, Docentes responsables, Alumnos, etc., (Tabla 3).

**Tabla 3. Datos Generales del Proyecto Integrador**

Institución:	INSTITUTO TECNOLOGICO DE LA LAGUNA	
Departamento (s) Académico(s):	INGENIERIA INDUSTRIAL	
Título del Proyecto:	RESOLUCION DE UN PROBLEMA DE CALIDAD (CASO COIRN JOIN) A TRAVES DE LA REDUCCION DE LA VARIACION DE PROCESOS Y/O PRODUCTOS MEDIANTE EL USO DE METODOS Y HERRAMIENTAS ESTADISTICAS 6 Sigma. P6S- 0 1 .	
Coordinador del proyecto:	Docentes responsables	Estudiantes:
MC Eduardo Rafael Poblano O. PTC Departamento I.I.	Ing. Martin Villarreal Cárdenas Ing. Blanca Veliz Sugásti	Cristian A. Pérez Huereca NC 11131043 Octavio H. Moreno Zaldivar NC 11130816 Abel Jair López Jara NC 12131121 Ana Sorio López Mendieta NC 12130336 Georgina Gpe. Tovar Herrera NC 12130217
Cliente:	Departamento de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico de la Laguna (Caso de estudio)	
Plan(es) de estudio:	2010- 227	
Periodo:	Fecha de inicio 28 / 08 / 2014	Fecha de término 28 / 11 / 2014
Área (s) del Conocimiento:	Ciencias naturales ( ) Ciencias químico-biológicas ( ) Ciencias de la tierra ( ) <b>Ingeniería y Tecnología (X)</b> Ciencias agronómicas ( ) Ciencias del Mar ( ) Ciencias económico-administrativa ( ) Otra (especificar) ( )	

El siguiente paso fue la de establecer el Objetivo, Justificación, Alcances, Limitaciones y/o restricciones del Proyecto Integrador (Tabla 4).

**Tabla 4. Identificación del proyecto.**

Título del proyecto:	RESOLUCION DE UN PROBLEMA DE CALIDAD – PRODUCTIVIDAD (CASO COIRN JOIN) A TRAVES DE LA REDUCCION DE LA VARIACION DE PROCESOS Y/O PRODUCTOS MEDIANTE EL USO DE METODOS Y HERRAMIENTAS ESTADISTICAS 6s. P6S-0 1 .
Tipo de proyecto:	Formativo ( X ) Resolutivo ( )
Objetivo:	Reducción de la variación de procesos y/o productos mediante el uso de la método DMAIC (Metodología 6 sigma).
Justificación:	La realización del proyecto facilita el aprendizaje y contribuye a formar competencias del perfil de egreso del estudiante, mediante la identificación, interpretación, argumentación y resolución del problema de calidad en la empresa Board Limited.
Alcances:	Producto Coirn Join de la empresa Board Limited. (Caso de estudio preparado para su resolución)
Limitaciones y/o Restricciones:	Solo se cuenta con la información proporcionada, Se deberán presentar soluciones en 7 semanas Se deberá utilizar el método DMAIC – 6 sigma y Los análisis estadísticos de los datos se deberán hacerse en Minitab

**Eje Planeación:** El identificar las Competencias Previas y la asignatura correspondiente, así como las competencias a desarrollar (Tabla 5), permite enfocar las actividades en puntos importantes, como lo fue en este caso, en la materia de Tópicos de Ingeniería de Calidad II.

**Tabla 5. Identificación de competencias.**

Competencias previas			Asignatura		
Adquirir los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias requeridas en la administración de la calidad que permita mejorar la productividad en los procesos de la organización, a través de la utilización de técnicas de control estadístico			Tópicos de Ingeniería de Calidad I		
Diseñar e Implantar el Control estadístico de Calidad en procesos para alcanzar la mejora continua			Control Estadístico de Calidad		
Implementar e interpretar estrategias y métodos estadísticos en los procesos Organizacionales para la mejora continua.			Estadística Inferencial		
Desarrollar habilidades que le permitan guiar grupos de personas en el diseño, producción y mejora de productos y servicios, cumpliendo con los estándares de calidad, eficiencia, ambientales, económicos y sociales, en los sistemas organizacionales establecidos y en la creación de empresas			Taller de Liderazgo		
Competencia a desarrollar	Asignatura	Evidencia Etapa1 (D y M)	Evidencia Etapa 2 (A e I)	Evidencia Etapa 3 (C y Cierre)	
Conoce, comprende e identifica la importancia de la aplicación de los sistemas, técnicas, y herramientas estadísticas para mejorar sistemas de manufactura y de servicios.	Tópicos de Ingeniería de Calidad II	Marco del proyecto		Presentación resultados del proyecto	
Comprende que la creación y mejora de productos y servicios implica la aplicación de conceptos estadísticos para el diseño.	Tópicos de Ingeniería de Calidad II	Marco del proyecto	Propuesta de mejoras		
Interpreta los resultados analíticos de las situaciones a problema resueltos mediante el uso de software	Tópicos Ing. de Calidad II		Interpretación del análisis de datos	Presentación resultados del proyecto	

A continuación se presenta un cronograma de actividades semanales, donde se indican las fases de la metodología DMAIC - 6 sigma (Tabla 6).

**Tabla 6. Cronograma de actividades.**

Actividad	Responsable	Periodo (Semanas)					
		Año 2014					
		1	2	3	4	5	6
Definición del problema	Coordinador y Líder (13/10)	X					
Fase: Medición	Líder (20/10)		X				
Fase: Análisis	Líder (27/10)			X			
Fase: Mejora (Improve)	Líder (10/11)				X		
Fase: Control	Líder (17/11)					X	
Cierre del proyecto	Coordinador y Líder (24/11)						X

**Eje Actuación:** Durante 6 semanas, los alumnos realizaron diferentes actividades que les permitieran llevar a cabo el proyecto integrador, entre estas actividades destacan:

1. Asistencia a tres talleres de capacitación en el uso del Software estadístico Minitab,
2. Asistencia a conferencia del *lean manufacturing* del IIE (on line),
3. Reuniones semanales de seguimiento con el profesor responsable (Coordinador), registrándose los avances en una minutan de juntas y acciones a realizar.

**Eje Comunicación:** 5 equipos de estudiantes presentaron los logros, los aspectos a mejorar y los productos del proyecto en el 2°. Encuentro de Proyectos Integradores del I.I. en el marco del 4°. Encuentro Estudiantil de Equipos 6 sigma, organizado por el capítulo 1004 de la Sociedad Académica Lean Six Sigma-SALSS, en el cual un Jurado formado por expertos de importantes empresas de la región (Met-Mex Peñoles, y Caterpillar de México, John Deere, etc) y de profesores invitados del IT la Laguna, evaluaron cada proyecto, reportaron sus comentarios de mejoras y reconocieron a los tres mejores proyectos.

### Comentarios Finales

#### *Resumen de resultados.*

Como resultado principal en este segundo uso de Proyectos Integradores para fines de formación y evaluación de competencias profesionales en la materia de Tópicos de Ingeniería de Calidad II en el Departamento de Ingeniería Industrial, se destacaría que permitió a los profesores de la academia I.I. reforzar en este tipo de Estrategia didáctica y valorar sus ventajas. En este evento académico participaron **5 profesores de Tiempo Completo** como coordinadores de proyectos (y **6 profesores de tiempo parcial**), los cuales dirigieron los esfuerzos de **24 alumnos**, agrupados en 5 equipos de Proyectos Integradores.

#### *Conclusiones*

Con la retroalimentación resultados obtenidos, podríamos afirmar que los proyectos integradores son una estrategia didáctica efectiva para el desarrollo de competencias profesionales, ya que le permite al alumno (y en algunos casos le exige) desarrollar las competencias establecidas mediante un proceso ordenado, sistemáticos y sobre todo equilibrado entre la teoría y la práctica, y también es un medio efectivo para involucrar en el proceso de enseñanza del alumnos a profesores de materias relacionadas al Proyecto.

Sin embargo, las evaluaciones y comentarios de expertos de la industria local en temas de *Lean* y *Six Sigma* que fungieron como evaluadores de estos proyectos, nos indica la necesidad de reforzar conceptos básicos de estadística aplicada, herramientas de calidad y trabajo en equipo y establecer un control y seguimiento por parte de la Academia para obtener resultados de mayor impacto en el alumnos.

#### *Recomendaciones*

El involucramiento de alumnos en la organización de eventos académicos con lo fue el 4°. Encuentro de Equipos Estudiantiles Seis Sigma y 2°. Encuentro de Proyectos Integradores es un medio efectivo para desarrollar competencias de liderazgo y dirección en los mismos, por lo que se sugiere este tipo de actividades en la presentación de los Resultados de Proyectos Integradores y en la organización de cualquier tipo de evento académico donde asistan alumnos (foros, congresos, etc.) ya que la mejor manera de desarrollar líderes es mediante la acción. También se recomendaría implementar los proyectos Integradores en el Áreas de Ciencias Básicas como una estrategia de formación de competencias profesionales.

### Referencias

1. DGEST (2013). *Proyectos Integradores para Desarrollo de Competencias Profesionales en el SNIT*. Dirección de Docencia de la DGEST. México.
2. López Rodríguez, N. M. (2012). *El proyecto Integrador: Estrategia didáctica para la formación de competencias desde la perspectiva del enfoque socio formativo*. México: Gafra Editores.
3. Tobón, S. (2010). *Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación*. Bogotá: Ecoe.
4. Tobón, S. P. (2010a). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. México: Pearson.
5. Tobón, S. y. (2010b). *El modelo de competencias en las prácticas docentes: Hacia escenarios significativos de vida*. México: Conrrumbo.

### Notas Biográficas

**El M.C. Eduardo Rafael Poblano Ojinaga** es profesor del departamento de Ingeniería Industrial del IT la Laguna, Profesor con Reconocimiento a Perfil deseable y Director del CA Ingeniería Industrial, e\_poblano@yahoo.com (**autor corresponsal**).

**El M.C. Francisco Agustín Poblano Ojinaga** es Profesor de Tiempo Completo del Departamento de Ingeniería Industrial del IT la Laguna, Profesor con reconocimiento a Perfil Deseable y miembro del Cuerpo Académico en Formación.

**Cesar Eduardo Flores Román** es alumno de octavo semestre de la carrera de Ingeniería Industrial del IT la Laguna y Presidente del Capítulo estudiantil 1004 de la Sociedad Académica lean-Six Sigma SALS.

**Valeria Rodríguez Cenicerros** es alumna de octavo semestre de la carrera de Ingeniería Industrial del IT la Laguna y Vicepresidente del Capítulo estudiantil 1004 de la Sociedad Académica lean-Six Sigma SALS.

La **M.A. Elva Rosaura Pineda Armendáriz** es profesora del Departamento de Ingeniería Industrial.

## APENDICE

### A.- Fases del proyecto (Figura A).

La aplicación de la metodología de los proyectos formativos con los estudiantes es necesario que tenga cuatro ejes mínimos para poder alcanzar los fines formativos esperados en las competencias (Tobón S. y., 2010b).

- Direccionamiento:** es establecer la meta o metas del proyecto, considerando el aprendizaje o aprendizajes esperados que se tienen en la asignatura. Para ello, es necesario tener en cuenta las necesidades de los estudiantes, su ciclo evolutivo y los retos del contexto. Así mismo, se sugiere que los estudiantes participen en el establecimiento de lo que se pretende lograr con el proyecto.
- Planeación:** consiste en establecer qué actividades se van a llevar a cabo en el proyecto, con el fin de alcanzar la meta o metas acordadas en el eje anterior. Es necesario que las actividades contribuyan a abordar los saberes relacionados con el aprendizaje o aprendizajes esperados.
- Actuación:** consiste en poner en acción las actividades del proyecto por parte de los estudiantes con el apoyo del docente. A medida que se hace esto, se busca que los estudiantes desarrollen los saberes establecidos para el aprendizaje esperado de referencia.
- Comunicación:** los estudiantes informan de los logros, los aspectos a mejorar y los productos del proyecto. Esto se hace con los pares y los padres (a veces también se hace con la comunidad).



Figura A.- Fases del proyecto.

### B.- Clases de Tipos de proyectos (Figura B.)

Cuando el proyecto que se va a realizar, se plantea en un conjunto de acciones que dirija el desarrollo de las competencias genéricas establecidas en un plan de estudios, entonces estamos hablando de un **proyecto genérico**, en cambio cuando el direccionamiento es enfatizado a las competencias específicas de dicho plan, entonces es un **proyecto específico**, y por último cuando se direccionan de manera integral las competencias genéricas y específicas del plan de estudios, entonces hacemos referencia a un **proyecto global**. Si el proyecto se integra por un conjunto de asignaturas de un mismo plan de estudios, entonces estaremos haciendo referencia a un **proyecto disciplinario**, en cambio cuando el proyecto integre un conjunto de asignaturas de diversos planes de estudio, será un **proyecto interdisciplinario**.

Por el desarrollo del proyecto, cuando se orienta al estudiante: a) en busca de que aprenda a organizar, sistematizar y analizar la información de un hecho para obtener conclusiones que puedan enriquecer el campo de conocimiento, se habla de un **proyecto de investigación**; b) al diseño, construcción y transferencia de tecnología (equipos, instrumentos, procesos, entre otros), entonces es un **proyecto tecnológico**; c) a identificar, diagnosticar y resolver problemas sociales vinculados con la comunidad y su entorno, es un **proyecto social**; d) a emprender proyectos para generar autoempleos y economías, es un **proyecto económico**; y e) a crear o recrear mediante estrategias recreativas, deportivas y artísticas, es un **proyecto cultural**.

Finalmente cuando el estudiante desarrolla sus competencias a través de un proyecto, su nivel de alcance en el desempeño de las competencias puede ser diferente, es decir, su nivel de participación puede variar. Si en esta participación el estudiante solo se limita a ejecutar el proyecto sin la realización de sugerencias, mejoras o trabajo colaborativo, entonces se habla de un **nivel operativo**; en cambio cuando proponen la estructuración y construcción de las acciones a realizar durante la ejecución del proyecto, se dice que es un **nivel intermedio**; y si el estudiante es capaz de proponer un proyecto en conjunto con el docente o de modificar uno ya existente, entonces es un **nivel estratégico**.

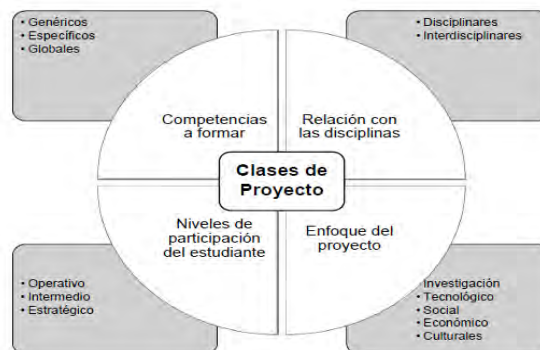


FIGURA B.- Clases de Tipos de proyectos

# Rediseño de la Especialidad de la Carrera de II usando el enfoque de Inteligencia Competitiva y Tecnológica en IT de la Laguna

M.C. Eduardo Rafael Poblano Ojinaga<sup>1</sup>, Dr. Héctor Aurelio Moreno Casillas<sup>2</sup>, Ing. Karen Leticia Escamilla Rodríguez<sup>3</sup>, Ing. Rocío Yadira Gómez Guerrero<sup>4</sup>, y M.I.I. Judith Hayde Rodríguez García<sup>5</sup>

**Resumen-La Inteligencia Competitiva y Tecnológica (ICyT) es una metodología que ofrece herramientas sistemáticas que permiten reaccionar de manera proactiva a los cambios en el ambiente competitivo, enfocándose en la detección temprana de las oportunidades y amenazas que los factores externos (competidores, fuerzas políticas, factores económicos y sociales, la industria, los clientes, y más) representan para la posición competitiva de una organización. Este trabajo obtuvo, mediante el enfoque de ICyT, información relevante de los conocimientos y habilidades necesarios del Ingeniero Industrial para realizar tareas específicas relacionadas con la actividad profesional, que servirá como base para rediseñar del módulo de especialidad Calidad-Productividad de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de la Laguna, con la intención de que el egresado responda a las necesidades y expectativas del medio profesional. Los productos esperados en esta etapa del proyecto son: Propuesta de los contenidos rediseñados de las asignaturas de la especialidad Calidad-Productividad, Publicación y presentación de avance de resultados en congreso de investigación.**

**Palabras Clave:** Inteligencia Competitiva y Tecnológica, Instituciones de Educación Superior

## Introducción

Para el departamento de Ingeniería Industrial (II), el diseño de los planes y programas de estudio de las asignaturas que forman el módulo de la especialidad Calidad-Productividad son de importancia estratégica, ya que “sellan” con competencias específicas al egresado de la carrera de Ingeniería Industrial, mismas que le deben permitir integrarse al campo laboral de mejor manera.

Dado lo anterior, el rediseño de estas asignaturas deberá estar alineado con: *las áreas que correspondan a ámbitos profesionales, en las que actualmente se organiza la labor del ingeniero industrial, a las principales actividades profesionales de cada uno de los ámbitos referidos y a los conocimientos y habilidades necesarios para realizar tareas específicas relacionadas con cada actividad profesional* (EGELS-IINDU, 2014).

Por lo tanto, es necesario utilizar una metodología “para recoger, analizar y gestionar información externa que puede afectar a los planes, las decisiones y las operaciones de la empresa, como lo es la ICyT” (García (2011).

Chiavenato y Sapiro (2011) señalan que la IC se entiende como la recopilación ética de información y datos necesarios relacionados con los objetivos, los supuestos y los recursos del competidor.

La Sociedad de Profesionistas de la Inteligencia Competitiva (SCIP por sus siglas en inglés), define de modo formal a la Inteligencia Competitiva y Tecnológica (ICyT) como un proceso sistemático y ético para recabar y analizar información sobre las actividades y tendencias empresariales generales de negocios de la competencia con el propósito de lograr los objetivos propios de una empresa.

Las empresas necesitan un programa de inteligencia competitiva eficaz. Las tres misiones básicas de un programa de IC son (David, 2003):

1. Ofrecer una comprensión general de una industrial y sus competidores,
2. Identificar las áreas en las que los competidores son vulnerables y evaluar el efecto que las acciones estratégicas pudieran tener sobre los competidores y
3. Identificar los posibles movimientos de un competidor que pudieran poner en riesgo la posición de la compañía en el mercado.

<sup>1</sup> El M.C. Eduardo Rafael Poblano Ojinaga es Profesor del Departamento de Ingeniería Industrial con reconocimiento de Perfil Deseable del Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón, Coahuila, México. [e\\_poblano@yahoo.com](mailto:e_poblano@yahoo.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Dr. Héctor Aurelio Moreno Casillas es profesor con reconocimiento al Perfil Deseable y SNI nivel 1, en el programa de Maestría en Ingeniería Industrial del IT la Laguna.

<sup>3</sup> Ing. Karen Leticia Escamilla Rodríguez es alumna del Programa de Maestría en Ingeniería Industrial del IT la Laguna.

<sup>4</sup> Ing. Rocío Yadira Gómez Guerrero es Jefa de proyectos de Docencia del Departamento de I.I. del IT la Laguna.

<sup>5</sup> La M.I.I. Judith Hayde Rodríguez García es profesora de tres cuartos de tiempo en el Departamento de II del IT La Laguna.

Martinet y Ribault (en Ganzarain y Lakarr, 2007) hablan de cuatro tipos de IC:

- a) Tecnológica o centrada en el seguimiento de los avances del estado de la técnica y en particular de la tecnología y de las posibilidades que nos ofrece para mejorar nuestros productos, procesos o servicios.
- b) Competitiva, en este caso se centra en los competidores tanto actuales como potenciales. Incluye la vigilancia a aquellos agentes que por su servicio o producto puedan ser sustitutivos de los nuestros y por tanto potenciales competidores también.
- c) Comercial, gestión sistemática de las relaciones con los clientes y proveedores. Es una problemática muy específica con soluciones informáticas (CRM) orientadas a ello.
- d) Entorno, centra la observación sobre el conjunto de aspectos sociales, legales y culturales que puedan afectar tanto a nosotros como a la competencia. Normalmente solemos incluirlos en alguno de los procesos anteriores.

Los 2 primeros tipos de IC, tecnológica y competitiva los que mayor valor añadido nos puedan aportar; y para este proyecto el de interés es el enfoque de la ICyT del tipo Competitiva.

López y Sosa (2006) indican que ciclo de la inteligencia competitiva se basa en la detección de unas necesidades de información que han de ser planificadas, es decir, definidas, estructuradas y ubicadas en el tiempo para que se pueda jerarquizar la búsqueda y selección de la información relevante, para evitar la redundancia y el análisis de información no pertinente.

### Descripción del Método

La inteligencia competitiva y tecnológica es un proceso cíclico (Figura 1) que se divide en cinco etapas básicas interdependientes (Rodríguez, 1999):

1. Planificación y dirección de las actividades
2. Obtención de la información a través de fuentes formales e informales
3. Procesamiento de la información
4. Análisis e interpretación de la información
5. Difusión de los resultados para su incorporación en la toma de decisiones Estratégicas



Figura 1. Proceso Cíclico de la ICyT

Bartes (2011) destaca la importancia de tener un “Un plan de Acción” (de 13 etapas) para la implementación de la ICyT, que debe ser no sólo un conjunto de instrucciones para una ejecución mecánica de las tareas asignadas, sino un plan de acción que sea una guía que requiere un enfoque creativo para la ejecución de la aplicación en cada tarea realizada.

El método a seguir en esta investigación (Tabla 1) para el Re-diseño de los contenidos de las asignaturas del módulo de especialidad Calidad-Productividad estará basado en el proceso cíclico propuesto por Rodríguez (1999) y considerando el Plan de acción propuesta de Bartes (2011).



**Tabla 1. Relación del proceso Cíclico de la ICyT y del Plan de acción.**

<b>5 Etapas Básicas (Rodríguez 1999)</b>	<b>Plan de Acción (Bartes 2011)</b>
1.-Planificación y dirección de las actividades	Etapa 0: Preparación de una tarea para el equipo de Inteligencia Competitiva de gestión de la empresa. Etapa 1: Obtención de los síntomas, los datos y la información de la tarea asignada
2.-Obtención de la información a través de fuentes formales e informales	Etapa 2: Análisis de los síntomas, los datos y la información recogida Etapa 3: Creación de información de datos y síntomas de recopilaciones lógicas
3.-Procesamiento de la información	Etapa 4: Proyecto de hipótesis para la resolución de la tarea Etapa 5: Propuestas para otras hipótesis posibles para la resolución de la tarea asignada
4.-Análisis e interpretación de la información	Etapa 6: Evaluación de todas las hipótesis Etapa 7: Evaluación de las hipótesis planteadas desde el punto de vista de su impacto sobre nuestra empresa Etapa 8: La corrección de las hipótesis individuales sobre la base de una información más precisa Etapa 9: Verificación de las pruebas para validar o invalidar las hipótesis individuales Etapa 10: Selección de hipótesis Etapa 11: Prueba de hipótesis
5.- Difusión de los resultados para su incorporación en la toma de decisiones Estratégicas	Etapa 12: Preparación de un informe para la alta dirección.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

A continuación se presentan los resultados generales obtenidos en esta etapa del proyecto, presentados en el proceso cíclico que se divide las 5 etapas básicas independientes (Rodríguez, 1999), para el rediseño de contenidos de las asignaturas del módulo de especialidad:

**Etapa 1 Planificación y Dirección de las actividades:** Se estableció la información necesaria requerida (dos referentes), la manera de recolección de información (acceso directo a la página web), selección del responsable e integrantes del proyecto y fechas de presentación de resultados (Febrero del 2015 para etapas 1,2 y 3, y Abril 2015 para etapas 4 y 5). Preparación del plan general de trabajo del equipo y Clasificación de los datos recogidos.

**Etapa 2 Obtención de la información a través de fuentes formales e informales.** Se determinaron dos fuentes principales de información:

1. Una referente nacional, el cuerpo de conocimiento determinado en la Estructura del EGEL-IINDU, Examen general de egreso de licenciatura – Ingeniería Industrial, ([www.ceneval.edu.mx](http://www.ceneval.edu.mx)) y
2. Un referente internacional, el cuerpo de conocimiento necesario para la certificación PE (Professional Engineer), Certificación para profesionales de Ingeniería ofrecida por el Instituto de Ingenieros Industriales, IIE por sus siglas en inglés ([www.iinet2.org](http://www.iinet2.org)).

**Tabla 3. Relación de áreas de conocimiento EGEL - ITL - PE.**

<b>Estructura EGEL-IINDU**</b>	<b>Materias Modulo Especialidad</b>	<b>Cuerpo de Conocimiento PE*</b>
Estudio del trabajo	-	Diseño del trabajo
Gestión de la cadena de suministro	-	Logística y cadena de suministro Ingeniería y planeación de instalaciones
Formulación y evaluación de proyectos	-	
Sistemas productivos	Sistemas Integrados de Manuf. I Sistemas Integrados de Manuf. II Medición y Mejoramiento de la Productividad I	Definición del sistema, Diseño y análisis.
Gestión Industrial	Medición y Mejoramiento de la Productividad II Planeación Estratégica Tópicos de Ingeniería de Calidad I Tópicos de Ingeniería de Calidad II	Ingeniería de calidad

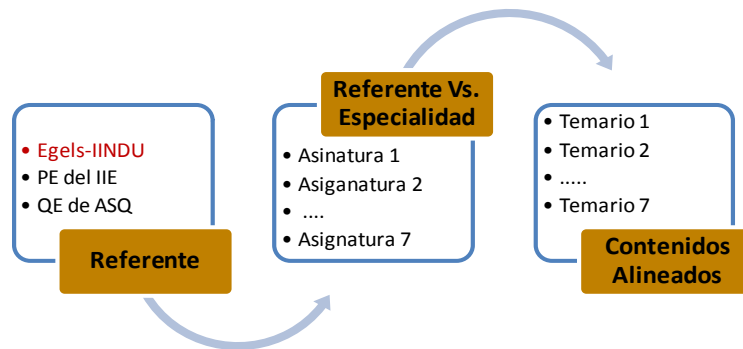
**Etapa 3.- Procesamiento de la información.** Se trabajó en dos áreas del ámbito profesional del Ingeniero Industrial: Sistemas Productivos y Gestión Industrial; que abarcan el 45.57 % del cuerpo de conocimiento determinado por CENEVAL en el EGEL IINDU. A manera de ejemplo, se presentan el resumen de la información recogida del referente nacional en el Área/ámbito profesional de **Gestión Industrial**, Subtemas/actividad profesional: **Planeación estratégica, Administración del capital Humano y Administración de la calidad total**, así como los conocimientos y habilidades necesarias para realizar las actividades profesionales (Tabla 1).

**Tabla 1. Conocimientos y Habilidades de las Actividades Profesionales, del Ámbito profesional de la Gestión Industrial (Adaptado del EGELS-IINDU, 2014).**

<p><b>Actividad profesional Planeación estratégica.</b>                  *Diagnosticar la situación actual de la empresa con base en los factores internos y externos (técnicas MEFI, MEFE, MCP y FODA).                  *Coordinar la definición de la visión, misión y los objetivos de la organización con el fin de establecer su plan de desarrollo.                  *Formular estrategias que contribuyan al logro del plan de desarrollo de la organización, tomando en cuenta herramientas de análisis (FODA, SCORE CARD)                  *Definir un plan de acción en función de las estrategias establecidas.                  *Identificar la normativa ambiental aplicable a la organización de acuerdo con su actividad productiva para el establecimiento de la política ambiental Identificar los elementos de un sistema ambiental de la organización.</p> <p><b>Actividad profesional Administración del capital humano.</b>                  *Elaborar el análisis y la descripción de puestos en la organización de acuerdo con sus necesidades, para el eficiente cumplimiento de los objetivos.                  *Medir el desempeño del trabajador para la determinación de un sistema de incentivos y estímulos.                  *Elaborar planes para el desarrollo humano con el fin de mejorar sus habilidades e incrementar sus conocimientos.</p> <p><b>Actividad profesional Administración de la calidad total</b>                  *Analizar las funciones de las áreas de la organización que se relacionan con la calidad del producto para establecer un plan maestro de calidad.                  *Elaborar los documentos necesarios para un sistema de gestión de la calidad (manuales, procedimientos, instructivos y documentos de registros).                  *Establecer propuestas de mejora de la calidad mediante las herramientas de clase mundial (<i>seis sigma, benchmarking, Kaizen, poka yoke, 5 's, lean manufacturing, TPM, TQM</i>) para mantener un sistema continuo de calidad.                  *Coordinar las actividades necesarias para la acreditación y certificación ante las instancias correspondientes con base en las normas aplicables (ISO 9000, 17025, TS16949).                  *Establecer los métodos de control de las características y propiedades del producto y materiales con base en los principios e instrumentos de la metrología (sistema internacional de unidades, metrología dimensional, metrología mecánica y metrología eléctrica).                  *Establecer las herramientas de control estadístico adecuadas a las características de calidad del proceso y producto para determinar su control y ajuste a las especificaciones (siete herramientas, sistemas de muestreo, habilidad del proceso, diseño de experimentos).</p> <p><b>Desempeño Sobresaliente:</b> <i>el sustentante sea capaz de integrar conocimientos y herramientas de planeación estratégica, gestión ambiental, administración del capital humano, certificación de la calidad y control estadístico del proceso; para planear, implementar y controlar los recursos de la empresa. Además, de ser capaz de innovar y mejorar los procesos de la empresa aplicando los conocimientos y herramientas de planeación estratégica, gestión ambiental, administración del capital humano, administración de la calidad total y control estadístico del proceso</i></p>
---

**Etapa 4.- Análisis e interpretación de la información.** Dado que el objetivo de este trabajo es: que el egresado de la carrera de II sea capaz de “desempeñarse de manera Sobresaliente” en su ámbito laboral, el siguiente paso fue alinear los contenidos de las asignaturas del Módulo de Especialidad con las Área o ámbito profesional de **Gestión Industrial y Sistemas Productivos**.

Para la alineación de las asignaturas se siguieron los tres pasos indicados en la Figura 2: a) Se definió el Ámbito Profesional del referente Nacional (EGELS-IINDU), b) Se seleccionó la asignatura, que por su contenido debe ser alineada y c) Se definió el contenido propuesto. En la Tabla 2 se presentan los resultados de este proceso para la Asignatura de la **Tópicos de Ingeniería de Calidad I**. El proceso se repitió con las 6 asignaturas faltantes del módulo de especialidad.



**Figura2. Proceso de alineación de contenidos de asignaturas**

**Tabla 2. Proceso de alineación de la Asignatura del Tópicos de Ingeniería de Calidad I**

Contenido actual	Área / Ámbito profesional de Gestión Industrial.	Contenido Propuestos
<p><b>Asignatura: Tópicos de Ingeniería de la Calidad 1.</b> <b>Temario:</b> 1.- Introducción a la Ingeniería de Calidad 2.- Administración por calidad total 3.- Estrategias de mejora continua 4.- Normas nacionales e internacionales de GC y Premios</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><b>Asignatura: Tópicos de Ingeniería de la Calidad 1.</b> <b>Temario:</b> **1.- Introducción a la Ingeniería de Calidad 2.- Administración por calidad total 3.- Estrategias de mejora continua **4.- Normas nacionales e internacionales de GC y Premios</p> <p><b>** Unidades que se abarcan en otra asignaturas del programa de II (GSC)</b></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><b>Tópicos de Ingeniería de la Calidad 1.</b> <b>Temario base:</b> 1.- Administración por calidad total 2.- Estrategias de mejora continua</p>	<p><b>Planeación estratégica</b> *Diagnosticar la situación actual de la empresa con base en los factores internos y externos (técnicas MEFI, MEFE, MCP y FODA) *Coordinar la definición de la visión, misión y los objetivos de la organización con el fin de establecer su plan de desarrollo *Formular estrategias que contribuyan al logro del plan de desarrollo de la organización, tomando en cuenta herramientas de análisis (FODA, SCORE CARD) *Definir un plan de acción en función de las estrategias establecidas</p> <p><b>Identificar la normativa ambiental</b> aplicable a la organización de acuerdo con su actividad productiva para el establecimiento de la política ambiental Identificar los elementos de un sistema ambiental de la organización</p> <p><b>Administración del capital humano</b> *Elaborar el análisis y la descripción de puestos en la organización de acuerdo con sus necesidades, para el eficiente cumplimiento de los objetivos *Medir el desempeño del trabajador para la determinación de un sistema de incentivos y estímulos *Elaborar planes para el desarrollo humano con el fin de mejorar sus habilidades e incrementar sus conocimientos.</p> <p><b>Administración de la calidad total</b> *Analizar las funciones de las áreas de la organización que se relacionan con la calidad del producto para establecer un plan maestro de calidad *Elaborar los documentos necesarios para un sistema de gestión de la calidad (manuales, procedimientos, instructivos y documentos de registros) *Establecer propuestas de mejora de la calidad mediante las herramientas de clase mundial (seis sigma, benchmarking, Kaisen, poka yoke, 5 s, lean manufacturing, TPM, TQM) para mantener un sistema continuo de calidad *Coordinar las actividades necesarias para la acreditación y certificación ante las instancias correspondientes con base en las normas aplicables (ISO 9000, 17025, TS16949) *Establecer los métodos de control de las características y propiedades del producto y materiales con base en los principios e instrumentos de la metrología (sistema internacional de unidades, metrología dimensional, metrología mecánica y metrología eléctrica) *Establecer las herramientas de control estadístico adecuadas a las características de calidad del proceso y producto para determinar su control y ajuste a las especificaciones (siete herramientas, sistemas de muestreo, habilidad del proceso, diseño de experimentos)</p>	<p><b>Asignatura: Tópicos de Ingeniería de la Calidad 1.</b> <b>Temario base:</b> 1.- Administración por Calidad Total 2.- Estrategias de Mejora Continua</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><b>Asignatura: Tópicos de Ingeniería de la Calidad 1.</b> <b>Temario:</b> 1.- Administración por calidad total 2.- Estrategias de mejora continua 3.- Norma de Gestión Ambiental 3.1. ISO 14000 3.2. Estrategia de implementación 4.- Planeación Avanzada de calidad 4.1. Introducción 4.2. Plan Maestro de Calidad 5.- Elaboración de documentos de un Sistema de Gestión. 5.1 Sistema documentado de Calidad 5.2 Sistema documentado Ambiental</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><b>Tópicos de Ingeniería de la Calidad 1.</b> <b>Temario Propuesto:</b> 1.- Administración por Calidad Total 2.- Estrategias de mejora continua 3.- Norma de Gestión Ambiental 4.- Planeación Avanzada de Calidad 5.- Elaboración de documentos de un Sistema de Gestión.</p>

Las siete materias del módulo de especialidad Productividad (Planeación Estratégica, Tópicos de Ingeniería de Calidad I, Tópicos de Ingeniería de Calidad II, Medición y Mejoramiento de la Productividad I, Medición y Mejoramiento de la Calidad II, Sistemas de Manufactura I y Sistemas de Manufactura II), son la base para el rediseño de los programas de estudios del módulo de especialidad. Sin embargo; se deberá seguir la normatividad establecida por el Tecnológico Nacional de México (de reciente creación) para poder “cerrar” esta etapa del proyecto.

**Etapa 5.- Difusión de los resultados para su incorporación en la toma de decisiones Estratégicas**

Los contenidos rediseñados propuesto para el Módulo de especialidad Calidad-Productividad (etapa 4) se presentaran en la próxima reunión de academia. Se pretende integrar más profesores del departamento de Ingeniería Industrial en el rediseño de los planes y programas. Al término del rediseño del módulo de especialidad, se seguirá la normatividad correspondiente para su autorización y hasta entonces se procederá a la difusión de los nuevos programas, para su implementación y cierre de este proyecto.

### **Conclusiones**

Los resultados obtenidos hasta ahora, permitieron alinear al 100 %, los contenidos de las 7 asignaturas del módulo de especialidad, al cuerpo de conocimiento del referente nacional (EGELS-CENEVAL) y permitieron establecer, de manera preliminar, que el módulo de especialidad Calidad – Productividad aporta solo un 35 % de los conocimientos y habilidades requeridos por el referente internacional (Certificación PE del Instituto de Ingenieros Industriales de EUA).

Así mismo, los resultados indican la necesidad de alinear, no solo las materias del módulo de especialidad a estos referentes, sino de toda la retícula de II. El trabajo realizado hasta este momento por parte de los profesores de tiempo parcial y alumno permitió: acercar al alumno de la Maestría Ingeniería Industrial a proyectos de investigación aplicada, elevar la producción académica del Cuerpo Académico de II y apoyar la formación de profesores de tiempo parcial para en un futuro ser candidatos a “Profesores de Perfil Deseable”.

Al finalizar el proyecto de investigación, se contara con planes y programas de las asignaturas de la especialidad Calidad-Productividad rediseñados, y con ello se pretende impactar de manera positiva en el nivel académico – profesional de la formación del egresado de la carrera de ingeniería industrial.

### **Recomendaciones**

El siguiente paso en el proyecto es terminar al 100 % las etapa 4 y 5 del proceso cíclico de ICyT, concentrándose en el desarrollo de los planes y programas de estudio de la Especialidad, en base a los contenidos propuestos, identificando: a) Su aportación al perfil de egreso del alumno de II, b) El cumplimiento de estos dos referentes y en su caso, la adaptación a la Malla Curricular de la carrera de Ingeniería Industrial.

Después del rediseño del módulo de especialidad (alineado a los referentes mencionados), se recomienda trabajar en la elaboración de un Modelo de Intervención o de Diseño de Planes y Programas de estudio (o de Módulos de Especialidad), utilizando el proceso sistemático de ICyT.

### **Referencias**

- Bartes, F. (2011). Action Plan- Basis of Competitive Intelligence Activities. *Ekonomická Irvadyba. Economics and Management*: 2011.16 ISSN 1822-6515.
- Chiavenato, I. y Sapiro, A. (2011). **Planeación Estratégica, Fundamentos y Aplicaciones**. Segunda Edición. Editorial Mc Graw Hill. México.
- David, F. (2003). **Conceptos de Administración Estratégica**. Novena Edición. Editorial Pearson Educación. México.
- EGELS-IINDU. (2014). Guía para el Sustentante, Examen General para el Egreso de la Licenciatura en Ingeniería Industrial. Versión 2014, Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, A.C. (Ceneval). México D.F.
- García Alsina, M. (2011). Contribución de la inteligencia competitiva en el proceso de adaptación al EEES: Caso de las universidades españolas. Tesis Doctoral, Universidad Oberta de Catalunya. España.
- Ganzarain, J. y Lakarr, I. (2007). “ESQUEMA CONCEPTUAL VIGILANCIA/INTELIGENCIA Y SU APLICACIÓN EN ESTRATEGIA E INNOVACIÓN EMPRESARIAL”. CONFERENCIA VISION 2007.
- López L., Sosa, A. Manchado, E. Agustín, L. y Zabala, E. (2006). La Inteligencia Competitiva como herramienta de Innovación. Escuela de Ingeniería Técnica Industrial. Universidad de Zaragoza, España.
- Rodríguez, M. (1999) “La inteligencia tecnológica: elaboración de mapas tecnológicos para la identificación de líneas recientes de investigación en materiales avanzados y sinterización” Tesis doctoral, Universidad de Cataluña, España  
<http://www.scip.org/>

### **Notas Biográficas**

**El M.C. Eduardo Rafael Poblano Ojinaga** es Profesor con reconocimiento al Perfil Deseable del Departamento de Ingeniería Industrial y responsable del Cuerpo Académico en formación de II del Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón, Coahuila.

**El Dr. Héctor Aurelio Moreno Casillas** es Profesor con reconocimiento al Perfil Deseable y SNI nivel 1, en el programa de Maestría en Ingeniería Industrial del IT la Laguna, así como colaborador del CA de la M.II.

**Ing. Karen Leticia Escamilla Rodríguez** es alumna del Programa de Maestría en Ingeniería Industrial en el IT la Laguna.

**Ing. Rocío Yadira Gómez Guerrero** es Jefa de proyectos de Docencia del Departamento de I.I. del IT la Laguna.

**La M.I.I. Judith Hayde Rodríguez García** es profesora de tres cuartos de tiempo en el Departamento de II del IT La Laguna.

## **Análisis del clima organizacional en las pequeñas y medianas empresas de Ciudad Juárez**

M.A.N.I. Víctor Manuel Portillo Castillo<sup>1</sup>, Ing. Logística Internacional. Mayra Ivonne Cervantes Carrillo<sup>2</sup>, Ing. Logística Internacional. Karina Elizabeth Solís Meléndez<sup>3</sup>, M.A.N.I. Erick Octavio Rojo Simental<sup>4</sup>, Ing. Logística Internacional. Manuela Alejandra Gutiérrez Pérez<sup>5</sup>.

**Resumen-** El objetivo del presente estudio pretende analizar el clima organizacional percibido por los empleados en las pequeñas y medianas empresas (PyMES) de Ciudad Juárez, dicho estudio está basado en la teoría de Litwin y Stringer y su instrumento de medición OCQ, el cual fue correlacionado con sus nueve dimensiones, así mismo el análisis de los resultados se llevó a cabo a través del programa estadístico SPSS 17.0 en el cual se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson, los datos recabados indicaron que existen dimensiones en las cuales existe desde nula, escasa y regular correlación con referencia al clima organizacional percibido por los empleados, lo cual representa una área de oportunidad inmensa para la corrección y aplicación de un programa que permita un desarrollo organizacional que incentive la relación, y crecimiento de estas organizaciones.

**Palabras claves-** Clima organizacional, dimensiones y PyMES.

### **Introducción**

El Clima Organizacional dentro de cualquier organización es un tema de mucha transcendencia que ha evolucionado dentro de los últimos años, el cual refleja las percepciones que los empleados tienen de la estructura de la empresa en el cual las reglas y los procedimientos adaptados a sus actividades diarias, las recompensas que maneja la empresa, entre otros factores que repercuten sobre el desempeño y las motivaciones de los subordinados en la organización. Por tal motivo, las empresas actualmente buscan por medio de la evaluación de clima organizacional mejorar continuamente el ambiente de la organización teniendo como resultado la productividad, la satisfacción, efectividad adaptabilidad de los empleados a la organización (Davila, et., al. 2012).

Por otra parte (Infante, 2009) señala que es de gran importancia conocer, la representación en el ámbito económico y de desarrollo de las PyMES, estas nacen de los estándares realizados y globalizados por la Unión Europea. Las cuales son consideradas pequeñas y medianas empresas, no cuentan con un número muy grande de empleados, sus transacciones son moderadas, estas empresas son consideradas a nivel mundial como el principal motor de la economía, debido a que son los principales empleadores dentro de una nación. Otro estudio establece que las PYMES generan un papel determinante dentro de la sociedad, ya que son consideradas de gran transcendencia para el desarrollo y economía del país por el número de empleos que representan, así como su derrama económica en el mercado (Palomo, 2005).

El presente trabajo revisó la literatura existente con respecto al clima organizacional que permitió identificar las teorías y puntos de vista de diferentes autores dentro del cual destaca la teoría de Litwin y Stringer y su instrumento de medición OCQ el cual fue analizado y correlacionado con sus nueve dimensiones, que permitieron identificar las áreas de oportunidad en las cuales estas empresas requieren la corrección, mejoramiento

---

<sup>1</sup> M.A.N.I. Víctor Manuel Portillo Castillo (autor corresponsal) Profesor de tiempo completo en la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez. [victor\\_portillo@utci.edu.mx](mailto:victor_portillo@utci.edu.mx)

<sup>2</sup> Ingeniero en Logística Internacional. Mayra Ivonne Cervantes Carrillo. Alumno colaborador de investigación cuerpo Académico Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez.

<sup>3</sup> Ingeniero en Logística Internacional. Karina Elizabeth Solís Meléndez. Alumno colaborador de investigación cuerpo académico Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez.

<sup>4</sup> M.A.N.I. Erick Octavio Rojo Simental. Profesor de tiempo completo en la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez. [erick\\_rojo@utci.edu.mx](mailto:erick_rojo@utci.edu.mx)

<sup>5</sup> Ingeniero en Logística Internacional. Manuela Alejandra Gutiérrez Pérez. Alumno colaborador de investigación cuerpo académico Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez.

y aplicación de los factores descritos en los resultados, lo cual contribuirá al crecimiento y fortalecimiento organizacional de estas empresas.

### Marco teórico

#### *Antecedentes*

La teoría acerca del clima organizacional se remonta a las ideas de Tolman descritas en 1926, de los mapas cognitivos definidos como el esquema individual que construyen las personas para darle sentido a su ambiente (Bustamante et., al. 2009).

El estudio del clima organizacional precedió a la de la cultura organizacional Reichers y Schneider (1990) la investigación del clima ocupa principalmente de las encuestas de actitud dentro de las organizaciones y por lo general se representa por una encuesta de actitudes escala Likert o investigación de la teoría de campo. Lewin (1951) etiqueta intentos de vincular cualquier proceso social particular a un contexto más amplio, o en el campo, como la teoría del campo. Lewin (1951) cree que los líderes crean el clima con su presencia y acciones.

El clima organizacional es un tema que se plantea desde la década de los sesenta, junto con el surgimiento del comportamiento organizacional, el desarrollo organizacional y la teoría de sistemas aplicada al estudio de las organizaciones. Su análisis está integrado por un conjunto de factores expresados en términos de componentes, dimensiones, categorías y variables, que permiten su estudio según los propósitos planteados en la investigación (Mujica y Pérez, 2007).

Méndez (2006) manifiesta que el origen del clima organizacional está en la sociología; en donde el concepto de organización dentro de la teoría de las relaciones humanas enfatiza la importancia del hombre en su función del trabajo y por su participación en un sistema social. Donde el clima organizacional como el resultado de la forma como las personas establecen procesos de interacción social y donde dichos procesos están influenciados por un sistema de valores, actitudes y creencias, así como también de su ambiente interno (García, 2009).

#### *Concepto de clima organizacional*

El Clima Organizacional, de acuerdo a Segredo (2014) está íntimamente relacionado con varios factores dentro de los cuales destacan la estructura, funcionamiento de la organización y la capacidad del directivo, lo cual tiene un impacto que genera una gran trascendencia en el comportamiento de las personas por lo que cada día se hace más importante su análisis. Por otra parte se considera que la capacidad del directivo como un recurso indispensable para llevar a cabo el crecimiento en cualquier sociedad, al punto que las diferencias en la disponibilidad del mismo constituyen parte fundamental de las distancias tecnológicas en los países a nivel global. Al mismo tiempo se reconoce como un recurso escaso a escala internacional (Segredo, 2014).

El concepto de clima organizacional se examinó y aclaró por Litwin y Stringer (1968) en un experimento de 1967. En ese estudio, Litwin y Stringer, reportaron una relación entre el clima percibido por los empleados y el comportamiento de los empleados en términos de resultados de negocio tangibles. Esto introdujo dos elementos importantes en la comprensión del clima. En primer lugar, que el clima no sólo afecta a la conducta de los empleados, pero que el comportamiento de los empleados (y por lo tanto el clima) tiene un impacto directo en los resultados del negocio, así como en las actitudes de los empleados y la motivación (Stringer, 2002). Y en segundo lugar, que las realidades de la organización se entienden sólo como son percibidos por los miembros de la organización, permitiendo que el clima sea visto como un filtro a través del cual los fenómenos objetivos debe pasar. Es decir, el clima se define o identifica por la percepción de los empleados, no por la intención del líder (Litwin y Stringer 1968).

Otro autor que hace referencia a lo establecido por Schneider (1975) es Rodríguez (2004) el cual relaciona el concepto de clima organizacional con el de clima atmosférico, señalando que varía a través del tiempo en el largo, mediano y corto plazo, por lo que no es una característica estable en la organización. Por lo tanto refleja que el clima organizacional da cuenta de una serie de factores que tienen lugar en la organización, a diferencia de otros conceptos que están referidos a procesos específicos (Reinoso y Araneda, 2007).

Litwin y Stringer (1968) señalan al clima como un conjunto de propiedades medibles del medio ambiente de trabajo, percibidas directa o indirectamente por las personas que trabajan en la organización. Dichas propiedades generan influencia en el análisis del clima organizacional propiciando motivación y comportamiento (Bustamante, et., al. 2009).

Es importante conocer los factores que conforman el clima organizacional; este concepto que es definido por Goncalves (1997) como un fenómeno que mediante los factores del sistema organizacional y las tendencias motivacionales que se traducen en un comportamiento que tiene consecuencias sobre la organización tales como la productividad, satisfacción y la rotación.

El concepto de motivación (aspecto individual) conduce al de clima organizacional (aspecto organizacional). Los seres humanos están obligados continuamente a adaptarse a una gran variedad de situaciones

para satisfacer sus necesidades y mantener un equilibrio emocional. Esto puede definirse como estado de adaptación, el cual se refiere no sólo a la satisfacción de las necesidades fisiológicas y de seguridad, sino también a la necesidad de pertenecer a un grupo social, de estima y de autorrealización (González y Parra, 2008).

Según lo afirmado por Brunet, (1987) cuando el especialista en administración de recursos humanos quiere escoger un cuestionario para proceder a la evaluación del clima de su organización debe tener presente su naturaleza multidimensional; es decir, la selección del número y el tipo de dimensiones que sustentan el instrumento de medida en cuanto a importancia, lo que determinará la eficacia de la evaluación (Ugueto et., al. 2007).

De acuerdo a Brunet (1987) la teoría del clima organizacional, o de los sistemas de organización como la llama su autor, permite visualizar en términos de causa y efecto la naturaleza de los climas que se estudian y permite también analizar el papel de las variables que conforman el clima que se observa, el fin que persigue la teoría de los sistemas es presentar un marco de referencia que permita examinar la naturaleza del clima y su papel en la eficacia organizacional.

#### *Dimensiones del clima organizacional*

Existen diferentes dimensiones del clima organizacional desarrolladas por diferentes autores, en la mayor parte de los cuestionarios utilizados se distinguen por ciertas dimensiones comunes entre las que destacan: a) nivel de autonomía individual que viven los actores dentro del sistema, b) el grado de estructura y de obligaciones impuestas a los miembros de una organización por su puesto, c) el tipo de recompensa o de remuneración que la organización otorga a sus empleados, d) la consideración, el agradecimiento y el apoyo que un empleado recibe de sus superiores (Gómez, 2004).

#### *Teoría del clima organizacional de Litwin y Stringer*

Litwin y Stringer (1968) fueron los primeros autores en conceptualizar el clima organizativo bajo la perspectiva perceptual. En consecuencia, el clima puede determinarse como el conjunto de propiedades del entorno de trabajo que son susceptibles de ser medidas y percibidas directa o indirectamente por los trabajadores que trabaja y se desarrolla en dicho entorno, el cual genera una gran influencia en su comportamiento y motivación.

La teoría de Litwin y Stringer (1968) intenta explicar importantes aspectos de la conducta de los individuos que trabajan en una organización utilizando los conceptos como motivación y clima. Los autores describen los determinantes situacionales y ambientales que generan influencia sobre la conducta y percepción del individuo. Litwin y Stringer establecen la existencia de nueve dimensiones que están involucradas en el clima existente en una determinada organización. Cada una de estas dimensiones se relaciona con ciertas propiedades de la organización, tales como:

**Estructura.** Está vinculada con las reglas organizacionales, los formalismos, las obligaciones, políticas, jerarquías y regulaciones. Es decir, se refiere a los canales formales dentro de la organización.

**Responsabilidad.** Es la percepción del individuo sobre el ser su propio jefe, el tener un compromiso elevado con el trabajo, el tomar decisiones por sí solo, el crearse sus propias exigencias.

**Recompensa.** Corresponde a los estímulos recibidos por el trabajo bien hecho. Es la medida en que la organización utiliza más el premio que el castigo.

**Riesgo.** Corresponde al sentimiento que tienen los miembros de la organización acerca de los desafíos que impone el trabajo. Es la medida en que la organización promueve retos calculados a fin de lograr los objetivos propuestos.

**Afecto.** Es la percepción por parte de los miembros de la empresa acerca de la existencia de un ambiente de trabajo grato y de buenas relaciones sociales tanto entre pares como entre jefes y subordinados.

**Apoyo.** Es el sentimiento sobre la existencia de un espíritu de ayuda de parte de los directivos y de otros empleados del grupo.

**Estándares de desempeño.** Es el énfasis que pone la organización sobre las normas de rendimiento. Se refiere a la importancia de percibir metas implícitas y explícitas así como normas de desempeño.

**Conflicto.** Es el grado en que los miembros de la organización, tanto pares como superiores, aceptan las opiniones discrepantes y no temen enfrentar y solucionar los problemas tan pronto surjan.

**Identidad.** Es el sentimiento de pertenencia a la organización, el cual es un elemento importante y valioso dentro del grupo de trabajo. En general, es la sensación de compartir los objetivos personales con los de la organización (Acosta y Venegas, 2010).

## Metodología

La presente investigación, se desarrolló a través de un diseño transeccional con alcance correlacional, la muestra que se aplicó, fue del tipo no probabilística utilizando el método de conveniencia, de acuerdo a Mejía (2002) “la muestra por conveniencia es el procedimiento que consiste en la selección de las unidades de la muestra

en forma arbitraria, las que se presentan al investigador, sin criterio alguno que lo defina” (p.121). Dicha muestra constó de 103 empleados distribuidos en 30 empresas que aceptaron su participación, así como por su fácil disponibilidad para aplicar el instrumento de medición, los datos fueron recabados con el cuestionario de clima organizacional OCQ diseñado por Litwin y Stringer (1968); a través de técnicas estadísticas se examinó en el programa estadístico SPSS 17.0 se realizó el cálculo a través del coeficiente de correlación de Pearson, entre el clima organizacional y las nueve dimensiones que comprende dicho instrumento: a) estructura de las tareas o el trabajo b) disposición de la responsabilidad de las tareas c) escala de recompensa positiva d) escala del riesgo a tomar e) escala del afecto f) escala del apoyo g) escala de los estándares del desempeño h) escala de la apertura de los conflictos i) escala de la identidad y la lealtad.

### Resultados

Los datos arrojados por el programa estadístico SPSS, se pueden observar en la Tabla 1. La relación entre el clima organizacional percibido por los empleados y las dimensiones en las cuales está integrado; con un nivel de significancia del 0.01, los datos más relevantes obtenidos muestran el clima organizacional y el afecto con un coeficiente rho del  $-.128$ , indicando que existe una escasa correlación negativa entre ellos, en el caso de la correlación entre clima organizacional e identidad con un coeficiente rho del  $.284$  indica una débil correlación entre ambos, así mismo se observa una correlación débil entre el clima y apoyo con un coeficiente rho del  $.330$ ,

Sin embargo en el caso de la correlación entre el clima organizacional y el riesgo con un coeficiente rho del  $.653$  y los conflictos con un coeficiente rho del  $.692$  se encuentran en una escala moderada, por otro lado las demás dimensiones en general se puede establecer que se encuentran en una escala débil con relación al clima organizacional general percibido en la organización por los empleados que fueron encuestados.

**Tabla 1. Correlación Clima organizacional y sus 9 dimensiones**

Dimensiones		Clima Organizacional
Estructura Tareas	Correlacion Pearson	$.584^{**}$
	N	103
Responsabilidad de las tareas	Correlacion Pearson	$.561^{**}$
	N	103
Recompensa	Correlacion Pearson	$.598^{**}$
	N	103
Riesgo	Correlacion Pearson	$.653^{**}$
	N	103
Afecto	Correlacion Pearson	$-.128$
	N	103
Apoyo	Correlacion Pearson	$.330^{**}$
	N	103
Estándares del desempeño	Correlacion Pearson	$.483^{**}$
	N	103
Conflictos	Correlacion Pearson	$.692^{**}$
	N	103
Identidad	Correlacion Pearson	$.284^{**}$
	N	103

\*\* Correlación es significativa al nivel 0.01 (2 colas)

### Conclusiones y recomendaciones

A través del análisis descriptivo correlacional desarrollado en el presente estudio, los resultados obtenidos indican que la dimensión de afecto registra una correlación negativa con un coeficiente rho de  $-.128$ , lo cual indica



que el ambiente de trabajo es tenso y desagradable para los empleados que se desenvuelven en estas organizaciones, aunado que la relación con los jefes es precaria, es decir, completamente contraria a los que los empleados esperan, en la cual se puede mencionar que dicha dimensión es la más afectada dentro de estas organizaciones, con una completa falta de interés personal y estima dentro de estas empresas, así mismo las dimensiones de apoyo e identidad con un coeficiente rho de .284 y .330 respectivamente, representan una posición de escala débil, las cuales indican que existe poca relación e interés entre los empleados y los objetivos planteados por la empresa, dado que no se siente identificados ni apoyados por la misma.

Por otra parte las dimensiones de riesgo y conflictos con un coeficiente rho de .653 y .692 representan una posición en una escala moderada, en relación a la forma en la cual los empleados perciben la forma en cómo se establecen los retos y desafíos para alcanzar los objetivos, en el caso de la dimensión de conflictos el cómo se interactúa para solucionar los problemas y discrepancias que se puedan presentar entre los grupos de trabajo y directivos de estas empresas.

De acuerdo a los datos recabados se denota que no existe una cultura organizacional que permita generar relaciones más estrechas entre los empleados y directivos, lo cual puede culminar en el fracaso o cierre de estas organizaciones, considerando como área de oportunidad, estructurar programas de trabajo que fomenten y apliquen a través de cursos internos o externos con expertos en la materia de desarrollo organizacional, involucrando de una manera clara y precisa a todos los integrantes de estas empresas.

### Referencias bibliográficas

- Acosta, B., y Venegas, C. (2010). Clima organizacional en una empresa cervecera: un estudio exploratorio. *Revista IIPSI Facultad de Psicología UNMSM*, Vol. 13 - N.º 1 pp. 163 - 172.
- Brunet, L. (1987). *El clima de trabajo en las organizaciones: Definición, diagnóstico y consecuencia*. México: Editorial Trillas, S.A. de C.V.
- Bustamante, M., Hernández, J., y Yáñez, L. (2009). Análisis del Clima Organizacional en el hospital regional de la Talca. *Revista de estudios seriadados en gestión de salud*.
- Dávila, D., Escobar, A., Mulett, L., y Uribe, A. (2012). El clima organizacional de las empresas innovadoras del siglo XXI. *Informes Psicológicos*, Vol. 12 No. 2.
- García, M. (2009). Clima Organizacional y su Diagnóstico: Una aproximación conceptual. *Cuadernos de Administración/ Universidad del Valle No. 42*.
- Gómez, R. C. (2004). Diseño, construcción y validación de un instrumento que evalúa clima organizacional en empresas colombianas, desde la teoría de la respuesta al ítem. *Acta colombiana de psicología*, 11, 97-113.
- Goncalves, A. (1997). *Clima organizacional*. Retrieved from <http://phpartners.com/articulos/downloads.asp>
- González, J., & Parra, C. (2008). Caracterización de la cultura organizacional. Clima organizacional, motivación, liderazgo y satisfacción de las pequeñas empresas del Valle de Sugamuxi y su incidencia en el espíritu empresarial. *Pensamiento y gestión*, No. 25, 40-57.
- Infante, M. (2009). Modelos de innovación para la mejor organización del departamento de recursos humanos en el área administrativa en empresas pymes. *escuela superior politécnica del litoral*, 64-65.
- Lewin, K. (1951). *Field theory in social science*. New York: Harper & Row.
- Litwin, G. H., & Stringer, R. A. (1968). *Motivation and Organizational Climate*. Boston: Division of Research Graduate School of Business Administration: Harvard University.
- Mejía, J. (2002). *Problemas metodológicos de las ciencias sociales en el Perú*. San Marcos, Perú: Fondo Editorial de la Facultad de Ciencias Sociales-UNMSM.
- Méndez, C. (2006). *Clima organizacional en Colombia. EL IMCOC: Un método de análisis para su intervención. Colección de lecciones de administración*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Mujica, M., y Pérez, I. (2007). Gestión del clima organizacional: una acción deseable en la universidad. *Revista de Educación, Año 13, Número 24*.
- Palomo, M. (2005). Los procesos de gestión y la problemática de las PYMES. *Ingenierías*, Vol VII, No. 28.
- Reichers, A., y Schneider, B. (2009). *Climate and culture: An evolution of constructs*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.: In B. Schneider (Ed.), *Organizational Climate and Culture*.
- Reinoso, H., y Aranedá, B. (2007). Diseño y validación de un modelo de medición del clima organizacional basado en percepciones y expectativas. *Revista Ingeniería Industrial, Año 6, No. 1*.
- Rodríguez, D. (2004). *Diagnóstico Organizacional, 6a edición*. Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Schneider, B. (1975). Organizational climates: An essay. *Personnel Psychology*, 28, 447-479.
- Segredo, A. (2014, 07 15). *IMBIOMED*. Retrieved from [http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id\\_articulo=31188&id\\_seccion=2082&id\\_ejemplar=3197&id\\_revista=64](http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=31188&id_seccion=2082&id_ejemplar=3197&id_revista=64)
- Stringer, R. (2002). *Leadership and organizational climate*. Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Ugueto, M., Cardozo, N., Infante, C., y Pérez, F. (2007). Intervención eficaz del Clima Organizacional de una unidad o departamento. *International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management*.

# Robótica Educativa: una propuesta de aprendizaje en los Institutos Tecnológicos

MC Soraida Quezada Ascencio, Lic. Psic. José De Jesús Reyes Sánchez, MPyM Felipe Carlos Vásquez

**Resumen**—El presente estudio cualitativo es un análisis exploratorio que se toma como una perspectiva de la aplicación de los conocimientos de varias disciplinas. El objetivo del mismo es determinar la utilidad que tiene la Robótica Educativa (RE) en el manejo de destrezas, habilidades y capacidades de las áreas que comprende la propia RE, como son: programación, electrónica y mecánica, y la aplicación del aprendizaje de éstas áreas en la asimilación de conocimientos de materias que lleva en su plan de estudios, para con ello, facilitar el aprendizaje de materias que lleva en su carga horaria (reticulares). La población de estudio estuvo conformada en promedio por ocho alumnos pertenecientes al club de robótica del Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro (ITSPA). El método de recolección de datos se realizó mediante listas de cotejo basadas en observación, además de evidencias fotográficas de los avances. Los resultados revelan la importancia del uso de la RE en relación al aprendizaje de materias o asignaturas del plan de estudios que cursa. Se propone implementar un programa estructurado a fin de observar resultados palpables en el alumnado del ITSPA.

**Palabras clave**—robótica, educación, aprendizaje, TIC.

## Introducción

En los últimos años la robótica educativa o pedagógica ha representado una nueva forma de apropiarse de los conocimientos a través de la construcción de prototipos que puedan tener una funcionalidad a partir de la aplicación de conocimientos electrónicos, mecánicos y de programación. Mencionan, Bravo Sánchez & Forero Guzmán (2012) que la RE ofrecen en el ámbito educativo la posibilidad de ser un recurso que facilita el aprendizaje y el desarrollo de competencias generales como la socialización, la creatividad y la iniciativa, lo que posibilita en el estudiante una respuesta eficiente en los entornos dinámicos y cambiantes del mundo tecnológico actual.

Cada vez con mayor frecuencia, se observa al interior de las universidades la presencia de clubes de robótica, en cuyos espacios, se pretende complementar el trabajo práctico en la construcción de proyectos tecnológicos que tengan aplicaciones prácticas, por otra parte mencionan: Moreno, Muñoz, Serracín, Quintero, Pittí Patiño & Quiel (2012), que cada vez es más frecuente que los robots sean parte de la vida cotidiana, pasando de labores meramente industriales a usos en los hogares, e inclusive en labores de campo, de rastreo, de espionaje, entre otras labores que un robot puede desempeñar de forma segura.

El propósito del presente, es mostrar la metodología empleada en la aplicación de la RE a partir de las actividades realizadas en el club de robótica que fue creado en el año 2011 en las instalaciones del ITSPA, así como evidenciar los resultados que se obtuvieron, a partir de los cuales se pueden tomar como un punto de referencia en posteriores trabajos sobre el tema.

## Descripción del Método

El tema de la RE tiene muchas bondades, como ya se ha venido explicando, la razón de utilizar la robótica como una opción de aprendizaje significativo estriba en captar la atención de los alumnos del ITSPA, especialmente los alumnos de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC), quienes por sus áreas de estudio, adquieren conocimientos en las áreas de programación y electrónica, en el año 2012 se adquirieron dos kits de la marca VEX, con la finalidad de contar con equipo experimental para el club de robótica que inicio en el segundo semestre del año, concretamente en el ciclo escolar Agosto-Diciembre 2012, comenzando con dos equipos de alumnos de aproximadamente 5 alumnos cada uno, el primer equipo estaba integrado por alumnos de la carrera de TIC's, el otro equipo estaba conformado por alumnos de la Ingeniería de Biomédica, quienes por sus perfiles podrían tener mejor provecho del aprendizaje de la construcción de robots, precisamente por el currículo (asignaturas de la carrera).

Ya para el año 2013, los alumnos habían construido varios prototipos de robots, probando la funcionalidad de los diferentes tipos de sensores (movimiento, luz, revoluciones, entre otros) que se adquirieron con los dos kits VEX, se incursionó en concursos de robótica siendo el primer evento en el que se participó el encuentro estatal de robótica en la ciudad de Uruapán, Michoacán, se puede apreciar el escenario de inauguración del evento en la figura 1 que se muestra a continuación. Los concursos de robótica fueron una motivación para que los alumnos del club de robótica construyeran robots cada vez con más funcionalidades, cada concurso tiene requisitos, reglas y especificaciones en cuanto a tamaño de los robots y funciones a cumplir de cada uno, por ejemplo, para el concurso de sumo, los robots

pueden ser creados para participar en categorías como: microsumo, minisumo y megasumo, por ejemplo, para poder estar en condiciones de cumplir con los requisitos de microsumo, el peso máximo es de 100 gramos del robot y sus medidas son de 5x5x5 cm, en cambio para minisumo, el peso del robot es de 500 gramos y sus medidas deben ser de 10x10x10 cm; una de las instituciones con las que se estuvo participando activamente es la robomatrix, que es una instancia de la Liga Latinoamericana de Robótica en Competencia, hasta la fecha se ha participado en aproximadamente cinco eventos, de los cuales se han obtenido premios de tercer y segundo lugares en diversas categorías como sumo, seguidor de línea y categorías libres.

Independientemente, de la participación de los alumnos del club de robótica del ITSPA, se dio un seguimiento de los avances académicos de los alumnos al interior del club de robótica, mediante la listas de cotejo en donde se evaluaba el cumplimiento o no de ciertas actividades y/o atributos deseables en el logro de la construcción de los robots por parte de los integrantes, es importante destacar que los alumnos tienen un rol asignado de acuerdo a los roles que se establecen en un equipo de construcción de robots, dichos roles, se tomaron a partir de la capacitación que se recibió por parte de la empresa que vendió los kits de VEX; dichos roles son: programador, constructor y diseñador. A parte de que existen roles en los equipos, se evalúa la calidad en la construcción de los robots, cuando cumple con las especificaciones, con menos piezas, entonces tiene un nivel más alto de calidad, se empleó el formato que se puede apreciar en el cuadro 1, en donde se muestra una manera sencilla de evaluar esta característica.

Construcción de prototipos ( Robots)	Categoría: _____		
	Equipo A	Equipo B	Equipo C
Número de piezas			
Número de sensores			
Número de llantas			
Número de motores			
Número de postes			
Número de engranes			
Otros			

Cuadro 1. Criterios de evaluación en la calidad de construcción de los robots.

En el caso del programador, es quien se encarga de probar instalar en el robot la funcionalidad en código del robot, mediante la aplicación que se este usando, por ejemplo, en el caso de los robots de VEX, la aplicación utilizada fue Robotc, que esta basado en el lenguaje C, los programas o software, son codificados en la IDE ( Entorno de Desarrollo Integrado), en donde a partir de la lógica del propio lenguaje se programan cada una de las funciones que debe cumplir el robot, como puede ser: giros, movimientos repetitivos, fuerza aplicada en los motores, entre otras funcionalidades; una vez terminado el código en el lenguaje de Robotc se procede a cargarlo en el CORTEX del robot, el CORTEX viene siendo el cerebro del robot, es donde radica el software que le proporciona precisamente la funcionalidad o capacidad de movimiento, de giros, de poder retornar a una posición determinada, de mover motores, por mencionar algunas de las varias funciones que puede realizar un robot.



Figura 1. Encuentro de robótica en donde participaron alumnos del club de robótica del ITSPA

Los alumnos del club de robótica del ITSPA, para finales del año 2013, tuvieron nuevos retos que consistieron en construir robots que no solo fueran VEX, se dieron cuenta y como encargada del club de robótica, también se reflexionó sobre los altos costos que implicaba una tecnología como VEX, por lo cual se optó en trabajar también con tecnologías más accesibles en costos, como lo son las tecnologías Arduino, en la IDE de Arduino se descubrieron nuevas funcionalidades a diferencia de Robotc el cual es propietario, en cambio, la IDE de Arduino es open (libre), lo que se traduce en una diferencia significativa al momento de actualizar las versiones que se utilizan para programar la funcionalidad de cada robot que se construye.

Como ya se ha venido mencionando, en este apartado, los alumnos del club de robótica fueron la población estudiada en el tema de la RE, por lo cual, se considera que las actividades que se realizaron fueron representativas en los avances académicos que se obtuvieron en cada uno de ellos, en la figura 2, se aprecia parte del equipo mostrando parte de sus robots construidos en el año 2013, en la semana nacional de ciencias celebrada en el ITSPA en el mes de Octubre, en donde la institución recibe cientos de alumnos que vienen de diversos niveles educativos, como primarias, secundarias y preparatorias, el objetivo de la exposición de robótica fue mostrar a los jóvenes de Pátzcuaro y sus alrededores, la importancia de conocer la robótica y sus aplicaciones en la vida ordinaria e industrial, es importante, destacar que todos los visitantes que se tuvieron se fueron motivados y sobre todo queriendo conocer más sobre el tema de robótica.

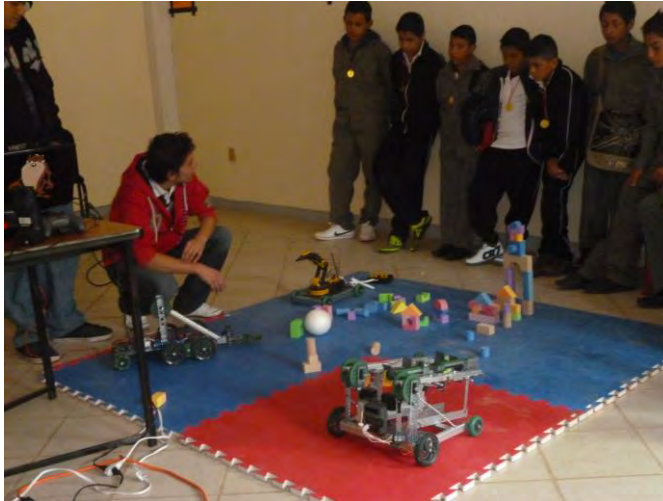


Figura 2. Exposición de robots del club de robótica en la semana de Ciencia

El seguimiento de los avances que se tuvieron en el club de robótica, también fueron observados a través del cuadro 2, en donde se muestran las habilidades y capacidades que se consideraron se deberían calificar en cada uno de los equipos que trabajaban, cabe mencionar, que las actividades eran realizadas cuando los estudiantes no tenían clases, es decir, extra clase, ya que no debería ser un pretexto para no tomar clases o tener la excusa de no cumplir con su carga horaria.

Es importante, mencionar que el club de robótica también ha tenido alumnos que han realizado sus prácticas profesionales como parte de las actividades que se realizan, la residente Verónica Tovar Fuerte construyó el sistema SICROBO ( Sistema de Control de Robótica), cuya finalidad es llevar un control del inventario de las piezas que están dadas de alta en el club de robótica, los motores, los sensores, los engranes y en sí todas las piezas de los robots son un material vital para poder elaborar los prototipos. Otra residente, la alumna Marlen García Alvarado, diseñó e implementó la página del club de robótica que se encuentra en la página principal del ITSPA, cuya liga es <http://www.itspa.edu.mx/>.

Habilidades y capacidades	Equipo:		
	Suficiente	Por mejorar	Excelente
Trabajo en equipo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Presenta alternativas (propositivo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Respeto las decisiones del equipo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reconoce el trabajo de los demás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Respeto las actividades de cada rol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Cuadro 2. Evaluación por equipo de las habilidades y capacidades.

### Comentarios Finales

El aprendizaje práctico mediante la construcción de prototipos resulta más significativo en el aprendizaje de materias problemáticas como lo es la materia de programación, ya que a la mayoría de los alumnos de la Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones tienen problemas en el aprendizaje de los paradigmas de

corriente en sus asignaturas, es decir, que sea un alumno regular, que no deba materias, que no haya reprobado ninguna materia, o en su caso, que se comprometa mostrando un cumplimiento en primer lugar con sus materias de su carga horaria, y en sus ratos libres y extras dedicar tiempo al club de robótica.

#### *Conclusiones*

Se puede decir, que la RE si ha tenido buenos resultados, prueba de ello es el club de robótica del ITSPA, en donde los alumnos que actualmente se encuentran, que no son muchos, en promedio son diez, están no por que se les obligue, por el contrario, están por propia convicción, siendo esto una muestra de que es una actividad que puede despertar el interes por el aprendizaje práctico, además de que es un factor detonante en el aumento de la capacidad de aprendizaje de materias relacionadas con la RE ( programación, electrónica y mecánica).

#### *Recomendaciones*

Una de las recomendaciones que como equipo de organización de las actividades de un club, en este caso de robótica, se pueden tomar en cuenta, es promover que los alumnos del club de robótica realicen cursos de capacitación al exterior del club, con la finalidad de hacerse de recursos propios, para poder adquirir más material para los robots, y con ello, tener más posibilidades de poder crear diferentes prototipos que pueden representar una posibilidad de concursar en los eventos que se realizan en las diferentes instituciones que promueven esta actividad, siendo esto una ventana de oportunidad para los alumnos del ITSPA, que posteriormente puede ser ésta su actividad profesional, que les permita incursionar en empresas dedicadas a la robótica, ya que cada vez son más los usos que tienen los robots en la vida del ser humano.

### Referencias

Bravo Sánchez, F. Á., & Forero Guzmán, A. (2012). LA ROBÓTICA COMO UN RECURSO PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE Y DESARROLLO DE COMPETENCIAS GENERALES. Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información (13), 120-136.

Moreno, I., Muñoz, L., Serracín, J. R., Quintero, J., Pittí Patiño, K., & Quiel, J. (sin mes de 2012). LA ROBÓTICA EDUCATIVA, UNA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS Y LAS TECNOLOGÍAS . eoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, , Universidad de Salamanca .

### Notas Biográficas

**La MC Soraida Quezada Ascencio**, actualmente es profesor titular A, en el Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro, Michoacán, institución que cuenta con solo ocho años de antigüedad, actualmente imparte asignaturas de Taller de Investigación, ha participado en los encuentros de investigadores del Programa Delfin realizados en Nuevo Vallarta, Nayarit, cuenta con una maestría en Ciencias en ciencias de la computación, actualmente es aspirante a Doctor en Ciencias.

**Lic. Psic. José De Jesús Reyes Sánchez**, es profesor del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo, Zacatecas, es profesor del proyecto Delfin.

**MPyM Felipe Carlos Vásquez**, es estudiante del Doctorado en Ciencia de Materiales en el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) que forma parte del PNPC del CONACYT. Es desde el 2006 docente-investigador y tutor del Instituto Tecnológico Superior De Fresnillo, ha asesorado alumnos en proyecto DELFIN en 2013, ha participado en 4 congresos Internacionales, 2 en modalidad de presentación Oral y 2 como poster.

### APENDICE

Eventos en los que se ha participado el club de robótica

1. Tercer encuentro estatal de robótica, en Octubre 2013, en la Ciudad de Uruapán, Michoacán.
2. Robomatrix, Enero 2014, en la Ciudad de Morelia, Michoacán.
3. Robomatrix, Abril 2014, en la Ciudad de Guadalajara, Jalisco.
4. Cuarto encuentro estatal de robótica, en Octubre 2014, en la Ciudad Hidalgo, Michoacán.
5. Concurso interno de robótica en el ITSPA, Noviembre 2014.

# Análisis del compensador serie controlado por tiristores dentro de la formulación de flujos de potencia con regulación primaria de frecuencia

Dr. Reymundo Ramírez Betancour<sup>1</sup>, Dr. Claudio R. Fuerte Esquivel<sup>2</sup>, MI. Julio C. Ramírez Hernández<sup>3</sup>,  
Dr. J. Armando Olmos López<sup>4</sup> y MC. Juan C. Yris Pastor<sup>5</sup>

**Resumen**—Este trabajo presenta la formulación de flujo de potencia con regulación primaria en estado estacionario incluyendo el dispositivo compensador serie controlado por tiristores (TCSC). El estudio considera la desviación de frecuencia del sistema, la acción que ejerce el gobernador de velocidad sobre la generación de potencia y la dependencia de voltaje y frecuencia de las cargas. Las características y beneficios del estudio de flujos de potencia con regulación primaria haciendo uso del dispositivo TCSC se muestran mediante simulaciones numéricas en las redes de 30 y 118 nodos.

**Palabras clave**—flujo de potencia, regulación de frecuencia, regulación primaria, compensador serie controlado por tiristores.

## Introducción

El compensador serie controlado por tiristores es el dispositivo de mayor uso en sistemas eléctricos con problemas de transmisión de energía, este permite incrementar la capacidad de transmisión regulando la reactivas del sistema de transmisión (Meikandasivam et al. 2013 y Rashed y Sun, 2011). Se han desarrollado trabajos que incluyen modelos matemáticos del TCSC para el análisis de flujos de potencia (Ambriz-Pérez et al. 2006). Asimismo, se han realizado esfuerzos por determinar la mejor localización del TCSC en el sistema eléctrico, en (Rashed y Sun, 2011) se determina la óptima localización del dispositivo en el sistema eléctrico mediante un análisis de contingencias y una técnica de evolución diferencial. Sin embargo, la mayoría de los trabajos realizado en estado estacionario se basan en la formulación de flujos de potencia convencional.

El estudio de flujos de potencia convencional es una herramienta muy utilizada para la planeación y el control de sistemas eléctricos de potencia. Este estudio permite determinar el punto de operación de estado estacionario del sistema. La formulación convencional de flujos de potencia asume que existe un generador ideal con capacidad de generación ilimitada que mantendrá una frecuencia de operación constante. Sin embargo, al presentarse un desbalance de potencia activa entre la generación y la demanda causará una variación en la frecuencia; tal que es importante consideran la frecuencia del sistema como una variable de estado en la solución del problema de flujos de potencia. En Okamura et al. (1975) se incluye el modelo estático del generador en la formulación de flujos de potencia. A partir de las investigaciones de (Okamura et al., 1975), en Ramírez-Betancour et al. (2010) se presenta un estudio de estabilidad de voltaje en estado estacionario considerando la regulación primaria de frecuencia.

En el presente trabajo se incluye el modelo de estado estacionario del TCSC, propuesto en (Ambriz-Pérez et al. 2006), dentro de la formulación de flujos de potencia con regulación primaria (FPRP) de frecuencia. La solución del conjunto de ecuaciones resultante se obtiene mediante el algoritmo de Newton-Raphson.

## Modelo del TCSC

La Figura 1 muestra la configuración general de un módulo del TCSC (Fuerte, 1997), el cual consiste en una compensación capacitiva,  $X_C$ , en paralelo al reactor controlado por tiristores (TCR). La reactancia inductiva,  $X_L$ , del reactor es controlada por el ángulo de encendido (Ambriz-Pérez et al. 2006), con lo que se obtiene una reactancia equivalente del TCSC operando en tres regiones: región inductiva, región capacitiva y región de resonancia.

La reactancia equivalente a frecuencia fundamental de este controlador, como función del ángulo de disparo,  $\alpha$ , es dada por (1) (Fuerte, 1997)

<sup>1</sup> El Dr. Reymundo Ramírez Betancour es Profesor de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco. [reyumundo.ramirez@ujat.mx](mailto:reyumundo.ramirez@ujat.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Dr. Claudio R. Fuerte Esquivel es Profesor de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, Morelia, Michoacán.

<sup>3</sup> El Dr. J. Armando Olmos López es Profesor de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco.

<sup>4</sup> El MI. Julio C. Ramírez Hernández es Profesor de Ingeniería Eléctrica Mecánica en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco.

<sup>5</sup> El MC. Juan C. Yris Pastor es Profesor de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco.

$$X_{TCSC(1)} = -X_C + (X_C + X_{LC}) \left( \frac{2(\pi - \alpha) + \sin(2(\pi - \alpha))}{\pi} \right) - \frac{4 X_{LC}^2 \cos^2(\pi - \alpha)}{X_L} \left( \frac{k \tan(k(\pi - \alpha)) - \tan(\pi - \alpha)}{\pi} \right) \quad (1)$$

donde

$$X_{LC} = \frac{X_C X_L}{X_C - X_L}; \quad k = \frac{\omega_o}{\omega} \quad (2)$$

y  $X_C = 1/\omega C$  es la reactancia capacitiva;  $X_L = \omega L$  es la reactancia del inductor;  $\alpha$  es el ángulo de disparo;  $\omega_o = \sqrt{1/LC}$  y  $\omega = 2\pi f$ .

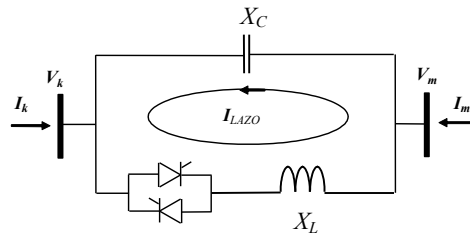


Figura 1. Modulo del TCSC.

Las ecuaciones de potencia activa y reactiva fluyendo a través del TCSC son derivadas de la matriz de admitancias del dispositivo,

$$\begin{bmatrix} I_k \\ I_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} jB_{kk} & jB_{km} \\ jB_{mk} & jB_{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_k \\ V_m \end{bmatrix} \quad (3)$$

donde

$$B_{kk} = B_{mm} = -\frac{1}{X_{TCSC}} \quad y \quad B_{km} = B_{mk} = \frac{1}{X_{TCSC}} \quad (4)$$

Las ecuaciones de potencia activa inyectada al nodo  $k$  se obtienen como

$$P_k = V_k V_m B_{km} \sin(\theta_k - \theta_m) \quad (5)$$

$$Q_k = -V_k^2 B_{kk} - V_k V_m B_{km} \cos(\theta_k - \theta_m) \quad (6)$$

donde  $V_k$  y  $\theta_k$  es la magnitud y ángulo de voltaje del nodo  $k$ . Para las ecuaciones en el nodo  $m$  se intercambia  $k$  y  $m$  en las ecuaciones (5) y (6).

### Formulación de FPRP con TCSC

El algoritmo de FPRP con TCSC permite determinar el punto de operación del sistema eléctrico tomando en cuenta la desviación de frecuencia y la compensación de líneas de transmisión. La generación y demanda de potencia son funciones que consideran los efectos de las desviaciones de frecuencia de operación del sistema.

#### Generador

La generación de potencia activa  $P_{Gi}$  se ajusta por la respuesta estática de la regulación primaria, la cual se representa por el diagrama de bloques en la Figura 2, (Okamura et al., 1975)

$$P_{Gi} = P_{Gi\_set} - \frac{P_{Ri}}{R_i} \Delta f \quad (7)$$

$$P_{Gi\_min} \leq P_{Gi} \leq P_{Gi\_max} \quad (8)$$

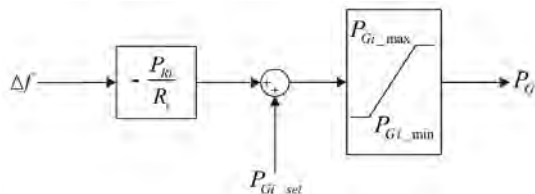


Figura 2. Modelo de gobernador del generador.

donde  $P_{Gi\_set}$  es la generación base de potencia activa,  $R_i$  es la regulación de velocidad (estatismo) en p.u.,  $P_{Ri}$  es la generación nominal de potencia activa y  $\Delta f$  es la desviación del valor de frecuencia nominal.



Mientras que para obtener la generación de potencia reactiva se asume que el generador opera a un factor de potencia constante

$$Q_{Gi} = Q_{Gi\_set} + a_{Qi} \Delta P_{Gi} + b_{Qi} \Delta P_{Gi}^2 \quad (9)$$

$$\Delta P_{Gi} = -\frac{P_{Ri}}{R_i} \Delta f \quad (10)$$

$$Q_{Gi\_min} \leq Q_{Gi} \leq Q_{Gi\_max} \quad (11)$$

donde  $Q_{Gi\_set}$  es una generación base de potencia reactiva,  $a_{Qi}$  y  $b_{Qi}$  corresponden a los coeficientes de generación de potencia reactiva.

#### Cargas

En los sistemas de potencia la carga de un sistema está constituida por un conjunto de cargas individuales de diferentes tipos, como industrial, comercial y residencial. La composición exacta de la carga es difícil de estimar. Debido a que se cambia la composición en función de muchos factores, incluyendo el tiempo, las condiciones meteorológicas, entre otros factores externos. Estas pueden ser modeladas como impedancia, corriente y potencia constante, aunque realmente se presentan en forma combinada. En forma interna, las cargas dependen de los cambios de voltaje y de la frecuencia de operación del sistema (Kundur, 1994).

Para expresar en forma general el modelo de cargas incluyendo la dependencia de frecuencia de la carga se debe agregar un factor linealizado de la frecuencia, el cual se expresa como  $1 + K_{pi} \Delta f$ . Las características de la carga se expresan en cualquier instante de tiempo como funciones algebraicas de la magnitud del voltaje nodal y la frecuencia en ese instante de tiempo (Okamura et al., 1975 y Ramírez et al. 2010)

$$P_{Li} = P_{Li\_set} (1 + K_{pi} \Delta f) \left( p_{pi} + p_{ci} \left( \frac{V_i}{V_{LBi}} \right)^{N1} + p_{zi} \left( \frac{V_i}{V_{LBi}} \right)^2 \right) \quad (12)$$

$$Q_{Li} = Q_{Li\_set} (1 + K_{qi} \Delta f) \left( q_{pi} + q_{ci} \left( \frac{V_i}{V_{LBi}} \right)^{N2} + q_{zi} \left( \frac{V_i}{V_{LBi}} \right)^2 \right) \quad (13)$$

donde  $K_p$  y  $K_q$  son los coeficientes de la característica de frecuencia. Los coeficientes de la característica de voltaje son  $p_p, p_c, p_z, q_p, q_c$  y  $q_z$ .

#### Solución del problema de FPRP con TCSC

El análisis de flujos de potencia determina el punto de equilibrio del sistema eléctrico donde se satisface el balance energético en cada uno de los nodos que integran a la red de transmisión (Fuerte, 1997). Este balance energético es definido matemáticamente por las ecuaciones (14) y (15), el nuevo punto de equilibrio puede encontrarse a una frecuencia de operación diferente a la nominal.

$$\Delta P_i = P_{Gi} - P_i - P_{Li} = 0 \quad (14)$$

$$\Delta Q_i = Q_{Gi} - Q_i - Q_{Li} = 0 \quad (15)$$

donde

$$P_i = V_i^2 G_{ii} + V_i \sum_{j=1}^n V_j (G_{ij} \cos(\theta_i - \theta_j) + B_{ij} \sin(\theta_i - \theta_j)) \quad (16)$$

$$Q_i = -V_i^2 B_{ii} + V_i \sum_{j=1}^n V_j (G_{ij} \sin(\theta_i - \theta_j) - B_{ij} \cos(\theta_i - \theta_j)) \quad (17)$$

y la ecuación de balance de potencia activa del nodo  $k$  al nodo  $m$  del TCSC está dada por

$$\Delta P_{km}^\alpha = P_{km}^{\alpha, set} - P_{km}^\alpha \quad (18)$$

donde

$$P_{km}^\alpha = \frac{V_k V_m \sin(\theta_k - \theta_m)}{X_{TCSC(1)}} \quad (19)$$

La solución del conjunto de ecuaciones no lineales se puede obtener mediante el método de Newton-Raphson. En este caso, las ecuaciones de balance de potencia en cada nodo  $\Delta P = g(\theta, \Delta f, V)$ ,  $\Delta Q = g(\theta, \Delta f, V)$  y las ecuaciones de balance de potencia de cada TCSC  $\Delta P^\alpha = g(\theta, V, \alpha)$  son linealizadas alrededor de un punto base  $(\theta^0, \Delta f^0, V^0, \alpha^0)$  obteniéndose el siguiente conjunto de ecuaciones algebraicas lineales,

$$\underbrace{\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \\ \Delta P^\alpha \end{bmatrix}}_{F(X^i)} = - \underbrace{\begin{bmatrix} \mathbf{H} & \mathbf{F} & \mathbf{N} & \mathbf{C} \\ \mathbf{J} & \mathbf{G} & \mathbf{L} & \mathbf{B} \\ \mathbf{TH} & \mathbf{TF} & \mathbf{TN} & \mathbf{T} \end{bmatrix}}_{\mathbf{J}(X^i)} \underbrace{\begin{bmatrix} \Delta \theta \\ \Delta(\Delta f) \\ \Delta V/V \\ \Delta \alpha \end{bmatrix}}_{X^i} \quad (20)$$

Los elementos de las submatrices Jacobianas son definidos como:

$$\begin{aligned} H_{km} &= \frac{\partial \Delta P_k}{\partial \theta_m} & F_k &= \frac{\partial \Delta P_k}{\partial \Delta f} & N_{km} &= \frac{\partial \Delta P_k}{\partial V_m} V_m & C_k &= \frac{\partial \Delta P_k}{\partial \Delta \alpha_1} \\ J_{km} &= \frac{\partial \Delta Q_k}{\partial \theta_m} & G_k &= \frac{\partial \Delta Q_k}{\partial \Delta f} & L_{km} &= \frac{\partial \Delta Q_k}{\partial V_m} V_m & B_k &= \frac{\partial \Delta Q_k}{\partial \Delta \alpha_1} \\ IH_{km} &= \frac{\partial \Delta P_1^\alpha}{\partial \theta_m} & IF_k &= \frac{\partial \Delta P_1^\alpha}{\partial \Delta f} & IN_{km} &= \frac{\partial \Delta P_1^\alpha}{\partial V_m} V_m & I_k &= \frac{\partial \Delta P_1^\alpha}{\partial \Delta \alpha_1} \end{aligned} \quad (12)$$

La incorporación de la ecuación de potencia del TCSC en el algoritmo de FPRP requiere que por cada dispositivo TCSC presente en la red, la matriz Jacobiana se incremente un renglón y una columna.

### Caso de estudio

El programa de FPRP con TCSC se aplicó a distintos sistemas eléctricos de diferentes tamaños. En este trabajo se presenta los resultados obtenidos en las redes de 30 nodos y 118 nodos, cuyos datos y características del sistema son presentados en (Power System Test Case Archive).

#### Red de 30 nodos

El TCSC se colocó en diferentes líneas de transmisión con el propósito de controlar la transferencia de potencia activa saliendo del dispositivo al nodo de recepción de la línea de transmisión. Para lograr este propósito se utiliza el caso base (condición inicial sin perturbación) de la red de 30 nodos. En la Tabla 1 se indica la línea de transmisión donde se colocó el TCSC y la potencia activa que se desea transferir. Para incluir el dispositivo en la red se utiliza un nodo ficticio *nodfa*, tal como se muestra en la Figura 3.

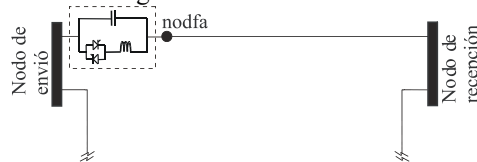


Figura 3. Colocación del TCSC en serie con la línea de transmisión.

La condición inicial del ángulo de disparo se especifica en 150 grados para todos los casos. El TCSC tiene una reactancia capacitiva de 0.009375 p.u. y una reactancia inductiva de 0.001625 p.u. El límite máximo del ángulo de disparo es de 180° y el límite menor es de 90°. En todas las líneas de transmisión donde se colocó el dispositivo, se logró controlar la transferencia de potencia activa saliendo del dispositivo al nodo de recepción, tal como se indica en la Tabla 1.

Caso base		Línea de transmisión		Sistema con TCSC			
$\Delta f$ (Hz)	$P_{km}$ (MW)	Nodo $k$	Nodo $m$	$P_{km}^{\alpha, set}$ (MW)	$\alpha$ (grados)	$X_{TCSC}$ (p.u.)	$\Delta f$ (Hz)
-0.0512	84.14	nod 1	nod 3	100.0	144.372	-0.0625	-0.0512
	46.47	nod 2	nod 4	50.0	148.625	-0.0211	-0.0520
	83.52	nod 2	nod 5	90.0	145.627	-0.0382	-0.0506
	62.71	nod 2	nod 6	72.0	145.407	-0.0408	-0.0547
	78.80	nod 3	nod 4	45.0	142.154	0.2882	-0.0628
	70.29	nod 4	nod 6	77.0	148.796	-0.0206	-0.0528
	37.09	nod 6	nod 7	48.0	143.403	-0.1279	-0.0552
	29.62	nod 6	nod 8	28.0	137.773	0.0207	-0.0506
	-0.48	nod 8	nod 28	-1.0	143.155	-0.1774	-0.0513
	18.01	nod 12	nod 15	10.0	142.163	0.2951	-0.0507

Tabla 1. Resultados de la red de 30 nodos con TCSC.

Se observa que el ángulo de disparo se ajusta para realizar el control de flujo de potencia en la línea, de tal forma que el TCSC opera en la región capacitiva con una reactancia equivalente negativa cuando se requiere controlar un mayor flujo de potencia activa en la línea respecto al caso base. Por otra parte, cuando se controla una menor cantidad flujo de potencia el dispositivo opera en la región inductiva con una reactancia equivalente positiva. El signo negativo en la reactancia equivalente del dispositivo nos indica que la línea fue acortada eléctricamente, mientras que el signo positivo nos indica que la línea se alargó.

La redistribución de flujos obtenida mediante el TCSC beneficia o perjudica la regulación de frecuencia dependiendo el lugar donde se coloque el dispositivo. La mejor distribución de flujos se obtiene cuando se coloca el TCSC entre el nodo nod\_2 y nod\_5, puesto que se encuentra un nuevo punto de operación con una menor generación de potencia respecto al caso base. La peor distribución se presenta al colocar el dispositivo entre el nodo nod\_3 y nod\_4, debido a que se necesita generar una mayor cantidad de potencia para lograr un nuevo punto de equilibrio. La Tabla 2 muestra las cantidades finales de generación de potencia activa y reactiva.

Nodo	Caso Base		nod_2 y nod_5		nod_3 y nod_4	
	$P_G$ (MW)	$Q_G$ (MVAR's)	$P_G$ (MW)	$Q_G$ (MVAR's)	$P_G$ (MW)	$Q_G$ (MVAR's)
nod 1	263.137	-13.8172	263.109	-13.8467	263.618	-13.313
nod 2	42.1371	47.1828	42.1088	47.1533	42.6185	47.687
nod 5	0	38.1465	0	37.2506	0	40
nod 8	0	39.2834	0	37.8016	0	40
nod 11	0	16.6446	0	16.4664	0	20.5988
nod_13	0	11.5993	0	11.3527	0	16.625

Tabla 1. Generación de potencia de la red de 30 nodos.

### Red de 118 nodos

El sistema eléctrico de 118 nodos se utiliza para realizar casos de estudio de FPRP con TCSC en una red de pruebas con mayor cantidad de nodos. Este sistema cuenta con 37 cargas fijas y 54 cargas dependientes de frecuencia y voltaje las cuales tienen potencia de referencia  $P_{Lset}$  y  $Q_{Lset}$ . A partir del caso base (condición inicial sin TCSC ni perturbación), se analiza la redistribución de flujos de potencia al instalar simultáneamente tres dispositivos TCSC en la red. La Tabla 3 presenta las líneas donde se instalan los dispositivos y los valores que se desea controlar. Todos los TCSCs tienen una reactancia capacitiva de 0.009375 p.u. y una reactancia inductiva de 0.001625 p.u. La condición inicial del ángulo de disparo se especifica en  $150^\circ$ , el límite superior del ángulo de disparo es de  $180^\circ$  y el límite inferior es de  $90^\circ$ .

Caso base		Línea de transmisión		Sistema con TCSC		
$\Delta f$ (Hz)	$P_{km}$ (MW)	Nodo $k$	Nodo $m$	$P_{km}^{\alpha,set}$ (MW)	TCSC	$\Delta f$ (Hz)
-0.0512	64.8	30	38	70.0	1	0.0422
	35.7	50	57	40.0	2	
	-5.15	98	100	8.0	3	

Tabla 3. TCSC instalado en la red de 118 nodos.

El estudio alcanza la convergencia en la iteración 11 con una tolerancia de  $1 \times 10^{-12}$  p.u y todos los dispositivos TCSC logran controlar las potencias deseadas. El nuevo punto de operación se alcanza con una desviación de frecuencia positiva de 0.0413973 Hz, con lo cual se reduce la generación de potencia como se muestra en la Figura 4.

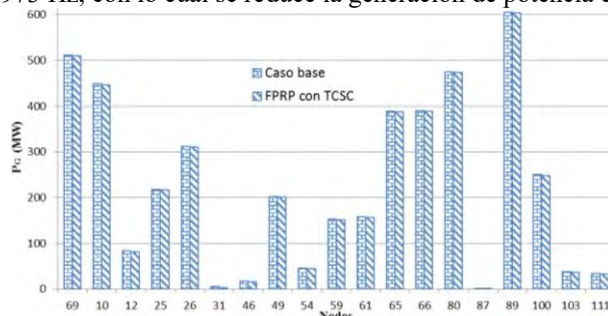


Figura 4. Generación de potencia.

La nueva frecuencia de operación provoca la reducción de las demandas de potencia dependientes de voltaje y frecuencia, así como en la disminución de voltajes en estas cargas.

La Figura 5 muestra la evolución de los ángulos de disparo y de las reactancias equivalentes de cada dispositivo compensador, entre la iteración cero y cuarta todos los ángulos de disparo muestra cambios significativos para lograr mantener el control. A partir de la tercera iteración la reactancia  $X_{TCSC3}$  aumenta su valor capacitivo (de 0.00489165

p.u. a  $-7.790988$  p.u.) esto se debe a que el flujo de potencia a controlar es mayor al del caso base y por lo tanto el TCSC<sub>3</sub> opera en la región capacitiva para lograr mantener la potencia especificada.

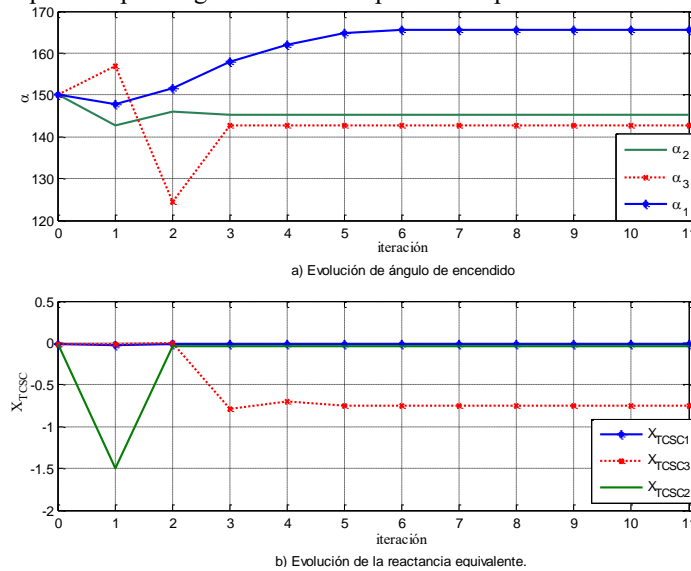


Figura 4. Evolución de los TCSCs.

### Conclusiones

El algoritmo de FPRP con TCSC es una herramienta que permite realizar análisis de flujos de potencia con compensación en líneas de transmisión. Este algoritmo determina los cambios de frecuencia del sistema ante cualquier perturbación en la generación o demanda de potencia.

La ubicación del TCSC en el sistema eléctrico es muy importante, ya que este tiene una aportación positiva o negativa en la regulación de frecuencia de acuerdo al lugar en el que se instalen. Esto, ya que la distribución de flujos de potencia y las pérdidas son modificadas.

### Referencias

- Ambriz-Pérez, H., Acha, E. y Fuerte-Esquivel, C.R. "TCSC-firing angle model for optimal power flow solutions using Newton's method," *Electrical Power and Energy Systems*, Vol. 28, No. 2, 2006.
- Fuerte-Esquivel, C.R. "PhD Thesis: Steady State Modelling and Analysis of Flexible AC Transmission Systems," *Department of Electronics and Electrical Engineering*, University of Glasgow, Glasgow Scotland, Agosto, 1997.
- Kundur P.P. "Power System Stability and Control", McGraw-Hill, 1994, ISBN 007035958.
- Meikandasivam, S., Nema, R.K. y Jain, S.K. "Fine power flow control by split TCSC," *Electrical Power and Energy Systems*, Vol. 45, No. 1, 2013.
- Okamura, M., Oumar, Y., Hayashi, S., Vemura, K. y Ishiguro, F. "A new power flow model and solution method," *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol. PAS-94, 1975.
- Power Systems Test Case Archive, Electrical Engineering, Univ. Washington. [Online]. Available: <http://www.ee.washington.edu/research/pstca>
- Ramírez, R., Gutierrez, V.J. y Fuerte, C.R. "Static simulation of voltage instability considering effects of governor characteristics, and voltage and frequency dependence of loads," *North American Power Symposium 2010*, Arlington, Texas, ISBN 978-1-4244-8046-3.
- Rashed, G.I. y Sun, Y. "Optimal Placement of Thyristor Controlled Series Compensation for Enhancing Power System Security Based on Computational Intelligence Techniques," *Procedia Engineering*, Vol. 15, 2011.

### Notas Biográficas

El **Dr. Reymundo Ramírez Betancour** recibió el grado de Dr. en la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Morelia, México en 2012. Es profesor investigador en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Sus áreas de interés son el modelado, control y simulación de los FACTS, así como el análisis en estado estático y dinámico de sistemas eléctricos de potencia.

El **Dr. Claudio Rubén Fuerte Esquivel** recibió el grado de Dr. de la Universidad de Glasgow, Escocia, Reino Unido en 1997. En la actualidad es Profesor Investigador de Tiempo Completo en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Sus intereses de investigación son el análisis en estado estable y dinámico de sistemas flexibles de transmisión en corriente alterna.

El **MI Julio Cesar Ramírez Hernández** recibió el grado de MI en la Universidad de Guanajuato, México. Actualmente es profesor investigador de la licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

El **Dr. José Armando Olmos López** es profesor investigador en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Recibió el grado de Dr. en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), Cuernabaca, Mexico en 2012. Sus áreas de interés son control no lineal, electrónica de potencia y el análisis de sistemas de potencia.

El **MC Juan Carlos Yris Pastor** es profesor investigador en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Recibió el grado de MC en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET) de Cuernavaca, Mexico, 1991 y 1996 respectivamente. Actualmente se encuentra en su etapa final para obtener el grado de Dr en el CENIDET. Sus áreas de interés son electrónica de potencia y el análisis de sistemas de potencia.

# Desarrollo de un Sistema de Rastreo de Pruebas de Laboratorio Aplicando las Metodologías de Diseño Axiomático y TRIZ

Ing. Nidia Verónica Ramírez Gutiérrez<sup>1</sup>, Dr. Jorge Pedrozo Escobedo<sup>2</sup>

**Resumen**—En un centro técnico en Ciudad Juárez encargado de realizar pruebas de validación a cerraduras de puertas de automóviles, se necesita llevar a cabo adecuadamente el monitoreo de cada prueba de validación que se realiza en su laboratorio. El desarrollo de una herramienta computarizada que ayude a realizar dicha tarea se había tornado difícil, ya que en este proceso se involucran distintos departamentos, los cuales diferían en los requerimientos de dicha herramienta. Con la ayuda de metodologías de diseños con enfoque industrial, tales como el Diseño Axiomático y la TRIZ, en nuestro caso, se logró el desarrollo del Sistema de Rastreo de Pruebas de Laboratorio cumpliendo con las necesidades de la empresa y de cada departamento y eliminando contradicciones que podrían haber afectado durante este desarrollo. La combinación de estas metodologías de diseño con enfoque industrial y el desarrollo de *software* ayudo a asegurar la aceptación de esta nueva herramienta.

**Palabras clave**—Diseño Axiomático, Metodología TRIZ, Desarrollo de *software*.

## Introducción

Uno de los principales problemas en el desarrollo de *software* es la insatisfacción del usuario con el proyecto final (Montero, 2015). Ya que durante esta etapa el programador se encuentra con la dificultad de que, en ciertas ocasiones, el cliente define los requerimientos del sistema a generar de tal manera que existen enormes contradicciones, o en su caso falta definir adecuadamente las necesidades existentes. Lo anterior con lleva a que el sistema resultante no satisfaga al cliente en cuestión, traduciéndolo a tiempo y recursos desperdiciados.

En la situación inicial del estudio de las necesidades y requerimientos para el desarrollo del sistema de rastreo de pruebas de laboratorio para un centro técnico en específico en Ciudad Juárez, encontramos la inexistencia de algún método para llevar a cabo el rastreo de las pruebas de validación que en este lugar se realizan, la única forma de conocer el estado de dichas pruebas era cuestionando a los técnicos o al ingeniero de prueba encargado, lo cual resultaba impráctico y en pérdida de tiempo.

Anteriormente se desarrolló otro sistema para el mismo caso de estudio, pero debido a que los requerimientos y las necesidades de los usuarios finales no se satisficieron adecuadamente, este sistema actualmente no es utilizado. La implementación de metodologías de diseño con enfoque industrial durante el desarrollo de *software* es un método novedoso que ayudan a que el sistema resultante satisfaga a sus clientes finales.

Para el desarrollo del sistema de rastreo de pruebas de validación se utilizaron las metodologías de diseño con enfoque industrial, lo cual contribuyó a que el sistema resultante fuera del agrado de la mayoría de los usuarios finales. Aunando a que gracias a estas metodologías industriales los recursos monetarios para el desarrollo del sistema se redujeron considerablemente.

## Diseño Axiomático

### *Definición del Diseño Axiomático*

La definición de diseño axiomático se puede sintetizar como el método de diseño de sistemas, el cual identifica los requerimientos funcionales, determina las variables de proceso y los posibles parámetros de diseño y los integra en un sistema total (Reyes et al., 2012). La teoría del diseño axiomático provee una base científica para el desarrollo de sistemas de ingeniería adjuntado a esto que ha sido utilizada para distintos propósitos de diseño tales como (Balderrama et al., 2011):

1. Proveer una forma sistemática de diseñar sistemas complejos y productos.
2. Exaltar la creatividad del diseñador.
3. Reducir procesos de búsqueda azarosa en las soluciones de diseño.
4. Minimizar el proceso iterativo de ensayo de error.
5. Determinar el mejor diseño entre aquellos que hayan sido propuestos.
6. Crear una arquitectura de sistemas que capture por completo la construcción de sus funciones y provea su documentación adecuada y oportuna.
7. Encontrar soluciones de diseño eficientes a partir del uso apropiado de la computadora.

<sup>1</sup>Ing. Nidia Verónica Ramírez Gutiérrez actualmente estudiante de Posgrado en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, México. [nidiamirez07@gmail.com](mailto:nidiamirez07@gmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Dr. Jorge Pedrozo Escobedo Profesor Investigador de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Cd. Juárez México

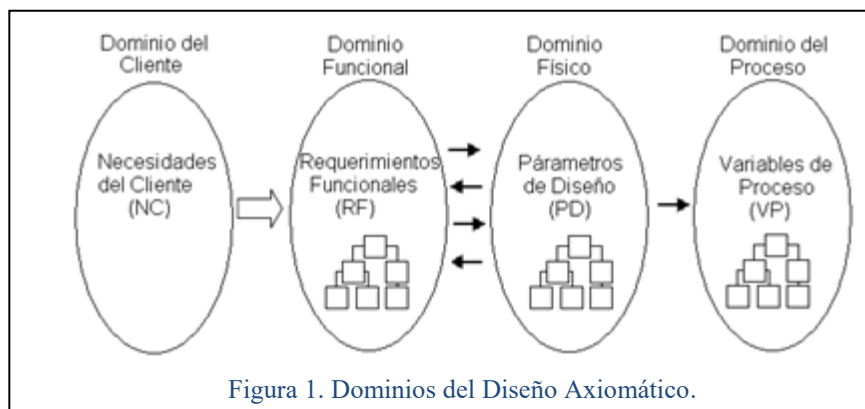
### *Dominios del Diseño Axiomático*

La teoría de diseño axiomático define el proceso de diseño como la materialización de un producto, material, proceso o sistema para satisfacer los requerimientos que se necesitan para lo que se planea diseñar, basándose en la estructura de los dominios definidos para esta teoría y la información relacionada a cada uno de ellos.

Los dominios del diseño axiomático son (Suh, 2011):

1. El dominio del cliente en el cual se definen las necesidades que el cliente requiere (NC).
2. El dominio funcional en el cual se definen los requerimientos funcionales (RF) como la representación de lo que el producto tiene que hacer y las restricciones (R) las cuales son las encargadas de delimitar las fronteras de las posibles soluciones del diseño.
3. El dominio físico, en este dominio se definen los parámetros de diseño (PD) referentes a conceptos, soluciones generales, propiedades de forma y material para realizar físicamente el diseño, hay que tomar en cuenta que existirán distintos parámetros de diseño pero se debe elegir el mejor de estos de acuerdo a la calidad, confiabilidad, robustez, etc.
4. El último dominio es el dominio de proceso, en el cual se definen en las variables del proceso (VP) que utilizan los parámetros de diseño.

Las posibles soluciones al problema son creadas por la descripción detallada de los requerimientos funcionales especificados en el dominio funcional para establecer los parámetros de diseño característicos en el dominio físico. La relación entre el dominio del cliente y el dominio funcional es definida con el concepto de diseño; la relación entre el dominio funcional y el dominio físico es el diseño de producto; la relación entre los dominios físico y de proceso corresponden al diseño del proceso (Vallejo et al., 2004), las relaciones anteriores se pueden visualizar en la figura 1.



### *Mapeo y Zigzag*

Cuando dentro del dominio del cliente ya se identificaron las necesidades del cliente, conocidas dentro del diseño axiomático como los atributos buscados en un producto o sistema; dichas necesidades se deben traducir como requerimientos funcionales. En este punto se identifica la existencia de un mapeo a partir de las necesidades del cliente, hacia los requerimientos funcionales entre el dominio del cliente y el dominio funcional y de éstos hacia los parámetros de diseño en el dominio físico para partir a las variables de proceso en el dominio de proceso. Existen tres definiciones de diseño usadas para enlazar los requerimientos funcionales a los parámetros de diseño:

- I. No acoplamiento: un requerimiento funcional es independiente de otros requerimientos funcionales.
- II. Acoplamiento: hay un enlace de requerimientos funcionales, se pueden desacoplar agregando componentes extra con más parámetros de diseño.
- III. Desacoplamiento: un requerimiento funcional acoplado puede ser separado pero puede requerirse contenido de información extra.

Durante el mapeo, es recomendable no tomar en cuenta ningún modelo preconcebido, sino exaltar la innovación. De esta forma, el mapeo y el zigzag son la manera mediante el cual se construye un diseño original. El mapeo se realiza entre estos dominios. Cuando se realiza entre el dominio funcional y el dominio físico; posiblemente existan múltiples parámetros de diseño, por lo que es importante elegir aquel que satisfaga el requerimiento funcional sin afectar otros requerimientos. Lo cual ayudará a conservar los axiomas del diseño axiomático.

De esta manera se conservará el axioma de independencia. Además se busca que el axioma de independencia se pueda cumplir dentro de su propio rango de diseño (RD) como lo indica el axioma de información. Los axiomas serán descritos a continuación:

- I. Axioma de independencia: Trata de mantener la independencia de los requerimientos funcionales.
- II. Axioma de información: Trata de minimizar el contenido de la información.

Los axiomas de diseño han sido aplicados para el proceso de mapeo desde el dominio funcional hacia el dominio físico. Suh (2001), también aplicó los axiomas para el mapeo que se realiza entre el dominio físico y el dominio de proceso. El dominio del cliente en el proceso de mapeo no tiene intervención. Básicamente el proceso de mapeo consiste en zigzaguar los procesos entre los dominios funcional, físico y el de proceso (Aguilar et al., 2007)

### TRIZ

TRIZ es la primera metodología que se ha definido como basada en el conocimiento, utilizada para incrementar la creatividad y la innovación industrial, implementando el estudio de modelos de evolución de patentes y en otros tipos de soluciones a problemas. Los ingenieros y otros profesionales que resuelven problemas técnicos de forma intuitiva, concluyen que TRIZ proporciona ideas adicionales. Las personas que resuelven problemas de forma estructurada, encontrarán que TRIZ les proporcionará estructuras para resolución de problemas (Nishiyama et al., 2014).

La teoría TRIZ comenzó su desarrollo en la Unión Soviética durante la década de los 40's. En 1946 el ingeniero y científico ruso Genrich S. Altshuller, en conjunto con su equipo de trabajo, descubrió que la evolución de un sistema cualquiera no se da al azar sino que está gobernado por ciertas leyes objetivas (Nishiyama et al., 2014). La investigación de Altshuller, ha estudiado más de dos millones de patentes en alrededor de cincuenta años, clasificado por el nivel de inventiva y analizado (Aguilar et al., 2014). Además, identificó una serie de pasos necesarios presentes en la mayoría de las invenciones, que podían aplicarse a cualquier nueva invención que se intentará realizar.

Entre las áreas donde la metodología TRIZ se ha aplicado encontramos: resolución de fallas, desarrollo de nuevos productos, resolución de problemas complejos, evolución de productos y de tecnología, educación, arte, medicina, etc.

#### *Bases Teóricas de TRIZ*

Genrich S. Altshuller, estaba convencido de la existencia de principios fundamentales para guiar y controlar el proceso de creación (innovación e invención). Para encontrar estos principios, según Cortés et al. (2008), se basó en el análisis de cinco dominios fundamentales:

1. Amplio análisis de patentes.
2. La evolución de los sistemas técnicos, con el objetivo de detectar patrones comunes universales.
3. Analizar métodos para resolver problemas, identificando ventajas y desventajas.
4. Utilizar la ciencia como un recurso para resolver problemas (utilizando teoremas y principios).
5. Analizar patrones creativos de brillantes inventores.

#### *Matriz de Contradicciones*

Una contradicción surge cuando intentamos mejorar un parámetro o característica de un sistema técnico y provocamos que otra característica o parámetro se deteriore (Rojas A. , 2006). Existen dos tipos de contradicciones:

- I. Física: Aparece cuando se requieren dos parámetros opuestos en el mismo elemento de un sistema.
- II. Técnica: Aparece cuando dentro de un sistema existe un parámetro o característica que se requiere mejorar, pero la mejora de este parámetro provoca que otro empeore.

Para contrastar los parámetros o características del sistema que se deben mejorar en contra de los que se deterioran o empeoran se necesita utilizar la matriz de contradicciones, la cual es la llave para poder usar las patentes analizadas con los posibles principios para resolver el problema inventivo (Córdova, 2010).

### Materiales y Métodos

#### *Materiales*

El equipo que fue requerido para el desarrollo del sistema tiene las siguientes características, una computadora dedicada exclusivamente para la programación del sistema la cual es una de tipo denominado estación de trabajo equipada con dos procesadores Intel Xeon® 3.40 GHz, memoria RAM de 8Gb y como sistema operativo Windows 7®, es importante definir el sistema operativo ya que este nos delimita el servidor a utilizar. Definido lo anterior,

podemos incluir el servidor que utilizamos: el servidor de bases de datos es MySQL®5.6.17 el cual es el encargado de manejo de la información y Apache® 2.4.9 el cual es el servidor web.

Para el manejo de las bases de datos incluimos un visualizador, en nuestro caso utilizaremos PHPMyAdmin y para el desarrollo de código de nuestro programa elegimos KOMODO®. Todos los programas desde el MYSQL hasta KOMODO son programas de código abierto lo cual quiere decir que el utilizarlos no nos genera algún costo, lo cual es una ventaja esencial en nuestro proyecto. Aunado al equipo de cómputo la necesidad de un lector de código de barras es esencial, ya que entre los requerimientos de los clientes se encuentra el uso de esta herramienta en el sistema para agilizar el trabajo de rastreo de pruebas.

Para el análisis estadístico de los datos, tanto antes de la implementación del sistema así como después de esta implementación, utilizamos la herramienta informática Minitab® versión 17 la cual se encarga de ejecutar funciones estadísticas.

La utilización de la matriz de contradicciones, un cuestionario dirigido hacia los clientes del sistema a generar, son algunas herramientas que se utilizaron para este proyecto.

### *Metodología*

El desarrollo del sistema de rastreo de pruebas de confiabilidad se desarrolló en varios pasos los cuales enlistaremos a continuación:

1. Reconocimiento de las necesidades del cliente. Esta información fue obtenida con cuestionarios y juntas presenciales de los clientes finales de nuestro sistema: ingenieros de producto, ingenieros de confiabilidad, ingenieros de prueba, técnicos líder, técnicos, el administrador de laboratorio y el gerente de la empresa. Así mismo, se recopiló información de sistemas de rastreo existentes en el mercado. Se llevó a cabo la recolección de datos acerca del tiempo que se toma el procesamiento de las pruebas antes de enviarse a laboratorio, el tiempo de término y el tiempo que se tarda en procesar la información una vez terminada la prueba, dicha información es almacenada debido a las regularizaciones de la norma ISO TS/16949 aplicable a proveedores de la industria automotriz.
2. Se definió el problema. La información disponible de las necesidades de los clientes proporcionó las bases para la definición del problema que involucra aspectos tales como información a recabar, roles de usuario, como se requiere el rastreo, tiempo esperado de respuesta del sistemas, etc.
3. Las necesidades de los clientes del sistema de rastreo de pruebas se transformaron en requerimientos funcionales utilizando la metodología de diseño axiomático y la herramienta QFD (*QualityFunctionDeployment*) útil para esta transformación. El diseño axiomático plantea que para comenzar su aplicación debemos tener bien definidas las necesidades del cliente, las cuales se obtuvieron con anterioridad. Consiguientemente, realizamos una tabla en la cual sintetizamos las necesidades de los clientes. La cual contiene los siguientes encabezados:
  - I. Datos del cliente.
  - II. Área donde se desarrolla.
  - III. ¿Qué necesita del sistema de rastreo de pruebas?
  - IV. ¿Qué tan relevante piensa que es su necesidad (del 1 al 10)?
  - V. ¿Cómo se imagina que podemos cubrir esa necesidad?
  - VI. ¿Qué información se involucra con su necesidad?
  - VII. ¿Cuáles departamentos o áreas están directamente involucradas en este proceso con usted?
  - VIII. ¿Qué información se involucra con su necesidad?
  - IX. ¿Cuál es su flujo de información?

Entre las necesidades se pueden citar: el rastreo en tiempo actual del estado de las pruebas, obtención de información acerca de cuál técnico, máquina o recursos están siendo utilizados en alguna prueba en específico, la capacidad de que el sistema pueda incluir nuevas plataformas para nuevos productos, el costo del sistema sea lo más bajo posible, entre algunas otras.

La transformación hacia los requerimientos funcionales trata de convertir cada una de las necesidades del cliente a requerimientos de funcionamiento del sistema, por ejemplo, el rastreo en tiempo actual del estado de las pruebas lo transformamos a requerimiento funcional como que el sistema debe de proveer algún tipo de reporte al momento de ser solicitado, el cual era generado con datos almacenados en nuestro servidor de base de datos, de ahí dirigirse a nuestro servidor web y mostrarse en la página web con los datos solicitados, el mismo procedimiento se siguió con cada una de las necesidades del cliente.

4. El siguiente paso fue movernos al dominio de los parámetros de diseño, planteando soluciones generales, propiedades de forma y material para materializar el diseño, es importante en este paso identificar las



restricciones existentes, este paso se apoyó en la utilización de los noventa principios inventivos TRIZ. Planteemos de nuevo nuestro ejemplo, en el cual necesitamos proveer el estado actual de las pruebas, debemos realizar una interfaz con capacidad de proveer dicha característica, la accesibilidad en la red de nuestro sistema es muy importante para cumplir con este requerimiento además de que la base de datos debe de tener capacidad de almacenar una enorme cantidad de datos.

En el dominio de los parámetros de diseño, nos encontramos con distintas contradicciones las cuales fueron resueltas gracias a la ayuda de la Matriz de Contradicciones de TRIZ, el cual nos apoyó cuando se encontraba con una contradicción como por ejemplo tenemos que se necesita que el sistema sea de rápido acceso pero con la información que necesita que se muestre no es posible que se realice el acceso rápidamente, la solución fue encapsular la información esto haciendo que el sistema solo lleve la información necesaria, si la persona necesitara ingresar a información más detallada sería necesario volver a solicitarla.

5. Por ultimo debemos entrar a las variables de proceso, las cuales ya nos definieron los pasos a seguir dentro de la programación del sistema. La cual fue el desarrollo de los algoritmos, así como de las diferentes interfaces con las cuales interactuaran los usuarios y el sistema.
6. Actualmente se cuenta con el diseño conceptual del sistema de rastreo de pruebas de validación.

### Conclusiones

El desarrollo del sistema de rastreo de pruebas de confiabilidad resultó exitoso gracias al uso de las metodologías de diseño industrial, diseño axiomático y TRIZ, las cuales nos ayudaron a dar una base teórica firme sobre las necesidades que presentaba la empresa y los resultados mostrados.

En este trabajo investigativo se estudió el problema en específico del rastreo de pruebas de validación en una empresa de Ciudad Juárez, implementando en la solución el uso de las metodologías de diseño axiomático y TRIZ, las cuales nos llevaron a definir el diseño del sistemas de rastreo de pruebas de validación el cual fue aceptado sin la necesidad de recurrir a el método de prueba y error, la presentación final del sistema aún no se lleva acabo pero en distintas pruebas realizadas contamos con el registro de que se cumplió satisfactoriamente con las necesidades de los clientes. El uso de las metodologías de diseño axiomático y TRIZ durante el diseño del sistema de rastreo de pruebas de confiabilidad resulto exitoso, al poder cumplir las necesidades existentes ofreciendo usabilidad y simplicidad.

### Recomendaciones

El uso de las metodologías de diseño axiomático y TRIZ durante el diseño de *software* debe de ser implementado en algún otro caso de estudio, esto con el afán de comprobar si puede generalizarse la metodología aquí utilizada.

### Bibliografía

- Aguilar, J. (2011). Ampliación del Modelo de Diseño Axiomático para el Desarrollo de Productos con Equipos Multidisciplinares. Valencia, España.
- Aguilar, J., González, M. & Gómez, M. (2007). El Diseño Axiomático: Oportunidades para el Trabajo XI Congreso internacional de ingeniería de proyectos (1-10).
- Aguilar, J., Hurtado, M., Chémas, M., Sandoval, C., & Martínez, M. (2014). Diseño de Producto con Equipos Multidisciplinares utilizando un Modelo Ampliado de Diseño Axiomático.
- Balderrama, C., Maldonado, A. & Pedrozo, J. (2011). El diseño axiomático como modelo para la toma de decisiones. Academia Journals 3(1). 31-37.
- Córdova, W. (2010). TRIZ, La Herramienta del Pensamiento e Innovación Sistemática. Recuperado el 5 de Mayo de 2014, de Pontificia Universidad Católica de Perú: Herramientas de Gestión de la Innovación.
- Cortes, G., Aguilar, A., & Méndez, A. (2008). Sinergia entre la teoría TRIZ y la administración como estrategia para impulsar el proceso de innovación. Recuperado el 28 de Marzo de 2014, de Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato: concyteg.gob.mx
- Montero, J. (2013). ¿Qué problemas encontramos en un proyecto de desarrollo de software? Recuperado el 14 de diciembre de <http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/problemasDesarrollo Software.html>.
- Nishiyama, J., Zagorodnova, T. & Requena, C. (2014). TRIZ: Metodología para incrementar y Sistematizar la Creatividad y la Innovación industrial, Buenos Aires Argentina.
- Reyes, V., Pedrozo, J. & Armendáriz, V. (2012). Diseño de un proceso administrativo de la norma iso 9001:2008 utilizando la metodología de diseño axiomático. Academia Journals, 4(1).
- Rojas, A. (2006). Tesis para Obtener el Grado de Maestro en Ingeniería con especialidad en Investigación de Operaciones. *Innovación y Creatividad: Metodología TRIZ*. México, Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Suh, N. (2001). *Axiomatic Design, Applications*. Oxford: University Press.
- Vallejo, B., Barbosa, H., Cortés, C. & Espinoza, A. (2004). Aplicación de la Metodología de Diseño Axiomático en el desarrollo de Productos de Liberación Modificada, Ingeniería e Investigación (pp. 41-48).

# EL PERFIL DEL PARTICIPANTE EN LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA, COMO FACTOR DE ÉXITO

Quirino Roberto Ramírez López<sup>1</sup>, Dr. Manuel Arnoldo Rodríguez Medina<sup>2</sup>, Adriana Pérez Vera<sup>3</sup> y Nancy Karina Uribe Chavez<sup>4</sup>

**Resumen.** En esta investigación se desea conformar las características del perfil del participante en implementación exitosa de proyectos Seis Sigma, con validación estadística de pequeñas muestras y utilizando Minitab. Se procede con la presente investigación, ya que no se ha encontrado una aplicación desarrollada por el método científico que valide de manera estadística las aportaciones que han hecho los autores. El alcance es para las empresas que participan en el estudio.

**Palabras Clave:** Proyectos, Seis Sigma, Perfil, Minitab.

## Introducción

Cuando se intenta mejorar la competitividad de una empresa clase mundial en la actualidad, una opción seleccionada es utilizar la metodología Seis Sigma, ya que esta promete la reducción de la variabilidad y una reducción significativa de costos. La reducción de posibles factores a través del modelo DMAIC (Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control) y el uso de herramientas mayormente estadísticas contenidas, permite al participante ubicar y reducir las fuentes de variación. La estrategia para la implementación de proyectos Seis Sigma está basada en la creación de equipos de trabajo apoyados por los *champions* y liderados por los *cinturones negros*. *El trabajo de campo es llevado a cabo por los cinturones verdes*. El personal participante posee características de: conocimiento estadístico, experiencia, formación profesional y otros rasgos que serán considerados en esta investigación.

## Justificación

Se busca conocer las características estratégicas y significativas del perfil de los participantes en la implementación de proyectos con la metodología Seis Sigma. Esta investigación genera conocimiento válido y confiable sobre los rasgos y características del personal participante recomendadas por los autores.

## Propósito de la investigación

Determinar las características y el perfil del participante que aplicará la metodología Seis Sigma en implementación de proyectos, para considerar su inclusión en un modelo matemático Bayesiano que comprende los factores significativos de éxito (FCE). Su importancia es predecir la probabilidad de éxito para propósitos de ajuste a las metas y los recursos.

## Marco Teórico

Harry (1994), creador de la metodología Seis Sigma (SS), acota el concepto de éxito, mencionando que la esencia Seis Sigma es elaborar productos de alta calidad a bajos costos y con rápida respuesta. Advoca que hay una fuerte relación entre defectos de los productos, confiabilidad, costo, tiempo de ciclo, inventario, programación y otros. La aspiración es cero defectos, la variación es vista como el enemigo número uno de la calidad, rendimiento y

---

<sup>1</sup> Quirino Roberto Ramírez López es maestro docente del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [investigación\\_racional@yahoo.com](mailto:investigación_racional@yahoo.com).

<sup>2</sup> Dr. Manuel Arnoldo Rodríguez Medina, es investigador docente del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [Manuel\\_rodriguez\\_itci@yahoo.com](mailto:Manuel_rodriguez_itci@yahoo.com).

<sup>3</sup> Adriana Pérez Vera es estudiante Residente del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [Adriana.perez.1824@hotmail.com](mailto:Adriana.perez.1824@hotmail.com).

<sup>4</sup> Nancy Karina Uribe Chávez es estudiante Residente del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez.

costo. Doldán (2007) relata que el reverendo Thomas Bayes (1702-1761), consideró cómo hacer inferencias inductivas de una población a partir de datos muestrales observados. Si antes el interés se centraba en deducir consecuencias de hipótesis especificadas, a Bayes le preocupó el problema inverso: establecer afirmaciones a partir de observaciones de consecuencias de esas hipótesis. El teorema permite calcular las probabilidades de las “causas” tomando como base los “efectos” observados.

Para validación de cuestionario del perfil del participante, Trad (2009), utiliza pruebas de confiabilidad de escala de medición para validación de contenido y de constructo. Aplica un método de consistencia interna que considera el multinivel a un alfa de Cronbach de 0.5, compatible por el utilizado por Nunally (1996).

### **Planteamiento del problema**

Se desconoce si existen características del perfil del participante, que sean significativas en la implementación de proyectos Seis Sigma. No se ha encontrado evidencia documental que relacione el factor Perfil a la probabilidad de éxito en la implementación de proyectos Seis Sigma (SS).

### **Pregunta de investigación**

¿Será significativo el factor Perfil en la implementación de proyectos Seis Sigma?

### **Objetivo general**

Analizar y comprender el perfil, funciones y características significativas del personal participante en la implementación de proyectos Seis Sigma. Mediante esta investigación se pretende observar la relación que hay entre las características del perfil y el éxito obtenido.

### **Objetivos específicos**

1. Encontrar y aplicar cuestionarios validados.
2. Generar y analizar las bases de datos.
3. Comprobar estadísticamente la significancia del perfil en implementaciones exitosas de proyectos.
- 4.

### **Hipótesis general**

El perfil del participante es un factor significativo en la implementación exitosa de proyectos SS.

### **Metodología**

La presente es una investigación cuasi-experimental de corte transversal, con revisión del estado del arte acerca del tema y con aplicación de los cuestionarios validados y seleccionados. Las variables controladas son empresas invitadas, participantes seleccionados, área de desempeño. Se ignora situación económica, tipo de producto, país de origen de las empresas. Se analiza: periodos de tiempo, logros, grados académicos, antigüedad, proyectos realizados, tiempos de permanencia en el puesto y la empresa. En la tabla 1 se muestran las características del perfil del participante, a considerar:

A= <i>Antigüedad</i>	CP= <i>Capacidad de proceso</i>
NE= <i>Nivel de Estudios</i>	CC= <i>Capacidad centrada</i>
P= <i>puesto</i>	TOTAL= <i>Total obtenido de escala Likert</i>
E= <i>edad</i>	CAL 1 = <i>pre-calificación</i>
P/A= <i>Proyectos/ Año</i>	CAL 2= <i>Calificación obtenida según escala Likert</i>
DP= <i>duración por proyecto</i>	
A/P= <i>Ahorro/ Proyecto</i>	
AA= <i>Ahorro anual</i>	
NSS= <i>Nivel Seis Sigma Actual</i>	
PE= <i>proyectos exitosos</i>	

	Nombre del participante	A	NE	P	E	P/A	D P	A/P	AA	NSS	PE	CP	CC	TOTAL	CAL 1	CAL 2
1	Diana Garza	3	3	5	2	3	1	2	1	3	1	1	1	26	0.80	0.78
2	Mario Loza	3	3	4	2	5	5	3	3	3	5	1	1	38	0.95	0.96
3	Tomaz Martinez	3	3	4	4	3	3	2	1	3	3	1	1	31	0.88	0.88
4	Javier Sanchez	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	1	3	34	0.90	0.92
5	Ricardo Morales	3	3	4	2	3	5	1	1	3	3	2	2	32	0.92	0.90
6	Bolivar Olaff Sosa	1	2	2	2	3	3	1	1	3	1	1	1	21	0.70	0.68
7	Lucero Flores	3	2	3	2	1	1	3	1	3	1	1	1	22	0.73	0.70
8	Ignacio Ruiz	3	3	4	2	3	3	2	3	1	3	1	1	29	0.82	0.84
9	Carlos Aguirre	5	3	4	4	1	3	3	3	3	1	2	2	34	0.90	0.92
10	Jose Pereda	4	2	4	3	3	5	2	1	4	5	1	1	35	0.90	0.93
11	Erika Baca	2	2	4	2	3	3	3	3	4	5	4	4	39	0.95	0.97
12	Cirilo Valenzuela	5	2	5	5	3	3	2	3	4	2	4	4	42	0.98	1.00
13	Jose Porras	3	2	3	4	1	1	1	1	2	1	2	3	24	0.75	0.74
14	Rosa ( continental)	5	3	4	5	2	1	2	3	5	4	3	3	40	1.00	0.98
15	Israel Mendoza	3	3	4	2	3	1	2	3	4	3	1	1	30	0.85	0.86
16																
17																
18	Promedio	3.2667	2.6	3.867	2.867	2.66667	2.7333	2.1333	2.0667	3.2	2.7333	1.7333	1.9333	31.8	0.87	0.87
19	Totales	55	38	57	43	42	43	32	33	52	45	33	32	477	13.03	13.06
20																

Tabla 1 Resultados Likert de las características del perfil y la probabilidad de éxito.

La tabla 1 contiene la base de datos que son resumen de los cuestionarios aplicados a los participantes. El tratamiento estadístico se lleva a cabo con el programa Minitab, obteniendo la significancia estadística de la relación entre puntuación Likert y la probabilidad de éxito. (Total, Cal 1, Cal 2).

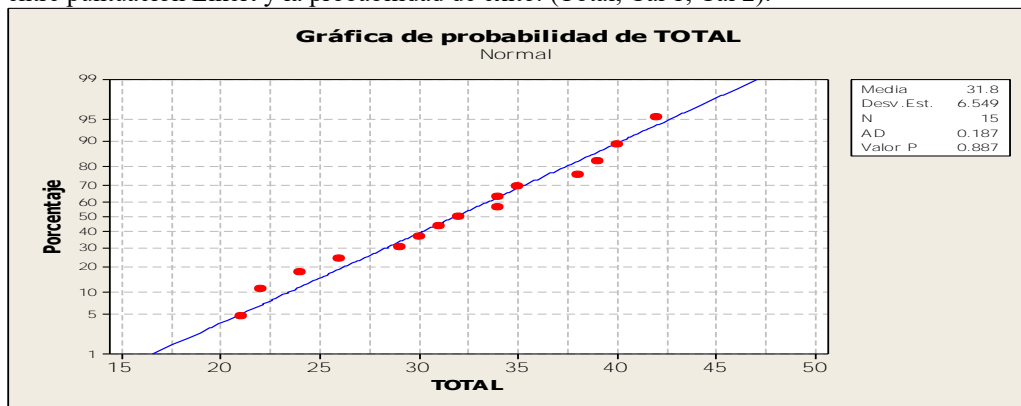


Figura 1. Prueba de normalidad de puntuación Likert por participante.

En la figura 1 se observa la puntuación Likert obtenida por participante. La media es de 31.8, con una desviación estándar de 6.54, los datos son 15 y el valor p es de 0.887, no rechazando la normalidad.

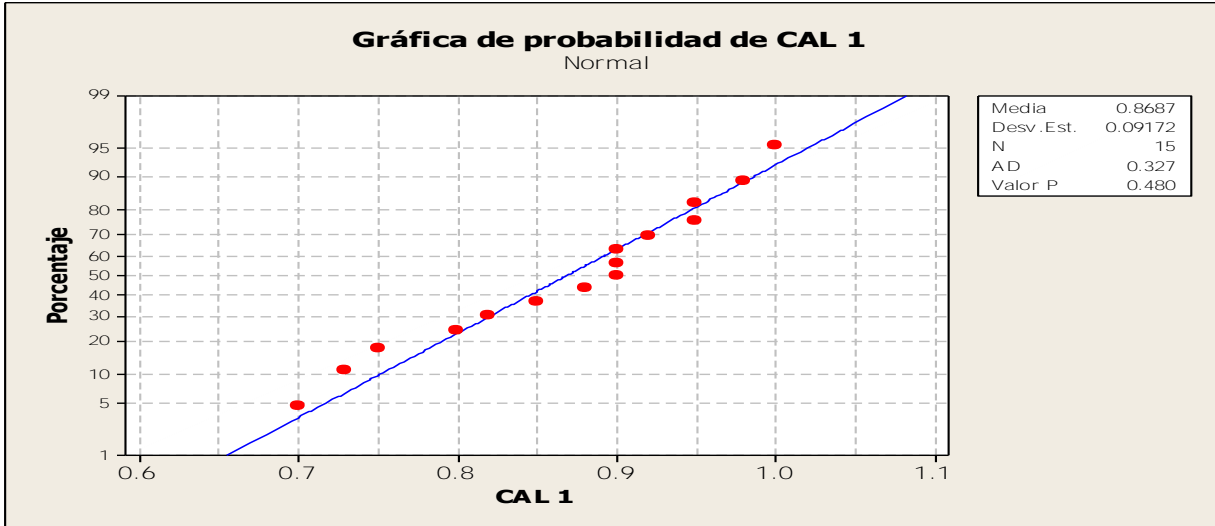


Figura 2. Prueba de normalidad de la Cal 1.

La figura 2 muestra la probabilidad de éxito por participante. La media es de 0.86, con una desviación estándar de 0.09, los datos son 15 y el valor p es de 0.48 confirmando la distribución normal.

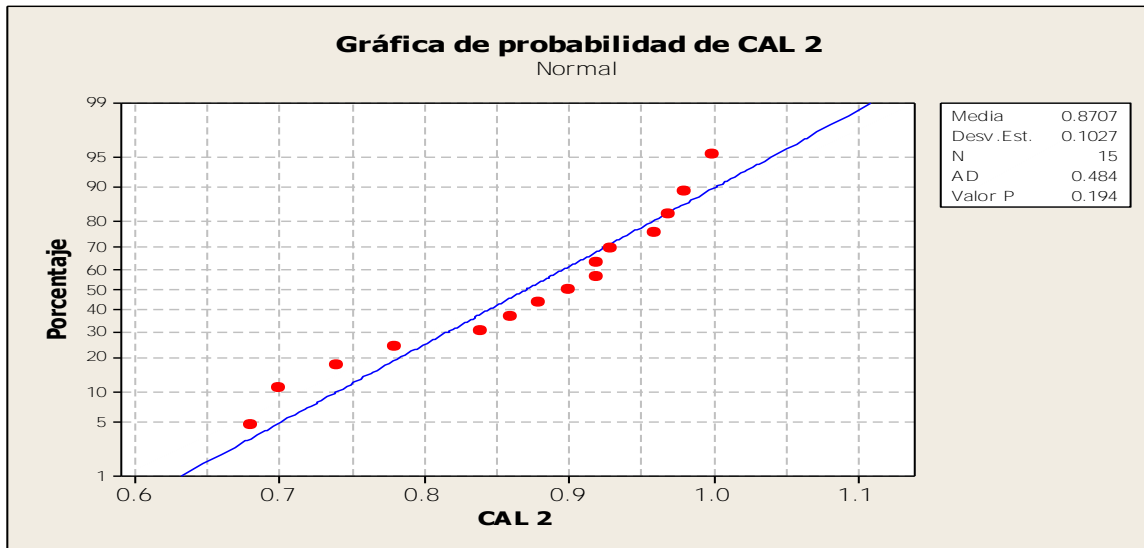


Figura 3. Prueba de normalidad de la cal 2

En la figura 3 se aprecia una media de 0.87, una desviación estándar de 0.102, los datos son 15 y el valor p es de 0.19, por lo que no se rechaza el comportamiento normal de los datos.

## Resultados

La ecuación de regresión es					
CAL 1 = 0.346 + 0.0203 A + 0.0618 NE + 0.0051 P + 0.00646 E + 0.0118 P/A					
+ 0.0136 D P + 0.0127 A/P - 0.00375 AA + 0.0168 NSS + 0.0163 PE					
+ 0.0229 CP + 0.0163 CC					
Análisis de varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	12	0.1175292	0.0097941	80.24	0.012
Error residual	2	0.0002441	0.0001221		
Total	14	0.1177733			

Tabla 2. Base de datos y resultados estadísticos

En la tabla 2 se muestran los resultados de la corrida de regresión que comparan las características del perfil del participante con su probabilidad de éxito. Habiendo comprobado que los datos siguen una distribución normal ( $p > 0.05$ ) y la prueba F con una  $p < 0.05$ , se comprueba que el factor Perfil si es significativo para una implementación exitosa de proyectos Seis Sigma. Hay características del perfil que son condicionantes de la probabilidad de éxito.

## Conclusiones

Entre más se conocen las características del perfil del participante que impactan la probabilidad de éxito en la implementación de proyectos, se podrá reducir la incertidumbre y nivel de riesgo en resultados. El no considerar la selección cuidadosa del perfil, afecta las iniciativas de mejora continua y a las políticas de reducción de costos de la empresa. Actualmente es de enfoque específico, pero aplicable al área educativa y posteriormente a implementación de proyectos en general.

## Bibliografía

- Doldán Tie, Félix (2007). Redes Bayesianas y Riesgo Operacional. Revista Gallega de Economía. ISSN 1132-2799.
- Harry, Mikel (1994). The Vision of Six Sigma. Sigma Publishing Company.
- Nunnally, Jum C. (1978). Psychometric theory. McGraw Hill.
- Roca, Elia (2003). Cómo mejorar tus habilidades sociales. Programa de asertividad, autoestima e inteligencia emocional. ACDE Ediciones, Valencia, España. ISBN: 84-931156-9-X.
- Ruiz Carrasco, José A. (2013). Factores críticos de éxito y competencias profesionales necesarias para la implantación de una estrategia de gestión por procesos. Trabajo de Grado. Universitat Oberta de Catalunya.
- Trad, Samir (2009). Seis Sigma. Factores Críticos de Éxito para su Implementación. Revista de Administración Contemporánea. Brasil.

## Apéndice

Cuestionario utilizado en la investigación

### 1. DATOS DEL PERSONAL PARTICIPANTE SS

2. **NOMBRE:** \_\_\_\_\_ Sexo:    M / F
3. Puesto: \_\_\_\_\_ Edad:    Años Antigüedad:    Años
4. Nivel de estudios: Técnico   ; Profesional   ; Posgrado   ; Otro
5. Grado académico: \_\_\_\_\_ Área de formación: \_\_\_\_\_
- 6.
7. **EXPERIENCIA SS:** Tiempo elaborando proyectos SS: \_\_\_\_\_ Años
8. # proyectos participados:   ; Proyectos exitosos    %; Ahorro anual \$    K
9. Nivel Seis Sigma actual:    Verde;    Negra;    Master
10. Área de aplicación: Manufactura   ; Calidad   ; Ingeniería   ; Otro:
- 11.
12. **LOGROS DE SU ULTIMO PROYECTO:** Duración: \_\_\_\_\_ meses; Dls.    K
13. Cp inicial: \_\_\_\_\_; Cp final: \_\_\_\_\_; CpK inicial   ; Cpk final   ;

## Análisis del uso del e-gobierno en la gestión tributaria

<sup>1</sup>Dra. Ana Luisa Ramírez Roja<sup>1</sup> Dr. Juan Pedro Benítez Guadarrama<sup>2</sup> Mtro. Francisco Zorrilla Briones<sup>3</sup> Dra. Velia Herminia Castillo Perez<sup>4</sup>

**Resumen**— En este trabajo se analizó el uso del gobierno electrónico en el contexto fiscal en México y su impacto en los procesos de gestión tributaria particularmente en el cumplimiento de las obligaciones establecidas en las leyes fiscales federales mediante el uso del Internet, a través de la plataforma que oferta el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS); la experiencia de los contribuyentes en el uso de las nuevas tecnologías, como instrumentos para mejorar la gestión tributaria y, por ende, enriquecer la democracia digital..

Palabras clave: gobierno electrónico, gestión tributaria, tecnologías, legalidad, fiscal.

### Introducción

El surgimiento y penetración del Internet constituye desarrollos tecnológicos significativos, es considerado un medio de comunicación bidireccional que ha impactado a todos los estratos sociales y gubernamentales, los acelerados adelantos tecnológicos de la computación y de las telecomunicaciones han hecho posible cambios en la sociedad así como también brindan la posibilidad a los gobiernos de poder transformarse (Norris, 2001). Las TIC hoy en día constituyen el eje articulador de un nuevo paradigma de organización de la sociedad, que se evidencia en la incorporación de la información a los productos en su composición material, en los procesos de producción y en la materialización de la misma como producto privilegiado de la economía (Barbero, 2004).

En los años 90's, países occidentales inician con la explotación de era de la información, aportando ideas sobre el uso de las nuevas tecnologías en las tareas gubernamentales. Con la explotación de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (NTIC) son considerados como la clave para hacer más efectivo, eficaz, con mayor calidad y democratizar la gestión de los gobiernos.

En el año 1972, Dinamarca emplea en los municipios danesas su propio servicio proveedor de TIC para compartir los servicios. En el año de 1990 durante la administración de Bill Clinton se implementan iniciativas de reforma gubernamental utilizando como herramienta a la tecnología de la información en la NPR (National Performance Review) y la NII (The National Information Infrastructure). También en ese mismo año, se crea el programa nacional de modernización de la empresa pública en México, en el 94 se determinaron dos objetivos: El transformar a la administración pública en una organización eficaz, eficiente, con una cultura de servicio, combate a la corrupción y la impunidad; en el 2000 inicia prácticas renovadas de: planeación, administración estratégica, gerencia pública, liderazgo. Poniendo en marcha el gobierno electrónico; bajo la tendencia general hacia el fomento de la innovación y la búsqueda de la calidad en la Administración Pública, empleando el término de función pública. En México los sistemas de información de las entidades gubernamentales, están entrando en una fase de aplicación universal con fines de controles financieros y administrativos que impactan en la información fiscal, de esta manera se consolida lo que llamamos Gobierno Electrónico (e-Gobierno), sin embargo como refiere Piaggese (2004), resulta importante la habilidad de los gobiernos para proveer servicios en forma electrónica, aumentando la eficiencia de la gestión pública y mejorando los servicios a los ciudadanos en un marco más transparente al actual, y no simplemente por procedimientos electrónicos tradicionales, ya que modernización como lo establece García (2002), significa adaptación al entorno, por lo que al referimos a la administración pública, la modernización

---

<sup>1</sup>Mtra. Ana Luisa Ramírez Roja, Profesora de Ingeniería en sistemas computacionales en la Universidad Autónoma del estado de México  
alamirezr@uaemex.mx

<sup>2</sup> Dr. Juan Pedro Benítez Guadarrama, Profesor investigador de Contaduría en la Universidad Autónoma del Estado de México,  
jpbenitezg@uaemex.mx

<sup>4</sup>Mtro. Francisco Zorrilla Briones, , Profesor de Ingeniería del Instituto tecnológico de Ciudad Juárez, fzorrillab@itcj.mx

<sup>3</sup>Dra. Velia Herminia Castillo, Profesora de Ingeniería del Instituto tecnológico de Ciudad Juárez, vhcastillo@itcj.mx



corresponde a la adaptación a las nuevas demandas sociales a través de una transformación organizativa y cultural en la prestación de servicios públicos.

La Asociación Profesional del Cuerpo Superior de Sistemas y Tecnologías de la Información de la Administración del Estado (2003), establece que existen dos procesos básicos en la modernización de las administraciones. El primer proceso es la Burocratización de los métodos de trabajo con la creación de normas precisas que gobiernen la conducta organizativa (Gómez, 2006), la Burocratización de los métodos de trabajo inició en México con el Programa de Simplificación Administrativa; quien aceleró las gestiones ante el gobierno e impulsó la conducta ética de los ciudadanos. Munive y Morelieras (2009) indican que para poder obtener o para poder proporcionar un buen servicio, se necesita simplicidad administrativa y guías sencillas que expliquen de manera rápida el proceso a seguir para obtener algún servicio.

El segundo proceso es la Mecanización con la introducción de las nuevas tecnologías en la administración pública, que no fue hasta el año 2000 cuando nace el Sistema Nacional e-México, el gobierno electrónico nace para facilitar y aumentar mediante el uso de la tecnología, las relaciones entre Estado y ciudadanía convirtiendo al Internet en su principal herramienta de comunicación; el Sistema Nacional e-México contribuyó considerablemente para la modernización administrativa, ya que debido a la mecanización, se racionalizaron y estandarizaron los métodos de trabajo y se provocó una mejora en los sistemas de fiscalización y control. Al respecto Munive (2010) señala que: la implementación de las Tecnologías de la Información y Comunicación en la administración pública debe procurar la satisfacción del ciudadano y un incremento en los conocimientos de los burócratas que les permita crear nuevas formas de trabajo desvinculadas de sus viejos esquemas laborales y además afrontar contratiempos que pudiesen entorpecer la prestación de servicios.

El segundo proceso es la Mecanización con la introducción de las nuevas tecnologías en la administración pública, que no fue hasta el año 2000 cuando nace el Sistema Nacional e-México, el gobierno electrónico nace para facilitar y aumentar mediante el uso de la tecnología, las relaciones entre Estado y ciudadanía convirtiendo al Internet en su principal herramienta de comunicación; el Sistema Nacional e-México contribuyó considerablemente para la modernización administrativa, ya que debido a la mecanización, se racionalizaron y estandarizaron los métodos de trabajo y se provocó una mejora en los sistemas de fiscalización y control. Al respecto Munive (2010) señala que: la implementación de las Tecnologías de la Información y Comunicación en la administración pública debe procurar la satisfacción del ciudadano y un incremento en los conocimientos de los burócratas que les permita crear nuevas formas de trabajo desvinculadas de sus viejos esquemas laborales y además afrontar contratiempos que pudiesen entorpecer la prestación de servicios.

Si bien las TIC constituyen un nuevo paradigma de organización de la sociedad, la incorporación de la información a los productos en su composición material, en los procesos de producción y en la materialización de la misma como producto privilegiado en la gestión fiscal (Barbero, 2004); Ante este nuevo paradigma el estado presenta una transformación en las actividades internas y los modos de ofrecer los servicios al ciudadano, este fenómeno ha provocado el surgimiento de lo que se conoce como Gobierno Electrónico, considerada como la incorporación de tecnologías de información y comunicación en la gestión pública.

El sistema tributario actual tiene su principal sustento en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en la cual se establece los lineamientos bajo los cuales se organiza la administración Pública federal. Según ésta, México es un país libre y soberano constituido como república representativa, democrática y federal, de acuerdo al artículo 40, de ahí que existan facultades para cobrar impuestos en los tres ámbitos de gobierno: federal, estatal y municipal.

Con las nuevas reformas fiscales del 2014 el estado tiende a realizar una modernización en su Administración Pública con fines de tener mayor captación de contribuyentes, control de las actividades principales de las entidades, mayor oportunidad en el cumplimiento de las obligaciones, mayor recaudación de ingresos ordinarios y extraordinarios para el ejercicio presente y futuro; el uso de las tecnologías de información y comunicación tiene influencia en los diferentes sectores sociales, ha cambiado sustancialmente el giro de los contribuyentes, las diversas formas de llevar a cabo procesos de gestión tributaria.

La evolución del sistema tributario ha implicado la necesidad de invertir en nuevos modelos tecnológicos con equipos de vanguardia, sin embargo, la inversión de recursos materiales, económicos y humanos no es una garantía para el crecimiento en la recaudación ni la seguridad de que el sujeto activo cumpla con sus obligaciones fiscales; los niveles de recaudación que tiene nuestro país alcanzan el 13.9% del PIB, mientras que este indicador para un promedio de 15 países de Latinoamérica fue del 19.4% de su PIB y la media de los países de la OCDE fue

del 33.8%, con cifras de 2010 para los tres casos. El porcentaje para México se ha mantenido prácticamente igual desde 1990 con 12.6%, en el año 2000 con 13.2% y en 2010 con 13.9%, lo que hace evidente que el gobierno mexicano no ha logrado aumentar la recaudación al ritmo que ha crecido la economía y que sigue existiendo un alto grado de resistencia por parte de la sociedad para contribuir a los gastos del Estado.

De acuerdo con el informe presentado por el SAT, en 2012 se recibieron 4,428,789 declaraciones anuales de impuestos federales, cifra superior en 10.94 por ciento a las recibidas en igual periodo de 2011, La preferencia existente por métodos electrónicos se muestra en las declaraciones anuales presentadas en el ejercicio 2013, de las cuales 3,556,227 correspondieron a personas físicas y 841,839 a personas morales, que en conjunto representaron 99.31 por ciento del total realizadas a través de las Tics; y solamente el 0.69 por ciento restante corresponde a declaraciones anuales presentadas en formato impreso (papel) . Lo que muestra una inclinación altamente considerable hacia los mecanismos electrónicos; sin embargo, en la urgencia de estas innovaciones, crece enormemente la cantidad de información y el poder de análisis que las organizaciones necesitan para su administración.

Stiglitz (2003), Premio Nobel de Economía, en su libro “La economía del sector público”, establece que para que un sistema tributario sea considerado bueno, debe primeramente promover la eficiencia económica y no ser distorsionador; permitir que al contribuyente le resulte fácil pagar sus impuestos a un bajo costo; tener flexibilidad para poder adaptarse fácilmente a los cambios coyunturales, en ese sentido, tanto el Banco Mundial como la UNAM, han realizado múltiples estudios tal es el caso de las leyes tributarias muy complejas; el sistema de pago complicado y confuso para el contribuyente; hay excesivas exenciones y tratamientos especiales; existe una gran inequidad en el sistema tributario; hay profundas deficiencias de la administración tributaria; predominan las prácticas de corrupción en la supervisión y aplicación de las disposiciones tributarias; hay altos niveles de informalidad y existe una extendida cultura de incumplimiento de las obligaciones fiscales; entre otros, los cuales demuestran que existen causas graves y profundas que explican la baja recaudación fiscal, por lo que necesitamos combatir la evasión, incrementar la eficiencia en la recaudación y reducir la corrupción en las autoridades fiscales, Barcelata (2011). Existen por una lado los esfuerzos que el gobierno crea para combatir el problema de la baja recaudación con el propósito que el contribuyente, a través del uso de herramientas tecnológicas y el Internet cumplan con sus obligaciones fiscales; y por otro, las aplicaciones tecnológicas contenidas en las páginas gubernamentales en apariencia, consideradas de simplificación tributaria, requieren de especial atención y sobre todo de la participación de usuarios con conocimientos de computación; instalación, actualización y descarga de software; así como conocimientos contables y fiscales; No obstante, una de las limitantes que se presenta en nuestro país, es el nivel de educación y heterogeneidad, la falta de capacidad en la especialización fiscal, la complejidad en el contenido de las disposiciones contenidas en ley, en las aplicaciones fiscales y el acceso a las herramientas tecnológicas fiscales dependientes del internet, así como herramientas que pone al alcance del contribuyente. Resultando importante evaluar y conocer el nivel de calidad percibida por el usuario del gobierno electrónico ante el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), quien ofrece como servicio de administración tributaria una herramienta recaudadora de impuestos federales, como servicio de administración de seguridad social, herramienta recaudadora de aportaciones de seguridad social y como ayuda al contribuyente en el cumplimiento de sus obligaciones fiscales en la zona oriente del estado de México; de tal manera que se puedan implementar estrategias de acción orientadas a una mejor recaudación y mayor participación del empresario o sujeto en la gestión fiscal. A partir de la adquisición de la figura jurídica que se obtiene ante el Instituto Mexicano del Seguro Social como Sujeto obligado o Patrón: persona física o moral que tenga ese carácter en los términos de la Ley Federal del Trabajo (Artículo 5-A, LSS, 2015). La legalidad establece el inscribirse como patrón e inscribir a sus trabajadores, ante el Instituto (IMSS); así mismo, comunicar sus altas, bajas o modificaciones de su salario que tengan sus trabajadores; en un período no mayor a cinco días hábiles; y determinar las cuotas obrero patronales a su cargo y enterar su importe al instituto –en los formatos impresos o usando el programa informático, autorizado por el instituto-, a más tardar el día diecisiete del mes inmediato siguiente, si el período es mensual, ya que si es bimestral, deberá enterarlas a más tardar el día diecisiete del mes inmediato siguiente al bimestre; (Art. 15 y 39, LSS, 2015).

Los programas informáticos que refiere la legalidad, se encuentran en la página [www.imss.gob.mx](http://www.imss.gob.mx); y son: el Sistema Único de Auto determinación (SUA), IMSS Desde Su Empresa (IDSE) y el Sistema de Pago Referenciado (SIPARE). Sin embargo, el IMSS informa que al 31 de diciembre de 2014 se encuentran registrados en el Instituto 17, 239,587 puestos de trabajo, de los cuales por fines de ejemplificación, analizaremos el caso del Estado de México ya que es considerado como el segundo estado con mayor número de asegurados en donde se

registraron 1,036,900 puestos de trabajo, al respecto la Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA), realizó una encuesta a 472 industriales sobre los principales problemas que las afectan en relación con dependencias de gobierno, encontrando que: el 45% presentan deficiencias en la recuperación de sus unidades productivas, el 34% tiene inconvenientes de mercado y el 21% reconoce insuficiencias al interior de la empresa; respecto a los problemas con las dependencias públicas los hallazgos fueron que el 16% respondieron tener problemas con la Secretaría de hacienda y crédito público; el 11% con la Secretaría de Economía, el ocho por ciento con la secretaria de salud y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS); así mismo, los encuestados describieron que con el IMSS, los problemas sobresalientes son los que se refieren a las cuotas obrero patronales con 32 por ciento; licitaciones con 26 por ciento; trámites 20 por ciento; 17 por ciento en atención médica a sus trabajadores y 5 por ciento otros, ante la presencia del conflicto de las cuotas obrero patronales que se tiene que presentar y enterar ante el IMSS, en el cual los patrones o empleadores necesitan del uso de la tecnología para la realización de los trámites, determinaciones y cálculos de las contribuciones ante el IMSS, al utilizar la plataforma, se observa que existen palabras técnicas que limitan el claro entendimiento de su uso, imposibilitando el llevar a cabo con éxito el cumplimiento de la obligación fiscal de manera personal, pues se requiere de la especialización profesional para un entendimiento integral de las disposiciones contenidas en ley, así como en conocimientos propios del área tecnológica.

Ante la poca claridad de la plataforma, desconocimiento tanto de los tecnicismos del sistema, tecnicismos que no se encuentran asociados al lenguaje del contribuyente, como de la complejidad de las disposiciones contenidas en ley, con las que se conforma el portal electrónico del IMSS quien integra las diferentes herramientas tecnológicas; así como la brecha generacional, fenómenos que hacen pensar que el empresario necesita, ya sea preparación profesional o bien, contratar al personal especializado para su operación y auxiliar en la gestión del cumplimiento de las exigencias de la institución que lo requiere; provocando que el contribuyente se desanime, aumentando la falta de interés, impactando en su gasto corriente o lo que puede ser peor, en el incremento de la informalidad.

La autoridad cuenta con resultados que muestran la calidad contenida en los oferentes electrónicos mas no en la satisfacción del cliente ante el uso de la plataforma, olvida que el nivel de educación, el desconocimiento de la existencia de normas o disposiciones que regulan la actividad del empresario frente a la seguridad, aunado a la falta de interpretación de la misma, dificultan el cumplimiento oportuno y personal en la obligación del sujeto pasivo ante el sujeto activo, por lo que resulta necesario hacer un estudio que permita mostrar las condiciones y la percepción de que tiene el empresario sobre el uso y manejo del e-gobernment en la gestión de la administración pública federal, bajo el contexto tributario, específicamente el en rubro de la aportación de seguridad social.

### **Descripción del método**

Las nuevas tecnologías y herramientas digitales generan nuevas modalidades de interacción y fuertes impactos en la administración pública; reconociendo un rol específico el del ciudadano (cliente) haciendo que la estructura burocrática refuerce la responsabilidad frente al ciudadano, exigiendo transparencia en su actuación y promoviendo el acercamiento a las nuevas posibilidades de interactuar en la red pública; la incorporación de tecnologías en el Estado permite mayor accesibilidad y rapidez a la información a un menor costo, con mayor seguridad y rigor informativo y brinda la posibilidad de una mejor atención a los ciudadanos. Araya (2005) establece que no debe separarse el gobierno electrónico de la democracia electrónica y no debe estar en lo electrónico, sino en una discusión esencialmente política sobre los fundamentos de la democracia.

Backus (2001) establece que el gobierno electrónico y la democracia electrónica son dimensiones de la gobernanza electrónica, que es una aplicación de medios electrónicos en la interacción entre el gobierno y los ciudadanos; el gobierno y las empresas, así como en las operaciones del gobierno interno para simplificar y mejorar la democracia y aspectos empresariales. Gartner (2000), citado por Backus, (2001) especifica que dentro del modelo de madurez electrónica intervienen cuatro fases; partiendo de la información (presencia en la web para proveer información a los funcionarios y ciudadanos), interacción (uso de herramientas interactivas como el correo electrónico, el chat y los motores de búsqueda para la comunicación entre gobierno, funcionarios y ciudadanos), transacción (se concretan trámites a través de los portales de gobierno, como la declaraciones de impuesto) y

transformación (un solo portal web para lograr todas las aspiraciones de la gobernanza electrónica) de información ciudadanos–empresas y gobierno.

El Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo (CLAD), establece que el Gobierno Electrónico es un medio para acercar la ciudadanía al Estado, sin embargo, la literatura específica que el gobierno electrónico debe poseer ciertos atributos con los que debe cumplir cuya finalidad es primeramente que la información sea pública y útil para todos, por ello el siguiente paso, de acuerdo con lo que especifica la OCDE consiste en medir hasta qué grado estas herramientas han contribuido a que los ciudadanos y las empresas perciban que el gobierno es más transparente, que proporciona la información que necesitan en el formato adecuado para ayudarlos a tomar mejores decisiones; resaltando que es esencial evaluar el grado de satisfacción de los ciudadanos y las empresas con las nuevas posibilidades que brinda el gobierno electrónico. Sin embargo, aunado a ello muestra que México presenta un muy pobre desempeño en ciencia e innovación, refiriendo que en 2009 el gasto interno bruto en investigación y desarrollo (I+D) del país representó apenas el 0.44% del PIB, el porcentaje más bajo de la OCDE (prácticamente la mitad de lo que invierte Turquía, con 0.85% del PIB, y muy por debajo de países como Corea, con el 3.6%, Finlandia, con el 4%, o Israel, con el 4.3%); acotando que diversos factores explican la debilidad de la innovación en México, entre los que se incluyen un marco legal deficiente y limitaciones de gobernabilidad en el sistema de innovación (OCDE, 2012).

Velázquez (2012) establece que el gobierno electrónico tiene tres ámbitos centrales: procesos gubernamentales, interacción con la ciudadanía y vínculos con las organizaciones; en el caso de la interacción con la ciudadanía, caso que nos compete en relación con el estudio, el gobierno electrónico se orienta a mejorar la relación entre el gobierno y los ciudadanos, tanto como sustentadores de legitimidad, como en su carácter de clientes de los servicios públicos; los aspectos que considera son: comunicación con los ciudadanos para proporcionarles información suficiente sobre las actividades del sector público, exhibiendo plena disposición para responder a consultas acerca de sus decisiones y acciones; participación ciudadana promoviendo el interés, el involucramiento y la participación activa del ciudadano en las decisiones y acciones del sector público; y desarrollo de servicios mejorando la calidad, accesibilidad, oportunidad y costo de los servicios provistos por el sector público. Puntos que con base en la percepción del usuario de la plataforma del IMSS como sistema de contribución social, el cual percibe que el lenguaje con el que se enfrenta al intentar hacer uso de la plataforma en el cumplimiento de su obligación, emplea un lenguaje completamente técnico, difícil de entender que dista de una forma común al que está familiarizado, aunado a que el lenguaje que proporciona es completamente fiscal-contable y que la localización del rubro no está a la vista del portal, por lo que requiere de andarlo buscando en la página, tornándose en un proceso no grato, engorroso que terminan siendo orillados a contratar personal técnico adecuado para que cumpla con su cometido.

Holmes (2001) propone que el ciudadano sea considerado como cliente y asegura que la administración pública no se ha enfocado en los clientes por que se han hecho muy pocos esfuerzos por inducir un cambio cultural dentro de los gobiernos. Sin embargo en el plan nacional de desarrollo 2007-2012, respecto al eje rector: eficacia y eficiencia gubernamental, donde el objetivo correspondía en mejorar la regulación, la gestión, los procesos y los resultados de la Administración Pública Federal para satisfacer las necesidades de los ciudadanos en cuanto a la provisión de bienes y servicios públicos y la estrategia fijada, elevar los estándares de eficiencia y eficacia gubernamental a través de la sistematización y digitalización de todos los trámites administrativos y el aprovechamiento de tecnologías de la información y comunicaciones para la gestión pública, sin embargo en el programa de mejora continua, cuatro de las líneas de acción correspondieron a maximizar la calidad de los bienes y servicios pero ninguno de ellos evaluó la percepción del usuario para saber el nivel de calidad que se percibe de su herramienta digital; y de las tres líneas de acción restantes que correspondieron al rubro e Incrementar la efectividad de las instituciones, correspondieron a mejorar y simplificar los procesos administrativos y sustantivos de la institución para incrementar su eficiencia y orientar la operación al logro de la misión y objetivos estratégicos (PMG, 2012).

Por otro lado, en contraste con lo que el Estudio de la Facultad de Gobierno John F. Kennedy de la Universidad de Harvard, en el año 2003, revela al referir que el gobierno electrónico permite aumentar las aportaciones de la ciudadanía al gobierno; fomentar la transparencia de las operaciones de gobierno y reducción de costos, pues los costos de operaciones por Internet son más económicos que los tradicionales como los personales o por correo por el empleo de papel, pago de viáticos, entre otros. El sujeto pasivo, motivo de este estudio revela que los gastos de operación o generales, se ven afectados al tener que pagar a terceros a fin de poder dar cumplimiento

con su obligación, situación que afecta no solo económicamente sino también en el hecho de que genere para él erogaciones excesivas afectando el patrimonio de la organización cuyo reflejo se muestra en los resultados al final del período.

Sin embargo en la plataforma que ofrece el IMSS en el caso de las contribuciones federales, específicamente en las aportaciones de seguridad social no muestran armonía entre el contribuyente y el sistema, es decir, los sistemas de gestión fiscal del gobierno electrónico no son amigables con el sujeto pasivo, pues “no comparten el mismo lenguaje” razón por la que no existe entendimiento ni en terminología, ni análisis e interpretación de las disposiciones contenidas en ley.

Quintanilla (2010), señala que la brecha digital que presenta México es muy grande y de importante significado para el desarrollo del e-Gobierno, porque no sólo la plataforma de la infraestructura tecnológica no ha llegado a todos los rincones del país, sino porque existe un enorme analfabetismo informático, diferencias en acceso por género, edad y ubicación geográfica; además que la diversidad cultural en México es muy grande. A pesar de la existencia de los centros comunitarios digitales, la pobreza, la desigualdad, la inequidad, la falta de capacitación de los recursos humanos y las políticas centralizadas para la adquisición de las tecnologías de la información y comunicación han restringido la posibilidad de reducirla. Al respecto, Munive (2010) refiere que se debe entender por analfabeto el ciudadano que no sea capaz de acceder a la información, pero también aquél que no sepa seleccionarla, que no la comprenda o que no sepa interpretarla críticamente, he aquí la clave para desarrollar un gobierno electrónico integral, que no solo se enfoque en cuestiones tecnológicas, de gestión o jurídicas, sino aquel que también busque la educación obligatoria de sus usuarios, mediante un desarrollo global, continuo y a largo plazo. Finalmente la única forma de conocer el nivel de calidad de sus servicios que presta el IMSS a través del gobierno electrónico, al contribuyente no es sino lo que Albrecht, K. (2001) denomina como el momento de la verdad, siendo este el episodio donde el cliente entra en contacto con cualquier aspecto de la organización y tiene una impresión sobre la calidad de su servicio, motivo que justifica la necesidad de atender los niveles de percepción de los usuarios del gobierno electrónico para atender la calidad y gestión del servicio que presta.

### **Discusión de los Experimentos**

Los resultados de la investigación destacan la importancia de atender la terminología gestión de la información y su calidad, a la par de las TIC, en los procesos inmersos del Gobierno Electrónico, lo cual en conjunto redonda favorablemente en la calidad del servicio prestado y en la eficiencia y eficacia administrativa de las instituciones públicas.

Muchos de los errores detectados en otros proyectos de modernización como refiere Sepúlveda (2005), se encuentran en la creencia de que para modernizar basta con instalar tecnología, sin evaluar estrategias ni aspectos humanos, ignorando la relevancia de la capacitación y el compromiso del personal del sector público. La relevancia de la tecnología se encuentra en el mejoramiento de la gestión de los servicios del Estado con el propósito general de atender mejor a la comunidad con una estrategia - visión de país - que permita enfrentar en forma integral el problema de cómo usar esta tecnología en forma eficiente, dando sentido a un proyecto estratégico destinado a mejorar la calidad de vida de todos, y responder a las necesidades de los ciudadanos.

Como refiere Rivera (2006), en todas las políticas públicas, el éxito de los esfuerzos por la construcción del gobierno electrónico se asocia a la generación de mecanismos eficientes de seguimiento y evaluación, siendo las razones más que evidentes las que hacen necesaria la evaluación.

Hoy día los servicios públicos, especialmente bajo la modalidad de la modernización en la administración pública, se ven influenciados de manera significativa por el manejo de información, oportuna, precisa y significativa, en otras palabras, la calidad no sólo es el uso de la tecnología sino también que la información gestionada a través de ella responda a las necesidades y expectativas de los ciudadanos e instituciones que se sirven del Gobierno Electrónico.

### **Conclusiones**

Las teorías del Gobierno Electrónico señalan a las TIC como elemento fundamental, es un medio para mejorar la eficiencia administrativa en la gestión tributaria y la transparencia de sus operaciones, el uso de los

servicios electrónicos y el cumplimiento de las obligaciones fiscales han sido considerados las principales preocupaciones de los entes gubernamentales; gracias al uso de las TIC se alcanza la automatización de sus procesos, la presencia pública en Internet y la interacción electrónica con el ciudadano, sin embargo esto no es suficiente, debe complementarse con la asesoría de calidad, atributos como precisión, suficiencia, disponibilidad, accesibilidad, oportunidad y privacidad son características deseables que espera recibir el ciudadano los cuales contribuyen con la efectividad y mejora de esta modalidad de gestión tributaria.

Del análisis de la revisión de la literatura resulta evidente el impacto de las NTIC en la prestación de servicios que proporciona el gobierno electrónico, pero casi nada acerca de la mejora en la calidad en la gestión de los servicios públicos; es claro que existen proyectos nacionales e internacionales tanto para el fortalecimiento en la educación ciudadana y el desarrollo pleno de la democrática digital, con el propósito de ofrecer mayores beneficios en los servicios integrales del gobierno electrónico y mejorar la interacción tecnológica entre el sujeto pasivo y el sujeto activo en el contexto de la relación tributaria.

## Bibliografía

- Albrecht, K. (2001) "La revolución del servicio". 3R Editores.1998. p.24.
- Backus, Michiel. (2001). "E-Governance and Developing Countries. Introduction and examples". International Institute for Communication and Development (IICD) Research Report (3)
- Araya, R. (2005). Internet, política y ciudadanía. Recuperado el 23 de enero de 2009, de Revista Nueva Sociedad 195: [http://www.nuso.org/upload/articulos/3239\\_1.pdf](http://www.nuso.org/upload/articulos/3239_1.pdf)
- Barcelata, Ch., H. (2011). Finanzas públicas en México. Universidad de Málaga, España. Grupo Eumed.net.
- BARBERO, J. (2004): Oficio de Cartógrafo: travesías latinoamericanas de la comunicación en la cultura. Chile: Fondo de Cultura Económica. Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo (CLAD). "Innovaciones y tendencias en la gestión pública". [Online] Disponible en <http://www.clad.org.ve/siare/innotend/gobelec/gobelec.html>.
- GARCÍA, G., J., (2002). Plan de modernización del Ayuntamiento de Arona [en línea]. Proyecto presentado para la obtención del diploma del Máster en Dirección y Gestión en la Administración Local. 12 de abril de 2002. Barcelona. [consulta: noviembre 2012]. Formato pdf Disponible en Internet: <<http://www.lawebmunicipal.com/files/2-1- documento/juanpedro.PDF>>. Gómez Cruz, Oscar; Franco- Corzo y Torres, Julio, Gobierno inteligente: hacia un México competitivo, Noriega, México, 2006.
- Gómez Cruz, Oscar; Franco- Corzo y Torres, Julio, Gobierno inteligente: hacia un México competitivo, Noriega, México, 2006.
- Holmes, D. (2001). @.gov Estrategias para el uso de internet en el gobierno. Londres: Mc Graw Hill.
- KAMARCK, E., C., Estudio: Innovación global del gobierno, Facultad de Gobierno John F. Kennedy, Universidad de Harvard». Política digital, No. 13, noviembre 2003, México.
- MUNIVE CORTÉS, Erika Yamel; MORELIERAS RAMÍREZ, Alejandro. (2008). La necesaria implantación de nuevas fases de desarrollo para el Gobierno Electrónico en México [en línea]. Actas del XII Congreso Iberoamericano de Derecho e Informática, Zaragoza - España, 12 a 17 de mayo de 2008. [consulta: 20 de junio de 2014], pp.123-141, Formato pdf. Disponible en Internet:<[http://www.lefis.org/images/documents/Important\\_Meetings/Actas\\_XII\\_Congreso\\_FIADI\\_2008.pdf](http://www.lefis.org/images/documents/Important_Meetings/Actas_XII_Congreso_FIADI_2008.pdf)>.
- Munive Cortés Erika Yamel. (2010). EL GOBIERNO ELECTRÓNICO EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA FEDERAL. Tesis inédita de Posgrado – Maestría en Administración. Facultad de Contaduría Pública. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.
- Norris, Pippa (2001), "The Virtual Political System" en Pippa, Norris, Digital Divide. Civic Engagement, Information Poverty and the Internet Worldwide, Mass., Cambridge University Press. OCDE (2012), Serie "Mejores Políticas" México, Mejores políticas para un desarrollo incluyente septiembre 2012.
- Piaggese, D. (2004): El Banco Interamericano de Desarrollo y el Gobierno Electrónico. Política Digital. (México D.F.) No. 20 (nov. 2004), pp. 38-42. ISSN 16651669.
- PMG, (2012). Programa Especial de Mejora de la Gestión en la APF 2008-2012.
- Quintanilla, M., G. (2010) Facetas del desarrollo y resultados del e-Gobierno en México y Canadá. Norteamérica vol.5 no.1 México ene./jun. 2010
- Rivera, U., E., (2006), Concepto y problemas de la construcción del gobierno electrónico. Una revisión de la literatura. Gestión y Política Pública VOLUMEN XV, NÚMERO 2., II SEMESTRE DE 2006, PP. 259-305
- Sepúlveda, T., M. A., (2005) Calidad e impacto de los proyectos de gobierno electrónico en Chile. Publicado en la Revista del CLAD Reforma y Democracia. No. 31. (Feb. 2005). Caracas.
- Velázquez, R., K., Gobierno electrónico en México, Camino hacia la sociedad del conocimiento. Cámara de diputados, México (2012).
- Stiglitz, J.E. (2003):'Economics of the Public Sector' ISBN 0-393-96651-8, W.W.Norton, New York (reimpreso 1988, 2000) 'La economía del sector público, (trad. María Esther Rabasco, Luis Toharia), Antoni Bosch Editor, 1988, ISBN 84-85855-47-7 Texto incompleto en Google books 2003

# Análisis comparativo trigeracional de pertinencia y desempeño profesional desde la perspectiva del egresado de la Licenciatura en Administración del ITCh

M.M. Dinorah Albigaldi Ramos Gutiérrez<sup>1</sup>, M.C. Juan Aguilar Vázquez<sup>2</sup>, M.A. Claudia Alvarado Delgadillo<sup>3</sup>, Ing. Sandra Gerarda Ontiveros Castellanos<sup>4</sup> y M.C.A. Martha Leonila Torres Narváez<sup>5</sup>

**Resumen**— El instrumento de investigación aplicado fue el de encuesta. La población de interés estuvo conformado por los egresados de la Licenciatura en Administración que ofrece el Instituto Tecnológico de Chihuahua por evento o ceremonia de graduación. El total de egresados encuestados fue de 127 correspondientes al muestreo de tres generaciones. El estudio fué de tipo cuantitativo, no experimental, probabilístico, transversal, descriptivo y correlacional. Las variables fueron: pertinencia, ubicación laboral, desempeño laboral, perfil del egresado. Los principales indicadores fueron: Calidad docente, Calidad del Plan de Estudios, Infraestructura, Condiciones Laborales del egresado, Actividad Económica donde se desempeña actualmente el egresado, pertinencia de la formación académica. Como principales resultados, desde la perspectiva del egresado de la Licenciatura en Administración la Calidad del docente tuvo una fluctuación positiva con incremento de un 12% de la generación uno a la dos, y de la dos a la tres en un 17% bajo la percepción de Muy Buena Calidad del docente. La Calidad del Plan de Estudios observó una disminución del 2% de la generación uno a la tres en la percepción de Muy buena Calidad. El 38% de los encuestados percibió como buenas las condiciones de la institución. Hubo una mejora del 29% en la condiciones de trabajo de los egresados de la generación dos a la tres. El 30% de los egresados se desempeña en la industria, el 34% en comercio. El desempeño obtuvo en las tres generaciones calificaciones superiores al 50% en Bueno. Los egresados se auto consideraron eficientes en un 50% y en un 30% muy eficiente. **Palabras clave**— Egresado, Pertinencia, Desempeño, Ubicación Laboral

## Introducción

En el presente, el análisis del proceso de inserción laboral, entre situaciones de empleo y desempleo generadas por la cambiante situación económica, constituye un asunto de importancia para la sociedad en sí, ya que permite apreciar si los sistemas de educación se adecuan a las demandas del mercado laboral. (Rahona, 2000, citado por Villamandos, Ocerín, & Castro, 2007). Si bien es sabido que las instituciones educativas contribuyen a la movilidad social de los egresados en lo particular de instituciones educativas de nivel superior, es así pero sólo en ciertos grupos desafortunadamente y condicionado a ciertas estructuras sociales, un claro ejemplo de ello es la dificultad que experimentan en su proceso de inserción laboral los jóvenes egresados, por ende la tasa de desempleo se ha ido presentando con especial repercusión negativa en mujeres y en jóvenes como un claro reflejo de la situación económica según Ruiz, (2005).

### 1.1 El Diseño de los programas educativos y la pertinencia

Los nuevos paradigmas en el diseño de programas educativos redefinen a las competencias del egresado en términos de indicadores de logros, capacidades y conocimientos, además de desempeño, productividad y eficiencia. (Fernández & Salinero, 2006). Los indicadores de calidad antes mencionados, enfatizan el desempeño en procesos personales, la adaptabilidad o flexibilidad al cambio de situaciones y actividades por parte de los egresados, por tal razón las competencias se transforman en estructuras complejas de “acción-actuación-creación” por Fernández & Salinero, (2006), mismas estructuras que integran: el observar, analizar, comprender, explicar, aplicar procedimientos y estrategias, realizar trabajo colaborativo, presentar liderazgo, autonomía intelectual, conciencia crítica y espíritu de reto, responsabilidad, compromiso, iniciativa, creatividad y automotivación ante condiciones de incertidumbre. Las competencias son procesos cognitivo-afectivos elaborados entonces (Gallego, 1999, citado por Fernández & Salinero, 2006).

La calidad en el trabajo del profesionista dado lo antes mencionado, es producto del grado de pertinencia entre los comportamientos institucionales y las características esenciales y contextuales de las instituciones educativas consideradas acorde a Villarreal (2003); esto supone la consideración holística en las instituciones educativas. La calidad institucional deberá buscar disminuir las brechas entre las demandas del sector productivo y de la sociedad para con el comportamiento de dichas instituciones educativas.

La pertinencia social de los egresados al ser identificada permite llegar al aseguramiento de la calidad en la formación del estudiante que se transforma gradualmente en egresado, los resultados obtenidos indican el grado de pertinencia de los egresados con base a los contenidos, habilidades y capacidades técnicas, los aspectos actitudinales y de formación integral del profesionista,

<sup>1</sup>M.M. Dinorah Albigaldi Ramos Gutiérrez, Profesora del área de Económico- Administrativa del Instituto Tecnológico de Chihuahua, [albigaldi@hotmail.com](mailto:albigaldi@hotmail.com)

<sup>2</sup>M.C. Juan Aguilar Vázquez, Profesor del área de Económico- Administrativa del Instituto Tecnológico de Chihuahua, [juanito@itch.edu.mx](mailto:juanito@itch.edu.mx); [aguilar445@hotmail.com](mailto:aguilar445@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>3</sup>M.A. Claudia Alvarado Delgadillo, Profesora del área de Económico- Administrativa del Instituto Tecnológico de Chihuahua, [calvaradod1968@gmail.com](mailto:calvaradod1968@gmail.com); [calvaradod@itch.edu.mx](mailto:calvaradod@itch.edu.mx)

<sup>4</sup>Ing. Sandra Gerarda Ontiveros Castellanos, Profesora del área de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Chihuahua, [sgerarda@gmail.com](mailto:sgerarda@gmail.com); [sgerarda@itch.edu.mx](mailto:sgerarda@itch.edu.mx)

<sup>5</sup>M.C.A. Martha Leonila Torres Narváez, Profesora del área de Eléctrica-Electrónica del Instituto Tecnológico de Chihuahua, [mltorres1067@gmail.com](mailto:mltorres1067@gmail.com); [mltorres@itch.edu.mx](mailto:mltorres@itch.edu.mx)

contemplando la satisfacción y desempeño del egresado en el campo laboral, debiendo reforzar los distintos mecanismos de vinculación de los egresados y académicos del programa educativo con las necesidades de los distintos sectores de la sociedad (Vargas, García, Lara-Vega, & Segura, 2009).

### **1.2 La calidad y los niveles de evaluación del desempeño de cualesquier organización**

En las instituciones educativas los modelos de medición se basan en el concepto de calidad del servicio y satisfacción del cliente, en estos sistemas el cliente, quien es el estudiante que luego se convertirá en el egresado, participa en la elaboración del servicio de manera activa, por ello (Oliva, 2005) recomienda lo citado por Garvin (1984) quien considera aspectos de planificación estratégica para evaluar la calidad como: Desempeño, Características del producto y los procesos, confiabilidad, Apego, Durabilidad, calidad percibida por los clientes del sistema, imagen y posicionamiento, y por último Aspectos del servicio: Rapidez, cortesía, competencia y facilidad de corregir problemas. Por otra parte Druker (1990) citado por Oliva (2005) establece otros niveles de evaluación del desempeño de una organización de acuerdo con la satisfacción obtenida por el cliente mediante la comparación de las expectativas, con elementos como: Fiabilidad, Seguridad, Capacidad de respuesta, Empatía, Intangibilidad, Interacción humana.

Dentro del Instituto Tecnológico de Chihuahua los aspectos a evaluar están conformados por Pertinencia, Desempeño y Ubicación Laboral del Egresado. Como parte de la Pertinencia se evalúa la Calidad de: el Plan de Estudios, la Calidad del Docente y la Satisfacción con la Infraestructura institucional. El Desempeño se evalúa tomando en consideración: la relación de la Formación Académica con las Actividades Laborales que realiza el egresado. La Ubicación Laboral del egresado por último se evalúa tomando: el Tiempo transcurrido para la obtención del primer empleo del egresado, la Percepción salarial, la Condición del trabajo, el Tipo y Tamaño de la empresa donde el egresado se ubica laborando. Todo lo antes mencionado según las Disposiciones Técnicas y Administrativas para el Seguimiento de Egresados que emitió en el año 2008 la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST).

### **1.3 Los factores que influyen en la determinación de la calidad del empleo obtenido por el egresado**

La calidad del empleo obtenido por el egresado se explica por las condiciones socioeconómicas y culturales durante la formación de las personas, y sería sumamente inadecuado únicamente hablar de la calidad de la formación académica como univariable asociada a la calidad del capital humano demanda por el sector productivo y la sociedad en general, es decir la productividad de los individuos no solo se debe a la formación académica recibida por el individuo. Los factores más importantes en la obtención de una calidad determinada de empleo son: la experiencia laboral, el desempeño personal y el capital cultural de la persona (Hanushek & Kimko, 2000; Bourdieu, 1977; Bourdieu y Passeron, 1998; citados por Castañedo, 2009).

### **1.4 ¿El conocimiento es visto como inversión?, las tendencias teóricas**

La contribución económica de la Educación, denominada Economía de la Educación, es un tema tratado desde hace ya varias décadas, cabe mencionar que se considera a la Teoría del Capital Humano como su núcleo teórico, donde la educación escolarizada, los aspectos sociales, la formación y/o capacitación obtenida en el centro de trabajo, las habilidades innatas de los trabajadores contribuyen a la formación del Capital Humano (Becker, 1964; Shultz, 1968, citado por Castañeda, 2009). Actualmente las corrientes teóricas aún pugnan la relación entre un costo y un beneficio, entre una inversión en la educación y sus beneficios. Lo único que se deja entrever como una serie de tendencias para el manejo del recurso humano son las modificaciones en los modelos empresariales, con manejo de brechas generacionales y enfoques a carreras largas y planificación profesional, carreras a corto plazo y contratos temporales, así como enfoques holísticos de las empresas se contraponen en la gestión del capital humano.

#### **Objetivo**

Contrastar la pertinencia de la formación académica contra las necesidades que les demanda el sector laboral a los egresados de la Licenciatura en Administración del Instituto Tecnológico de Chihuahua a través de comparativo trigeneracional, con la finalidad de incidir en la Calidad en la Educación al generar información que funja como herramienta para la toma de decisiones en su oportunidad.

#### **Justificación**

Presentar información que permita contrastar las necesidades sociales de la formación profesional, como parte de la interacción entre las Instituciones de Educación Superior y los distintos sectores productivos. La información puede ser empleada para posteriores estudios, contrastando la trayectoria académica y con la laboral de los ahora egresados, se sugiere la elaboración de perfiles prospectivos.

#### **Metodología**

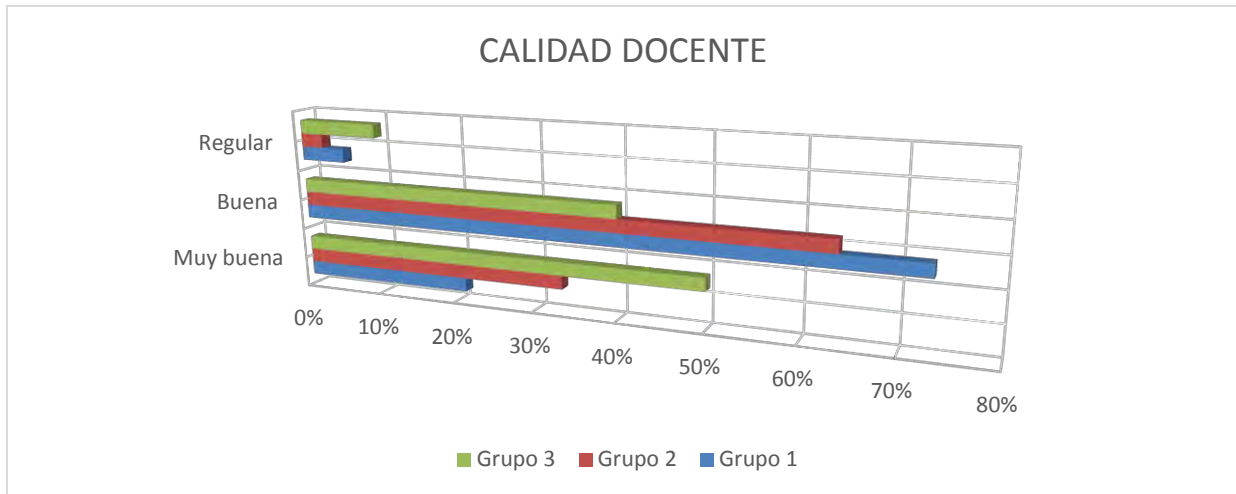
Se empleó el instrumento de encuesta; el estudio fue de tipo cuantitativo, descriptivo y correlacional, probabilístico, transversal y no experimental. La población de interés se tomó por el total de graduados o egresados entre las distintas licenciaturas que ofrece el Instituto Tecnológico de Chihuahua por ceremonia o evento es de 356.55 cada periodo. Dado que el cálculo del tamaño de la muestra es de 185.171 para el total de las licenciaturas bajo el valor de  $Z=$ nivel de confianza del 95%=1.96;  $p=$ probabilidad a favor=50%;  $q=$ probabilidad en contra=50%;  $e=$ error de estimación=5%; y siendo que de los egresados antes mencionados el 24% pertenece a la Licenciatura en Administración, la muestra en lo particular por evento o ceremonia es de 44.662 egresados. Para el comparativo trigeneracional se obtuvo una muestra de 133.986 egresados. El total de egresados reales encuestados fue de 127. Las variables fueron: pertinencia, ubicación laboral, desempeño laboral, perfil del egresado. Los principales indicadores fueron: Calidad docente, Calidad del Plan de Estudios, Infraestructura, Condiciones Laborales del egresado, Actividad Económica donde se desempeña actualmente el egresado, pertinencia de la formación académica. Para el tratamiento estadístico se realizó análisis descriptivo mediante tablas cruzadas, así como correlaciones usando Excel y SPSS versión 17.0.



### Resultados

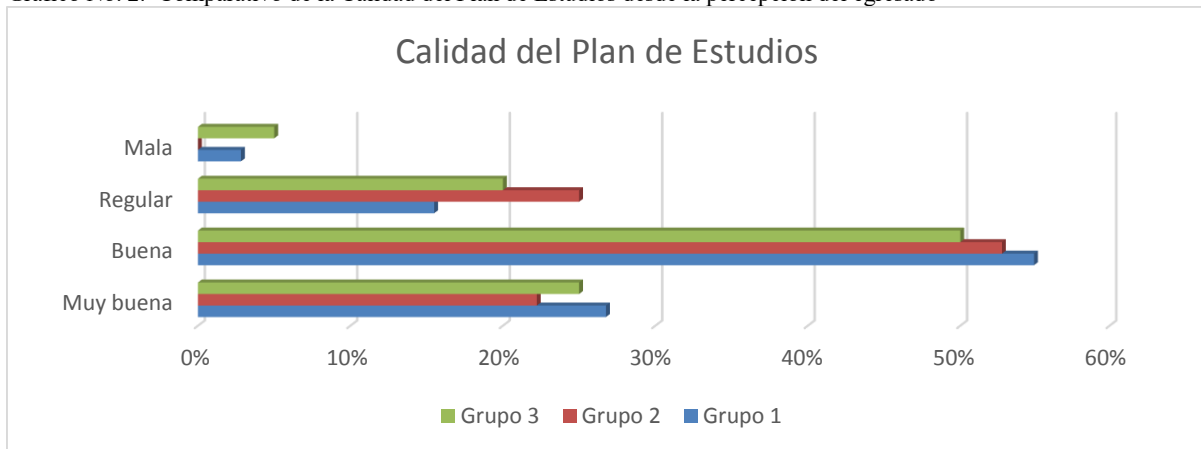
El presente apartado muestra los aspectos evaluados como elementos de calidad desde la percepción de los egresados de la Licenciatura en Administración del Instituto Tecnológico de Chihuahua, mismos que fueron por orden de aparición: Calidad del docente, Calidad del Plan de Estudios, Satisfacción de la Infraestructura, Tiempo Transcurrido para la obtención del primer empleo, Percepción salarial del egresado, Condición del trabajo del egresado, Tipo y Tamaño de empresa en la cual laboraban los egresados, y por último Eficiencia para la realización de las actividades laborales con relación a la formación académica recibida por el egresado.

Gráfico No. 1. Comparativo de la Calidad docente desde la percepción del egresado



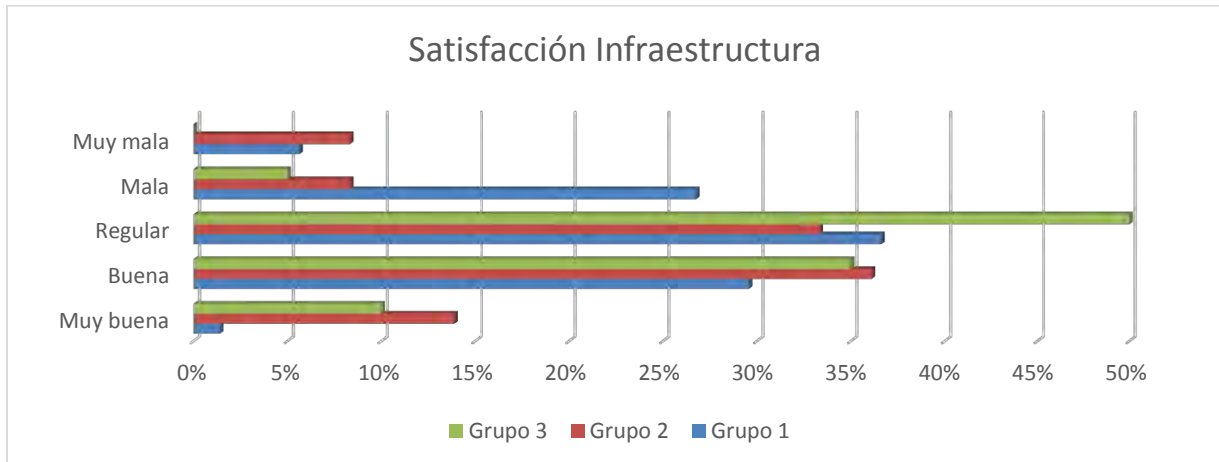
El Gráfico No. 1 muestra la percepción sobre la Calidad Docente por parte de los egresados. De las respuestas correspondientes al Grupo No. 1, el 21% percibió como Muy Buena la calidad de la plantilla docente, el 73% como Buena y el 6% como Regular. Del Grupo No. 2 se desprende que el 33% percibió como Muy Buena la Calidad del Docente, 64% como Buena y 3% como Regular. Del Grupo No. 3, se observó que el 50% percibió como Muy Buena la Calidad del Docente, el 40% como Buena y el 10% como Regular.

Gráfico No. 2. Comparativo de la Calidad del Plan de Estudios desde la percepción del egresado



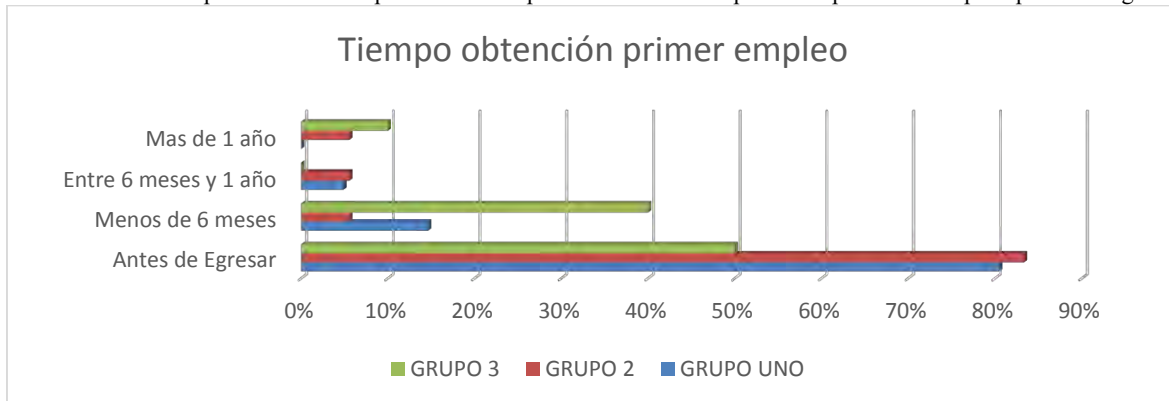
El Gráfico No. 2 muestra la percepción de los egresados sobre la Calidad del Plan de Estudios. Del Grupo No. 1, se obtuvo un valor de 27% como Muy Buena la Calidad del Plan de Estudios, el 55% como Buena, el 15% como regular y por último el 3% como Mala. Del Grupo No. 2, el 22% percibieron el 22% de los egresados como Muy Buena la Calidad, el 53% como Buena, y el 25% como Regular. El Grupo No. 3, percibió como Muy Buena la Calidad del Plan de Estudios, el 50% como Buena, el 20% como Regular y el 5% como Mala.

Gráfico No. 3. Comparativo de la Satisfacción sobre la Infraestructura de la institución de egreso desde la percepción del egresado



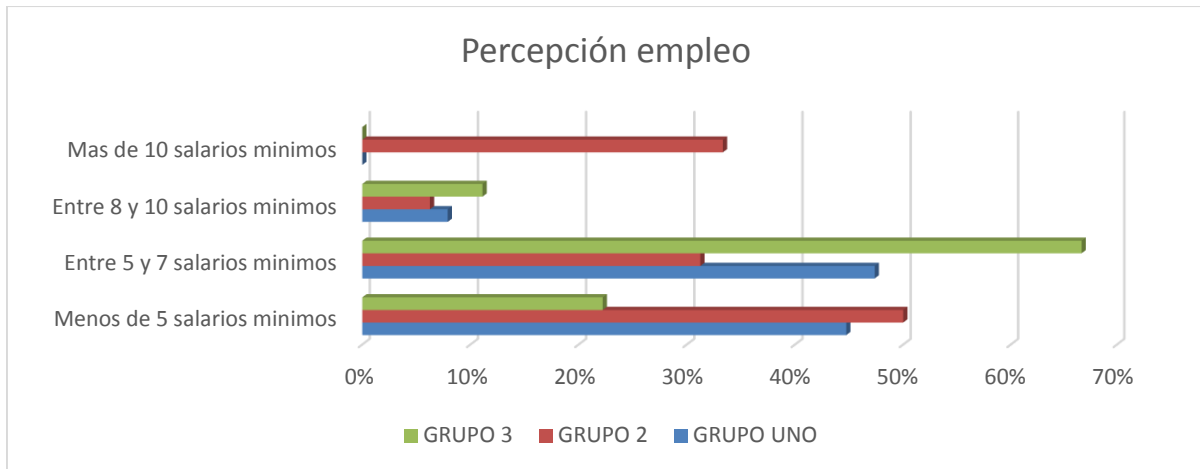
El Grupo No. 3 mostró una percepción de Regular con un 37%, Buena con un 30%, Mala con un 27%, Muy Mala con un 6%, y Muy Buena con un 1%. Del Grupo No. 2 el 36% percibió como Buena la Infraestructura, el 33% como Regular, el 14% como Muy Buena, el 8% como Mala y el 8% como Muy Mala. Del Grupo No. 3, el 50% calificaron como regular la Infraestructura, el 35% como Buena, 10% como como Muy Buena, el 5% como Mala y el 0% como Muy Mala.

Gráfico No. 4. Comparativo del Tiempo transcurrido para la obtención del primer empleo desde la percepción del egresado



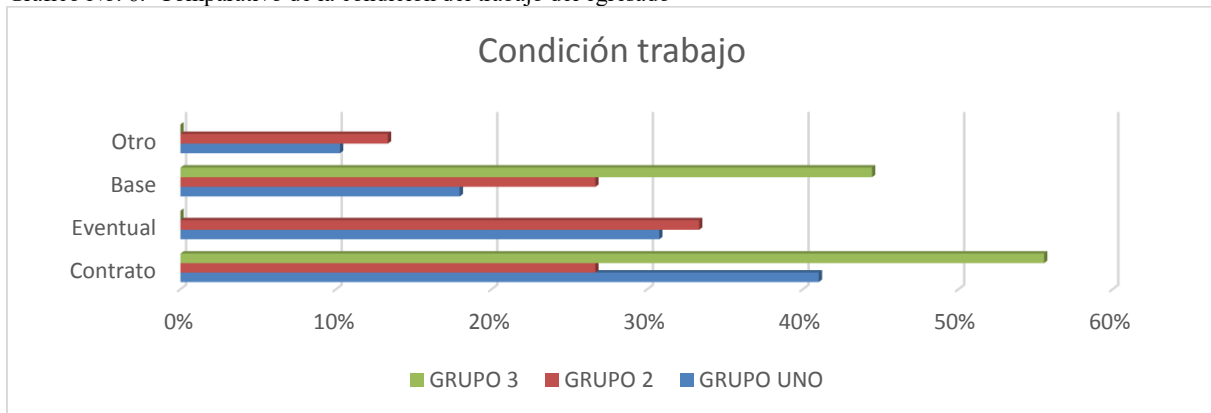
Del Grupo No. 1 el 80% obtuvieron su empleo relacionado con su carrera antes de egresar, el 15% dentro de un periodo menor a los 6 meses, el 5% en un periodo de entre 6 meses a 1 año. Del Grupo No. 2 el 83% obtuvo empleo antes de egresar, el 6% dentro de un periodo menor a los 6 meses de egreso, el 6% entre los 6 meses a 1 año, y el 6% en un periodo mayor a un año. Del Grupo No. 3 el 50% obtuvo su empleo antes de egresar, el 40% en un periodo menor a los 6 meses y el 10% en un periodo mayor al año de egreso.

Gráfico No. 5. Comparativo de la percepción salarial del egresado



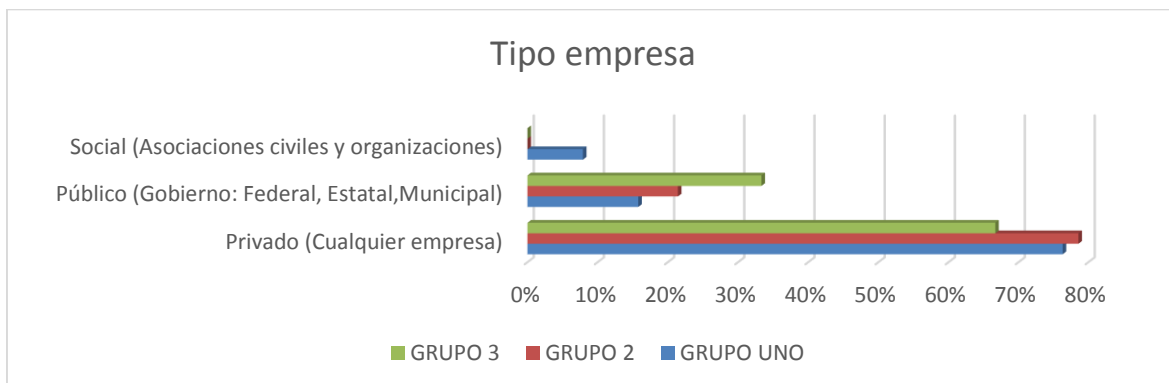
Del Grupo No. 1 el 45% percibía menos de 5 salarios mínimos, el 47% de entre 5 a 7 salarios mínimos, el 8% de entre 8 a 10 salarios mínimos. Del Grupo No. 2 el 50% de los egresados percibían menos de 5 salarios mínimos, el 33% más de 10 salarios mínimos, el 31% percibía entre 5 a 7 salarios mínimos, el 6% entre 8 a 10 salarios mínimos. El Grupo No. 3 el 67% percibía entre 5 a 6 salarios mínimos, el 22% menos de 5 salarios mínimos, el 11% entre 8 y 10 salarios mínimos.

Gráfico No. 6. Comparativo de la condición del trabajo del egresado



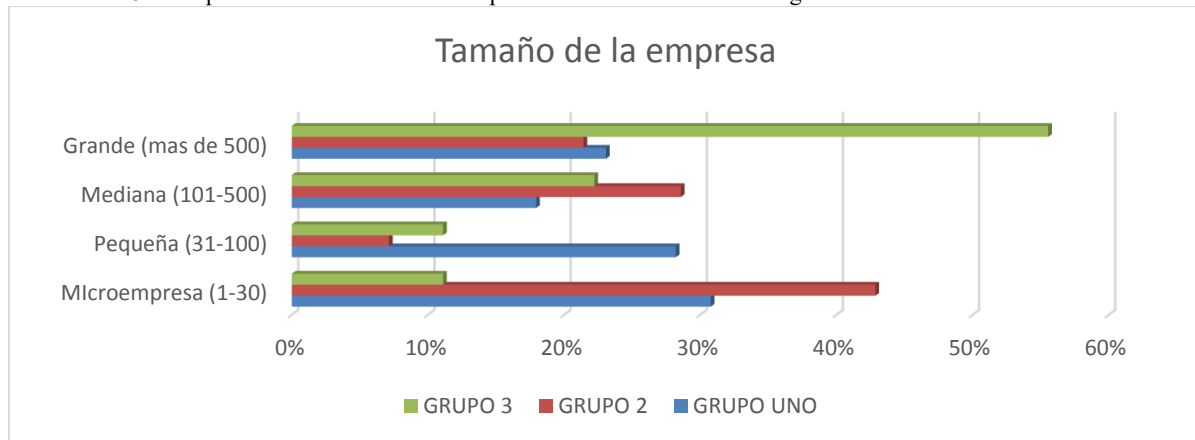
Del Grupo No. 1 el tipo de contratación que tenían los egresados estaba conformada por el 31% como trabajadores eventuales, el 41% como trabajaba por contrato, el 18% tenían base, y otra modalidad el 10%. Del Grupo No. 2 el 33% eran de tipo eventual, el 27% basificados, el 27% por contrato y el 13% dentro de otra modalidad. Del Grupo No. 3 el 56% laboraban por contrato, el 44% contaban con base.

Gráfico No. 7. Comparativo del tipo de empresa en el cual laboraban los egresados



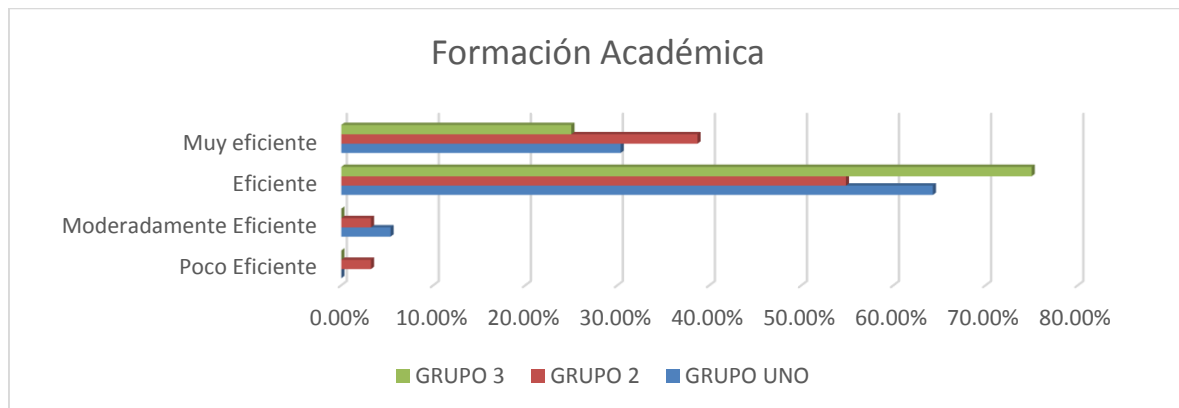
Del Grupo No. 1 el 76% de los egresados laboraban en empresas de tipo privado, el 16% en empresas de tipo público, el 8% en empresas de tipo social. Del Grupo No. 2 el 79% trabajaban en empresas de tipo privado, el 21% en empresas de tipo público. Del Grupo No. 3 el 67% de los egresados laboran en empresas de tipo privado, el 33% en empresas de tipo público.

Gráfico No. 8. Comparativo del tamaño de la empresa en el cual laboraban los egresados



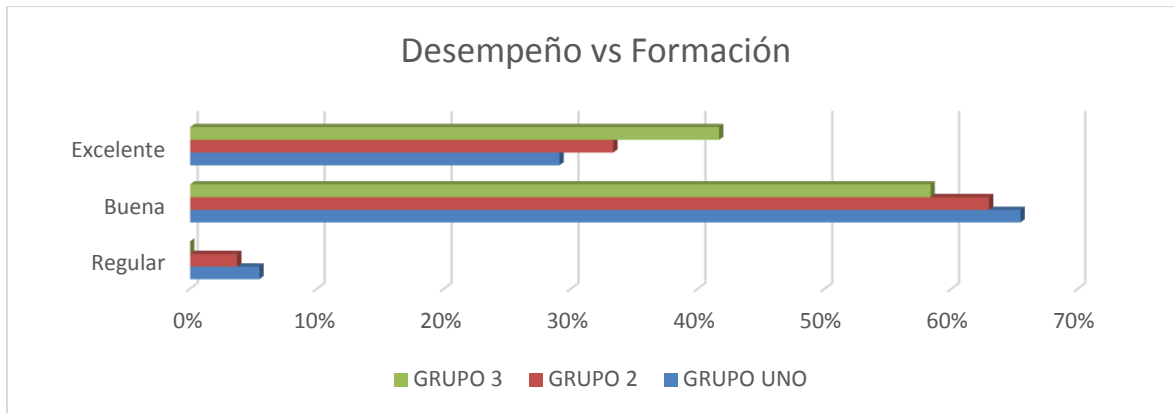
Del Grupo No. 1 el 31% de los egresados laboraban en Microempresas (desde 1 a 30 empleados), el 28% en Pequeñas empresas (de 31 a 100 empleados), el 18% en Mediana (de 101 a 500 empleados) y el 23% laboraban en empresa Grande (con más de 500 empleados). Del Grupo No. 2 el 43% de los egresados laboraban en Microempresa, el 29% en Mediana, el 21% en Grande y el 7% en Pequeña. Del Grupo No. 3 el 56% laboraban en empresa Grande, el 22% en Mediana, el 11% en Pequeña y el 11% en Microempresa.

Gráfico No. 9. Comparativo de la Eficiencia para realizar actividades laborales con relación con la formación académica recibida desde la perspectiva del propio egresado



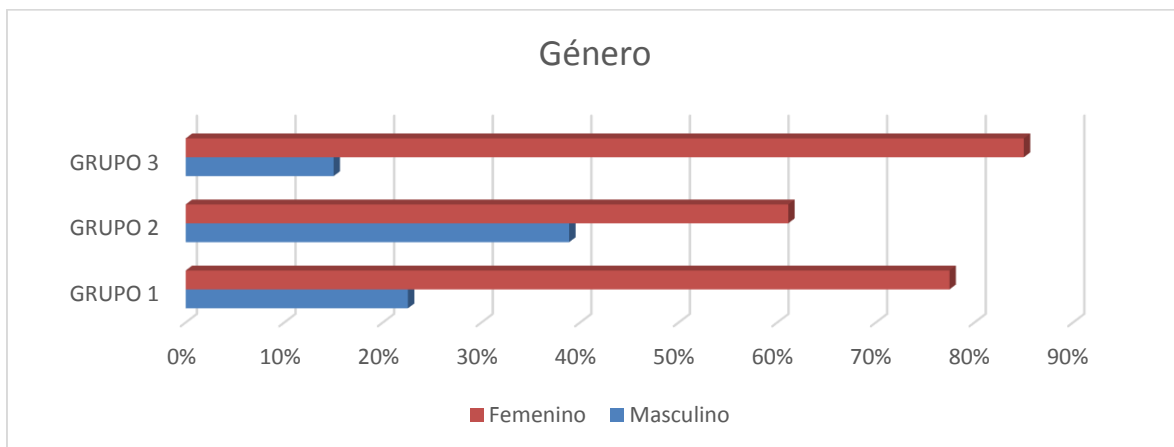
Del Grupo No. 1 muestra la Eficiencia para realizar las actividades laborales con relación a la Formación Académica recibida desde la perspectiva del egresado y observó un 64.29% como Eficiente, un 30.36% como Muy Eficiente, un 5.36% como Moderadamente eficiente. Del Grupo No. 2 el 54.84% fueron Eficientes, el 38.71% Muy eficientes, el 3.23% Moderadamente eficientes y el 3.23% Poco Eficiente. Del Grupo No. 3 el 75% se identificó como Eficiente y el 25% como Muy Eficiente.

Gráfico No. 10. Comparativo del Desempeño contra la Formación Académica desde la perspectiva del propio egresado



Del Grupo No. 1 el 65% consideró su Desempeño contra su Formación Académica como Bueno, el 29% como Excelente y el 5% como Regular. Del Grupo No. 2 el 63% fue Buena, el 33% Excelente y el 4% Regular. Del Grupo No. 3 el 58% fue Buena y del 42% Excelente.

Gráfico No. 11. Comparativo de las generaciones por Género del egresado



Del Grupo No. 1 de los egresados el 77% eran de sexo femenino y el 23% masculino. Del Grupo No. 2 el 61% pertenecían al sexo femenino y el 39% masculino. Del Grupo No. 3 el 85% eran del sexo femenino y el 15% masculino.

### Conclusiones

La Pertinencia, la Ubicación Laboral del egresado y el Desempeño del mismo fueron favorables. Se observó un aumento en un 17% en percepción del egresado de manera favorable como Muy Buena la Calidad Docente, hubo un incremento favorable del 3% sobre la Calidad del Plan de Estudios como Muy Bueno y como Bueno. La Calidad de la Infraestructura debe mejorar acorde a la percepción del egresado. La ventana de inserción laboral para el más del 80% de los egresados oscila de antes de egresar a los 6 meses de egresado. Alrededor del 80% de los egresados percibe entre 9, 000 a 12,000 pesos. Aproximadamente un 30% de los egresados están basificados. El 79% laboraban para empresas de tipo privado entre tamaño mediano y grande. Con porcentajes mayores al 60% los egresados se auto consideraron muy eficientes y eficientes al realizar sus actividades laborales con relación a la formación académica recibida. Los resultados son específicos dentro de cada generación de los egresados de la Licenciatura en Administración del Instituto Tecnológico de Chihuahua, sin embargo se pueden observar cambios favorables institucionales debido al incremento de perfiles deseables, el incremento de investigación por parte de los docentes y la incorporación de estudiantes a dichos proyectos. Los egresados tienen un buen posicionamiento de su institución de egreso. Este tipo de datos generados se pueden cruzar con estudios de Cultura Laboral y Diagnóstico Organizacional al establecer perfiles que inciden en el rendimiento laboral.

### Referencias bibliográficas

- Castañedo, R. V. (Julio-Diciembre de 2009). Formación profesional y calidad del empleo: el caso de los egresados de la Universidad Autónoma de Guerrero. (U. d. Rica, Ed.) Población y Salud en Mesoamérica, VII (1), 1-18. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44611779003>
- Fernández, C., & Salinero, M. (Otoño de 2006). Las competencias en el marco de la convergencia europea: Un nuevo concepto para el diseño de programas educativos. Encounters on Education, VII, 131-153. Obtenido de <http://redes-cepalcala.org/inspector/DOCUMENTOS%20Y%20LIBROS/COMPETENCIAS/LAS%20COMPETENCIAS%20EN%20LA%20CONVERGENCIA%20EUROPEA.pdf>

- Oliva, E. J. (2005). Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición. INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, XV, 64-80. Obtenido de <http://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/30/40>;  
[www.redalyc.org/pdf/818/81802505.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/818/81802505.pdf)
- Ruiz, E. C. (Mayo-Agosto de 2005). La precarización del campo laboral y sus efectos en la subjetividad de los jóvenes. (Espiral, Ed.) Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad, XI (33), 97-135. Recuperado el 22 de 01 de 2015, de  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13803304>
- Vargas, S. L., García, E. O., Lara-Vega, M. E., & Segura, L. M. (Enero-Junio de 2009). Pertinencia social de los egresados del programa educativo de Ingeniero Químico de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México. Tecnología, Ciencia, Educación, XXIV (1), 32-47. Obtenido de [http://web.imiq.org/attachments/312\\_4.%20pertinencia.pdf](http://web.imiq.org/attachments/312_4.%20pertinencia.pdf)
- Villamandos, N. C., Ocerín, J. M., & Castro, M. A. (2007). El Perfil del Egresado Universitario Desempleado. (J. y. Ayala Calvo, Ed.) Conocimiento, Innovación y emprendedores: Camino al futuro de la Universidad de La Rioja, 3412-3427. Recuperado el 13 de 02 de 2015, de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2234311>
- Villarroel, C. (2003). Calidad y acreditación universitarias latinoamericanas para Latinoamérica. Consejo Nacional de Universidades 1-15. Obtenido de <http://biblioteca.uahurtado.cl/UJAH/Reduc/pdf/pdf/8161.pdf>

# Selección de un modelo para el análisis de datos de una prueba acelerada

MC. Manuel Jesús Reyes Méndez<sup>1</sup>, Dr. Manuel A. Rodríguez Medina, M.I.A. Viridiana Reyes Uribe  
ITCJ

**Resumen**— Las pruebas aceleradas se utilizan para adquirir información de confiabilidad rápidamente. En estas pruebas las unidades se someten a niveles más altos de estrés que los utilizados en condiciones normales. Los resultados sirven para predecir el tiempo de vida de las unidades en condiciones de uso. La extrapolación se justificada en base a modelos físicos o en una combinación con modelos empíricos. Este artículo proporciona una revisión de los modelos que se han utilizado con éxito en esta área y se presenta algunos criterios para la selección un modelo para el análisis de los datos de falla en las pruebas de aceleradas de confiabilidad.

**Palabras clave**—Confiabilidad, Relación de Eyring, Modelo de Arrhenius  
**Introducción**

Las pruebas aceleradas se utilizan para evaluar la confiabilidad de componente, e han vuelto más importantes debido a la rápida evolución de las tecnologías y al desarrollo rápido de productos. La información de las pruebas aceleradas se extrapola mediante un modelo estadístico físicamente razonable para obtener estimaciones de la vida a largo plazo a niveles normales de aceleración, de ahí la importancia en la elección del modelo de aceleración.

De acuerdo a la respuesta, las pruebas aceleradas se clasifican en

- Pruebas binarias donde la información obtenida es si el producto ha fallado o no.
- Pruebas de vida donde la respuesta está relacionada con la vida útil del producto.
- Pruebas de degradación que mide la degradación de una muestra en diferentes puntos de tiempo.

Algunos estudios clásicos en este campo son Nelson (1990, capítulo 2), Meeker y Escobar (1998, capítulo 13, 18 y 21), Smith (1996), Tobias y Trindade (1995, Capítulo 7), de Jensen (1995, 2 y 9) y Klinger, Nakada y Menéndez (1990). La primera parte de este estudio está basada en el trabajo de Escobar, L. y Meeker, W. (2006).

La interpretación de los datos requiere de modelos que relacionen las variables de aceleración con el tiempo. Los modelos acelerados se clasifican en: 1) Modelos físicos de aceleración basados en la teoría física/química que describe el proceso que causa la falla y 2) Modelos empíricos de aceleración que se desarrollan cuando hay poca comprensión del producto químico o de los procesos físicos que conducen a la falla.

### *Transformación del tiempo*

El modelo para transformación del tiempo de un nivel  $\mathbf{x}$  a otro puede ser expresado como  $T(x) = Y[T(\mathbf{x}_U), x]$ , donde  $\mathbf{x}_U$  indica las condiciones de uso. El modelo de tiempos de falla acelerada para la variable aleatoria  $T(x)$  es  $T(x) = T(\mathbf{x}_U)/AF(x)$ , donde el factor de aceleración  $AF(x)$  es una función positiva de  $x$  satisfaciendo  $AF(\mathbf{x}_U) = 1$ . El tiempo de vida es acelerado cuando  $AF(x) > 1$  En términos de cuantiles de distribución

$$t_p = \frac{t_p(\mathbf{x}_U)}{AF(x)} \quad (1)$$

De este modo la probabilidad de fallas puede escribirse como  $Pr[T(x) \leq t] = Pr[T(\mathbf{x}_U) \leq AF(x) \times t]$ .

### *Uso de la temperatura para acelerar los mecanismos de falla*

La relación de Arrhenius es un modelo ampliamente utilizado para describir el efecto que tiene la temperatura sobre la velocidad de una reacción química simple. Esta relación puede escribirse como

$$R = \gamma_0 \exp\left(\frac{-E_a}{k \cdot Temp}\right) \quad (2)$$

Donde  $R$  es la velocidad de reacción,  $E_a$  es la energía de activación,  $k$  es la constante de Boltzmann ( $8.6171 \times 10^{-5} = 1/11605$  eV/K) y  $Temp = Temp \text{ } ^\circ\text{C} + 273.15$  es temperatura en grados kelvin. Los parámetros  $E_a$  y  $\gamma_0$  son las características del producto o material.

<sup>1</sup> [reyesmjesus@yahoo.com](mailto:reyesmjesus@yahoo.com)

El factor de aceleración Arrhenius es:

$$AF = \frac{R(\text{Temp})}{R(\text{Temp}_U)} = \exp \left[ E_a \left( \frac{11605}{\text{Temp}_U} - \frac{11605}{\text{Temp}} \right) \right] \quad (3)$$

*El factor tiempo-aceleración de Eyring*

La relación Arrhenius fue demostrada por Eyring, quien le dio la teoría física que describe el efecto que la temperatura tiene en una tasa de reacción. La relación de Eyring es:

$$R = \gamma_0 A(\text{Temp}) \exp \left( \frac{-E_a}{k \cdot \text{Temp}} \right) \quad (4)$$

Donde  $A(\text{Temp})$  es una función de la temperatura.  $\gamma_0$  y  $E_a$  son constantes que dependen de la dinámica de las reacciones.

El factor de aceleración de temperatura de la relación Eyring es:

$$AF_{EY} = \left( \frac{\text{Temp}}{\text{Temp}_U} \right)^m AF_{Ar} \quad (5)$$

Donde  $AF_{Ar}$  es el factor de aceleración de Arrhenius. Para valores prácticos de  $m$  no muy lejos de 0, el factor fuera del exponencial tiene poco efecto sobre el factor de aceleración y el término adicional se elimina en favor de la simple relación de Arrhenius.

*Relación generalizada de Eyring*

La relación de Eyring generalizada extiende la relación Eyring permitiendo el uso de una o más variables aceleradoras no térmicas (como voltaje o humedad). Para una variable no-térmica  $X$ , el modelo, en términos de velocidad de reacción es:

$$R = \gamma_0 \cdot (\text{Temp})^m \cdot \exp \left( \frac{-\gamma_1}{k \cdot \text{Temp}} \right) \cdot \exp \left( \gamma_2 X + \frac{\gamma_3 X}{k \cdot \text{Temp}} \right) \quad (6)$$

Los parámetros  $\gamma_1 = E_a$  (energía de activación) y  $\gamma_0, \gamma_2, \gamma_3$  son las características del proceso físico / químico.

En las siguientes secciones, consideramos ( $\text{temp K}$ )  $m = 1$ , el cual es esencialmente la relación temperatura-aceleración de Arrhenius. El factor de aceleración con respecto a las condiciones de uso  $\text{temp}_U$  y  $X_U$  es

$$AF = \frac{R(\text{Temp}, X)}{R(\text{Temp}_U, X_U)} \quad (7)$$

*Modelo de aceleración temperatura-voltaje*

El modelo se utiliza para describir el efecto de la combinación de la temperatura y el voltaje de aceleración con  $X = \log(\text{volt})$ , se obtiene

$$R = \gamma_0 \cdot \exp \left( \frac{-E_a}{k \cdot \text{Temp}} \right) \cdot \exp \left[ \gamma_2 \log(\text{volt}) + \frac{\gamma_3 \log(\text{volt})}{k \cdot \text{Temp}} \right] \quad (8)$$

Las fallas se producen cuando la resistencia dieléctrica cruza el estrés de voltaje aplicado, es decir,  $D(t) = \text{volts}$ . Esto ocurre al tiempo

$$T(\text{temp}, \text{volt}) = \frac{1}{R(\text{temp}, \text{volt})} \left( \frac{\text{volt}}{\delta_0} \right)^{\gamma_1} \quad (9)$$

De esto, se calcula

$$AF = \frac{T(\text{Temp}_U, \text{volt}_U)}{T(\text{Temp}, \text{volt})} = \exp[E_a(x_{1U} - x_1)] \cdot \left( \frac{\text{volt}}{\text{volt}_U} \right)^{\gamma_2 - \gamma_1} \cdot \{\exp[x_1 \log(\text{volt}) - x_{1U} \log(\text{volt}_U)]\}^{\gamma_3} \quad (10)$$

Donde  $x_{1U} = 11605/(\text{Temp}_U)$  y  $x_1 = 11605 / \text{Temp}$ . Cuando  $\gamma_3 = 0$ , no hay ninguna interacción entre temperatura y voltaje. En este caso, puede tenerse  $AF(\text{Temp}, \text{volt})$  en dos términos, uno que implica solamente la temperatura y otro término que implica solamente voltaje. Así, si no existe interacción, la contribución de la temperatura (voltaje) a la aceleración es la misma en todos los niveles de voltaje (niveles de temperatura).



### Métodos y materiales

Para efectos prácticos se determinó tomar como caso de estudio el ejemplo de datos de falla lognormal de Tobias (2011, cap. 8). Se ha observado que un módulo de circuitos semiconductores falla debido a que los iones de metales migran entre las líneas del conductor y eventualmente causan un corto. Tanto la temperatura como el voltaje afectan el tiempo para que las fallas se desarrollen. Se decide modelar la cinética de la falla mediante la realización de un experimento usando seis combinaciones de temperatura y voltaje. La Tabla 1 muestra la matriz del diseño para este experimento.

Tabla 1. Matriz de diseño experimental

	85°C	105°C	125°C
8 Volts			50
12 Volts	50	50	50
16 Volts	50	50	

En cada celda se toma lectura para buscar fallas en 24, 100, 150, 250, 500, 750 y 1000 horas. Los datos de falla se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Datos de falla lognormal

Lectura	125°C/8V	125°C/12V	105°C/12	105°C/16V	85°C/12V	85°C/16V
24	0	0	0	0	0	0
100	1	4	0	0	0	0
150	6	3	1	1	0	0
250	6	23	3	10	1	1
500	23	13	19	21	1	5
750	9	5	15	10	3	15
1000	3	1	6	5	5	6
Sobrevivientes	2	1	6	3	40	23
Total	50	50	50	50	50	50

Usando una distribución de falla log normal se grafican las seis celdas de datos. A continuación se comprueba visualmente si la propiedad de igualdad-sigma para la simple aceleración es razonable. Para estimar los parámetros para cada célula de estrés se utiliza el método de máxima verosimilitud y una prueba de razón de verosimilitud para sigmas iguales a través de todas las células. Finalmente se encuentra el intervalos confianza del 95% para el parámetro  $\mu=T_{50}$  de cada celda, y para la sigma común.

Utilizando Minitab (Reliability/Survival, Distribution Analysis-Arbitrary Censoring- Distribution Analysis platform, ver Figura 1) es fácil producir las gráficas que muestran todas las celdas. Los modelos se ajustan con y sin la restricción de  $\sigma$  constante y muestran las líneas de estimadores de máxima verosimilitud en la gráfica. Debe elegirse la opción de **Máxima Verosimilitud** en la pantalla de **Estimación**. Para el análisis de pendiente constante, también se elige la opción de **asumir forma común**. La Figura 2.a muestra las líneas cuando cada célula es ajustada de forma independiente (la columna "Cell" es una "por Variable"). Figura 2.b muestra el ajuste de las mismas células después de seleccionar la opción de asumir forma común. Minitab etiqueta  $\mu=ln T_{50}$  como el parámetro "Loc" y  $\sigma$  como el parámetro de "Escala". Esta figura tiene los ejes transpuestos de la habitual de Minitab así que el "tiempo" está en el eje vertical. El estadístico Anderson-Darling (AD) es una medida de ajuste del modelo; es útil al comparar en cual de varias distribuciones encaja mejor un conjunto de datos (pequeños valores de AD indican un mejor ajuste).

#	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10.T
	Start	Stop	Freq	125/8	125/12	105/12	105/16	85/12	85/16	Temp/Volt
1	0	24	0	1	0	0	0	0	0	125/8
2	24	100	1	1	0	0	0	0	0	125/8
3	100	150	6	1	0	0	0	0	0	125/8
4	150	250	6	1	0	0	0	0	0	125/8
5	250	500	23	1	0	0	0	0	0	125/8
6	500	750	9	1	0	0	0	0	0	125/8
7	750	1000	3	1	0	0	0	0	0	125/8
8	1000	*	2	1	0	0	0	0	0	125/8
9	0	24	0	0	1	0	0	0	0	125/12
10	24	100	4	0	1	0	0	0	0	125/12
11	100	150	3	0	1	0	0	0	0	125/12
12	150	250	23	0	1	0	0	0	0	125/12
13	250	500	13	0	1	0	0	0	0	125/12
14	500	750	5	0	1	0	0	0	0	125/12
15	750	1000	1	0	1	0	0	0	0	125/12
16	1000	*	1	0	1	0	0	0	0	125/12
17	0	24	0	0	0	1	0	0	0	105/12
18	24	100	0	0	0	1	0	0	0	105/12
19	100	150	1	0	0	1	0	0	0	105/12
20	150	250	3	0	0	1	0	0	0	105/12
21	250	500	19	0	0	1	0	0	0	105/12
22	500	750	15	0	0	1	0	0	0	105/12

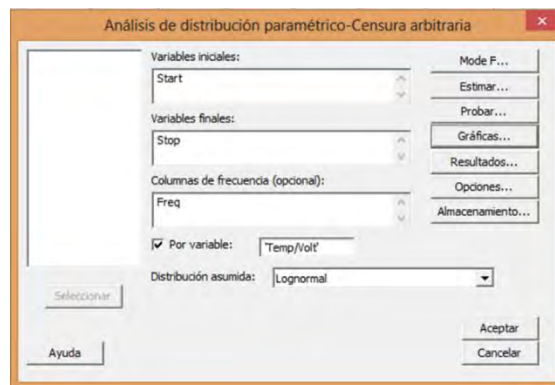
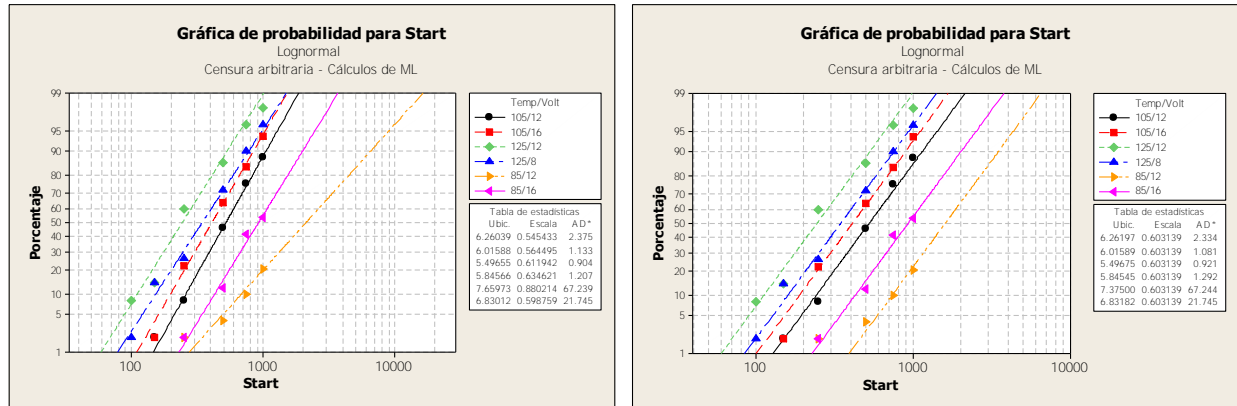


Figura 1. Formatos de captura y selección de variables

La Figura 2 demuestra que todas las líneas tienen pendientes muy similares; sólo la celda 5, con menos fallas que las otras celdas, tiene una pendiente estimada algo diferente.



Figuras 2.a y 2.2 muestran el porciento de fallas acumuladas

Las estimaciones de  $T_{50}$ ,  $\sigma$  y los valores de LIK negativos mínimos de la salida de Minitab figuran en la tabla 3. Los MLEs restringidos, con una común sigma igual en todas las celdas, son los estimadores estadísticos apropiados para usar bajo los supuestos de aceleración lineal y log normal.

Tabla 3

Celda	Estimadores ML (Sigmas Separadas)			Estimadores ML (Una Sigma)		
	T50 horas	Sigma	-log LIK	T50 horas	Sigma	-log LIK
1 (125/8)	$e^{5.84}=346$	0.63	79.660	346	0.60	79.775
2 (125/12)	$e^{5.50}=244$	0.61	77.560	244	0.60	77.569
3 (105/12)	$e^{6.26}=523$	0.55	74.701	524	0.60	75.058
4 (106/16)	$e^{6.01}=410$	0.56	75.181	410	0.60	75.357
5 (85/12)	$e^{7.65}=2121$	0.88	37.795	1596	0.60	38.947
6 (85/16)	$e^{6.83}=925$	0.60	66.042	927	0.60	66.043
Total			L2=410.939			L1=412.749

Al sumar las columnas log LIK negativas en tabla 3, vemos que L2 es 410.939 y L1 es 412.749. El estadístico ji-cuadrado para la prueba LR es  $LRT = 2 (412.749 - 410.939) = 3.62$ . Los grados de libertad son la diferencia entre los 12 parámetros estimados a partir de las 6 celdas separadas y sólo 7 parámetros estimados para el análisis de la misma pendiente, o  $12 - 7 = 5$ . Puesto que 3.62 está alrededor del 40 percentil para la distribución de Chi-cuadrado con 5 grados de libertad, no hay ninguna razón para poner en duda el modelo de aceleración simple y las  $\sigma$  comunes. Note que Minitab tiene una opción de **prueba** que también realiza una prueba estadística de la hipótesis de una pendiente común. Sin embargo, el cálculo Minitab viene con un estadístico ji-cuadrado de 3.26 (con 5 grados de libertad). Minitab utiliza un estadístico de prueba estadística común, pero la diferente. Aunque la prueba de razón de verosimilitud es probablemente más potente para los datos de confiabilidad censurados, los resultados de Minitab y la prueba la prueba de razón de verosimilitud sugieren que un modelo de  $\sigma$  común es razonable.

### Conclusiones

Si tenemos suficientes datos de prueba y un modelo de distribución de vida se puede estimar los parámetros de confiabilidad. Con componentes altamente confiables es difícil obtener suficientes datos de prueba en condiciones de uso normal, por lo cual se recurre a forzar los componentes a la falla en condiciones de pruebas más altas que las normales. Estos modelos son conocidos como modelos de aceleración.

El concepto básico de la aceleración es el siguiente: un componente operando bajo alto estrés tendrá los mismos mecanismos de falla que cuando se utiliza a un nivel de estrés normal, la única diferencia es que las cosas pasan más rápidamente. Podemos entender el tiempo acelerado si el proceso de falla es filmado y luego reproducido a una velocidad más rápida. Cada paso en la secuencia de eventos químicos o físicos hacia el estado de falla se reproducen exactamente como en tensiones inferiores, sólo que la escala de tiempo que mide la duración del evento ha sido cambiada. Cuando esta hipótesis es sostenida en un rango de valores de estrés, decimos que tenemos aceleración

simple, sólo una transformación de la escala de tiempo. Por lo tanto, si sabemos la distribución de vida para un alto estrés de laboratorio y sabemos la transformación de escala de tiempo correspondiente a un menor estrés, podemos calcular la distribución de vida y la tasa de falla a menor estrés.

La investigación en el desarrollo de modelos de prueba acelerada es una actividad multidisciplinaria. Los estadísticos tienen un papel importante en los equipos de científicos que desarrollan y utilizan modelos de prueba acelerada. El equipo de ingenieros y científicos son responsables de:

- Identificar y enumerar los modos de falla posibles y, para los nuevos productos, predecir todos los modos de falla posibles.
  - Comprender los mecanismos físicos/químicos de falla de un producto e identificar las variables de aceleración que se puedan utilizarse para acelerar el mecanismo de falla.
  - Sugerir las relaciones física/química matemática entre los mecanismos de falla y la variable (s) de aceleración.
- Cuando una relación no está disponible, puede ser capaces de proporcionar orientación práctica estándar o experiencia previa con productos y materiales similares.

### Referencias

- Escobar, L. and Meeker, W. (2006). *A Review of Accelerated Test Models*. Statistical Science Vol. 21, No. 4, 552–577, Institute of Mathematical Statistics.
- Jensen, F. (1995). *Electronic Component Reliability: Fundamentals, Modelling, Evaluation and Assurance*. Wiley, New York.
- Klinger, D. J., Nakada, Y. and Menendez, M. A., eds. (1990). *AT&T Reliability Manual*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Meeker, W. Q. and Escobar, L. A. (1998). *Statistical Methods for Reliability Data*. Wiley, New York.
- Nelson, W. (1990). *Accelerated Testing: Statistical Models, Test Plans and Data Analyses*. Wiley, New York.
- Smith, J. S. (1996). *Physics of failure*. In *Handbook of Reliability Engineering and Management*, 2nd ed. (W. G. Ireson, C. F. Coombs and R. Y. Moss, Eds.) Chapter 14. Mc-Graw Hill, New York.
- Tobias, P. A. and Trindade, D. C. (1995). *Applied Reliability*, 2nd ed. Van Nostrand Reinhold, New York.

# Aplicación con Arduino para control de generadores de corriente directa

M.C. Manuel Jesús Reyes Méndez, Ángel Casas Ordaz, Raúl Jiménez Medina, José Fernando Martell Gallegos  
César Alejandro de la Rosa Hernández  
ITCJ

**Resumen**—En este artículo se presenta una aplicación desarrollada en Arduino para controlar el voltaje generado por un generador de corriente directa. El objetivo es comprobar que un motor de corriente directa al momento de aplicarle carga, el voltaje tiende a caer, por lo que se busca auto regular el voltaje mediante un control dentro de un sistema de lazo cerrado que aumente o disminuya la velocidad de giro del motor.

**Palabras clave**—Arduino, generador de corriente directa, regulación automatizada

## Introducción

El control automático ha desempeñado un papel importante en el avance de la ingeniería y la ciencia. Hoy en día, el control del motor de corriente continua es una práctica común e importante en la industria. El propósito principal del controlador de velocidad del motor es mantener la rotación del motor a la velocidad preestablecida y realimentarla información del sistema.

Un motor eléctrico es una máquina que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, ya que pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras o en automóviles híbridos realizan a menudo ambas tareas, si se diseñan adecuadamente.

Generador eléctrico es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos, terminales o bornes. Es una máquina destinada a transformar la energía mecánica en eléctrica. Esta transformación se consigue por la acción de un campo magnético sobre los conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura. Si mecánicamente se produce un movimiento relativo entre los conductores y el campo, se generará una fuerza electromotriz.

Los generadores eléctricos están basados en la ley de Faraday, de acuerdo a los experimentos que Michael Faraday realizó en 1831. Dicha ley establece que el voltaje inducido en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito. No sólo es posible obtener una corriente eléctrica a partir de energía mecánica de rotación sino que es posible hacerlo con cualquier otro tipo de energía como punto de partida. Los generadores se clasifican en dos tipos fundamentales:

- Primarios: Convierten en energía eléctrica la energía de otra naturaleza que reciben o de la que disponen inicialmente, como alternadores, dinamos, etc.
- Secundarios: Entregan una parte de la energía eléctrica que han recibido previamente, es decir, en primer lugar reciben energía de una corriente eléctrica y la almacenan en forma de alguna clase de energía. Posteriormente, transforman nuevamente la energía almacenada en energía eléctrica. Un ejemplo son las pilas o baterías recargables.

La modulación por ancho de pulsos de una señal o fuente de energía, es una técnica que modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga. Uno de sus usos es en los motores eléctricos de inducción o asíncronos para regular la velocidad de giro. Mantiene el par motor constante y no supone un desaprovechamiento de la energía eléctrica. Se utiliza tanto en corriente continua como en alterna, como su nombre lo indica, al controlar existe un momento alto (encendido o alimentado) y un momento bajo (apagado o desconectado), controlado normalmente por relés (baja frecuencia) o MOSFET o tiristores (alta frecuencia). Otra forma de regular el giro del motor es variando el tiempo entre pulsos de duración constante, lo que se llama modulación por frecuencia de pulsos.

Un micro-controlador Arduino es una computadora pequeña con un circuito integrado que contiene un procesador, una memoria, y periféricos de entrada / salida programables. De forma más simple, un Arduino es una pequeña computadora que se puede programar para procesar las entradas y salidas que van hacia y desde el chip. El Arduino es lo que se conoce como una plataforma de computación física, lo cual significa que es un sistema interactivo que a través de la utilización de hardware y software, pueden interactuar con el medio ambiente.

### Descripción del Método

Uno de los primeros e importantes desarrollos sobre el motor de corriente continua fue el sistema de control basado en un reóstato con el que se controlaba la velocidad de giro del motor. Este sistema estuvo vigente hasta mitad del siglo XX aproximadamente cuando se desarrolló controladores basados en tiristores que eran ya capaces de convertir corriente alterna en corriente continua rectificadas directamente.

Los primeros motores sin escobillas o también llamados motores brushless de fueron introducidos como una máquina de corriente directa con conmutación de estado sólido, destacando como característica principal el carecer de un conmutador físico como eran previamente las escobillas. El problema inicial con estos nuevos motores se debió a que no admitían tanta potencia como los tradicionales motores de corriente continua a pesar de la gran confiabilidad que ofrecían los motores brushless de corriente directa. Esto cambió en los años ochenta cuando los materiales para imanes permanentes se hicieron totalmente disponibles y comerciales. La combinación de estos imanes junto con transistores de alta potencia permitió a los motores brushless adelantarse a los motores de corriente directa tradicionales al poder admitir mayores potencias.

#### Objetivo

Los principales objetivos de este trabajo son:

- Comprobar que en un motor de corriente directa, al momento de aplicarle carga, tiende a existir una caída de voltaje.
- Buscar auto regular el voltaje producido, mediante un control en un sistema de lazo cerrado que nos aumente o disminuya la velocidad de giro del motor (que compensa la caída de tensión diferencial al momento de quitar o poner cargas).

#### Material y equipo utilizado

Para efecto de desarrollo del proyecto, se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

- 4 leds
- 1 dip switch
- Arduino
- Fuente CD
- Transistor de potencia
- 3 capacitores cerámicos  $10\mu\text{F}$
- 2 motores (el segundo se usa como generador)
- Alambres
- Protoboard
- Multímetro
- 4 Resistencia  $330\Omega$
- 2 Resistencias  $10\text{K}\Omega$

#### Circuito propuesto

En la Figura 1 podemos apreciar como es el circuito en donde se pueden apreciar las conexiones electrónicas que harán funcionar el sistema.

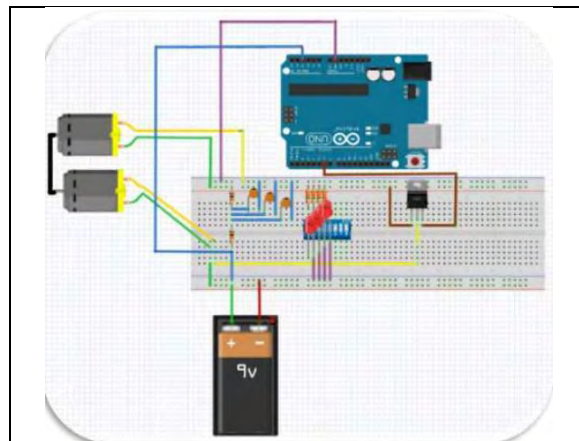


Figura 1. Circuito propuesto

### Funcionamiento

1. Al inicio del programa se declaran las variables tal se muestra en la Figura 2. En este caso usamos los siguientes comandos; los cuales guardaran los datos que entran y salen del Arduino:

- float analogPin = 3; // Pin de entrada analógica
- int digitalPin = 6; // Pin de salida pwm.

Después otras variables pero que inician en un valor.

- float val = 400; // variable que leerá el voltaje
- float pwm = 190; // valor que arrojará

```
float analogPin = 3; // Pin de entrada analógica
int digitalPin = 6; // Pin de salida pwm
int ledPWM = 9;
float val = 400; // variable que leerá el voltaje
float pwm = 190; // valor que arrojará
long pwm1 = 0;
```

Figura 2 Declaración de variables que guardan datos en Arduino

2. Luego sigue el void setup() el cual se muestra en la Figura 3. Aquí solo se declara que nuestra variable “digitalPin = 6” será una salida. Y que queremos ver los valores por el monitor serial:

```
void setup()
{
  pinMode(digitalPin, OUTPUT);
  pinMode(ledPWM, OUTPUT);
  Serial.begin(9600); // setup serial
}
```

Figura 3 Declaración del Pin 6 como salida

3. Lo importante en el funcionamiento principal ocurre en el “ void loop () ” tal se puede apreciar en la siguiente Figura 4. Primero designamos a nuestra variable “val” que el valor que tomara será el que le entre por la entrada “analogPin ” Y que después la imprima. Se hace una regla de tres para que el valor que me entregue sea en volts y no en binario.

```
void loop()
{
  val = analogRead(analogPin); // Lee la entrada del A3
  Serial.println((val*5)/1023);
  delay(100);
}
```

Figura 4 Funcionamiento principal

4. La función para auto regular voltaje es (ver la Figura 5):

Como ya tenemos el valor de “val” que es la variable que guarda los valores que le entra a la entrada analógica del Arduino, ese es el voltaje de referencia el cual agarramos del divisor de voltaje. Entonces lo que hacemos es una comparación con “if”, pusimos un valor específico al que queremos que siempre lo mantenga el Arduino. Que es 512, porque ese 512 es igual a 2.5 volts del divisor de voltaje, lo cual nos indica que hay 5 volts en las cargas y es a lo que queremos mantenerlo. Ya lo demás es fácil si el 512 sube entra en el “if(val>513){ pwm=pwm -0.5; analogWrite(digitalPin, pwm); ” y con la acción de “pwm = pwm -0.5 ” lo que hacemos es que si el valor es

mayor, entonces va a bajar el pwm de .5 en .5 hasta que el valor sea 512, pero si es menor entra en el “if(val<511){pwm = pwm + 0.5; analogWrite(digitalPin, pwm);” y este lo que hace es que con la acción “pwm=pwm+.5” lo que hace es incrementar el pwm hasta que el valor sea 512.

Estamos haciendo que el pwm suba o baje porque el pwm es el que controla la entrada de voltaje al motor, si el pwm es alto significa que deja entrar más voltaje al motor, y si el pwm es bajo deja entrar menos voltaje para que nueva al generador a la misma velocidad y siempre nos esté entregando un voltaje de 4.78V.

```
pwm1= map(pwm, 200, 270, 0, 150);  
if(val<511){  
  pwm = pwm + 0.5;  
  analogWrite(digitalPin, pwm);  
  analogWrite(ledPWM, pwm1);  
}  
if(val>513){  
  pwm=pwm - 0.5;  
  analogWrite(digitalPin, pwm);  
  analogWrite(ledPWM, pwm1);  
}  
if(val==512){  
  analogWrite(digitalPin, pwm);  
  analogWrite(ledPWM, pwm1);  
}  
}
```

Figura 5 Regulador automático de voltaje

5. Todos estos valores se registraron en el Arduino y con ayuda de un programa llamado “processing” se graficó para tener una mejor visualización de lo que pasaba. Un programa parecido a Arduino también de código abierto pero basado en Java y es el medio ambiente para poder programar imágenes, animaciones y sonido. El puente de comunicación entre “processing” y “Arduino” es el puerto serial, donde hay recibe datos como la medición de voltaje de la entrada análoga y también la salida “pwm” que recibe el motor. La figura 6 muestra el inicio del código en “processing” donde se agrega la librería “import processing.serial.\*;” para abrir el puerto de comunicación y agrega unas variables de control.

El siguiente bloque del código (ver figura 7) es donde se abre una ventana con las dimensiones que uno desea para nuestra aplicación que es mostrar una gráfica de voltaje contra tiempo. Luego con otra función “println(serial.list());” se muestran los puertos disponibles en todo el sistema para reconocer por donde se comunicara el “Arduino”.

```
import processing.serial.*;  
  
Serial myPort;      // Nombre de nuestro puerto serial  
int xPos = 1;      // posición horizontal  
  
int lastxPos=1;  
int lastheight=0;
```

Figura 6 Inicio de “processing”

```
void setup () {  
  // tamaño de la ventana  
  size(600, 400);  
  
  // puertos serial disponibles en el sistema  
  println(serial.list());  
  
  myPort = new Serial(this, serial.list()[1], 9600); //  
  
  myPort.bufferUntil('\n');  
  background(0); // color de fondo de la pantalla  
}
```

Figura 7 “void setup”

6. En el siguiente bloque del código el “void draw” empieza a dibujar la gráfica en nuestra ventana con los valores obtenidos a través del puerto serial (ver figura 8). En grandes rasgos lo que hace el “bucle” del programa en sí, es estar checando los valores cada cierto tiempo (cada 100 ms) y empezarlos a graficar conforme al tiempo que va pasando. Al llenarse la ventana se vuelve a actualizar los datos y vuelve a realizar la gráfica, en si no se va a saturar ni trabar, mientras corras el programa.

```
void draw () {  
}  
  
void serialEvent (Serial myPort) {  
  
String inString = myPort.readStringUntil('\n');  
if (inString != null) {  
inString = trim(inString);  
float inByte = float(inString);  
inByte = map(inByte, 0, 4, 0, height);  
  
stroke(255,41,0);  
line(0,150,xPos,150);  
  
stroke(0,255,255);  
strokeWeight(2);  
line(lastXPos, lastHeight, xPos, height - inByte);  
  
lastXPos= xPos;  
lastHeight= int(height-inByte);  
  
// actualiza la pantalla al estar llena  
if (xPos >= width) {  
xPos = 0;  
lastXPos= 0;  
background(0);  
}  
else {  
// incrementa la posición horizontal  
xPos++;  
}  
}  
}
```

Figura 8 (void draw)

### Circuito final

Las siguientes figuras muestran el resultado del circuito final

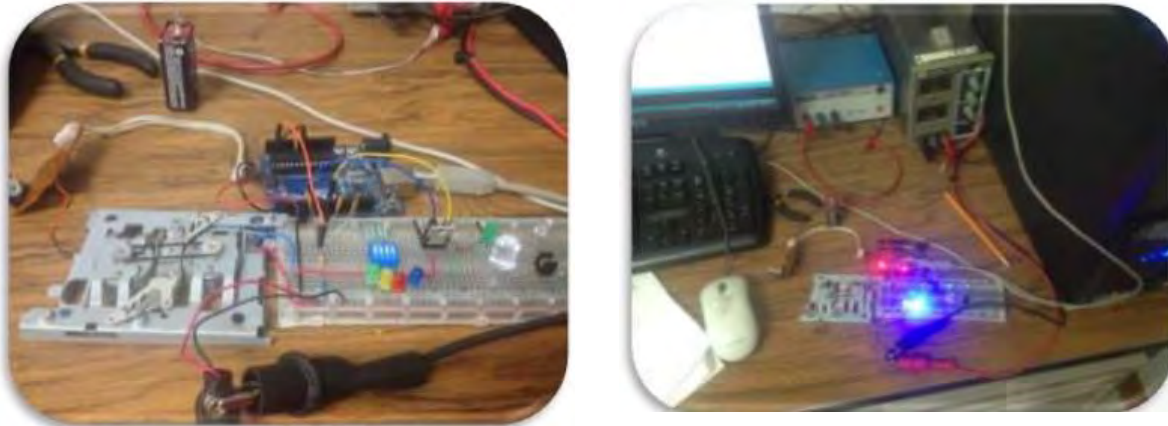


Figura 9 Circuito final

### Comentarios Finales

En este trabajo se demostró prácticamente el principio de un generador de corriente directa, enfocado a la salida de voltaje generado y se realizó una aplicación en Arduino para poder hacer una regulación automatizada de un generador de corriente directa para que se mantuviera en un voltaje fijo con cualquier carga que se le diera al generador. Se obtuvo un circuito capaz de autoajustar el voltaje por medio del Arduino sin importar que tipo de carga se le pusiera al generador, y finalmente monitorear el voltaje de salida.



### Comentarios

Se puede sintetizar el procedimiento de la siguiente manera: se arma tal circuito tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Puesto que el Arduino aguanta un voltaje de 5V, se usa un divisor de voltaje para proteger al Arduino de que le llegue un voltaje mayor y lo pueda dañar.
- El uso de los capacitores colocados en el generador sirven para corregir y que se vea mejor la gráfica producida en el proceso de regulación de voltaje. Esto es debido al ruido que afecta al sistema.
- El transistor regula el voltaje de entrada del motor con una entrada a la base conocidos como PWM, mediante estos valores el Arduino trabaja con ellos para controlar la velocidad del motor y que este mueva al generador con la misma intensidad y se restablezca el mismo voltaje producido originalmente
- La fuente que alimenta al motor es de 10V, con esto el generador produce un voltaje de 4.78V.
- El restablecimiento del voltaje se muestra en el programa Processing, el cual nos muestra una gráfica que se mueve cada vez que se aplica o se quita una carga y como vuelve a su estado original casi de forma inmediata.

En un principio se desconocía como hacer el control de voltaje por medio de la salida PWM. Se intentó por muchos caminos hasta que se encontró como resultado la utilización de un transistor de potencia MJE3055T, auxiliando al proyecto.

Una dificultad también encontrada, fue el manejo de la interpretación visual del comportamiento de la velocidad en Arduino, presentando mucho ruido externo el sistema, se optó por corregir esas señales mediante tres capacitores cerámicos de diez microfaradios, y de esta forma obtener una señal de salida del sistema más fina que ayudo a que la percepción visual fuera más amigable

### Conclusión

Este proyecto se elaboró dentro de un régimen de lazo cerrado en donde nuestro sistema sensorial fue el PWM y nuestro sistema genérico fueron los motores acoplados mecánicamente y que finalmente, nos dieron como resultado un generador alimentado por un motor el cual se le aplicaron diferentes cargas. Se elaboró un sistema didáctico que se apoyó en el microcontrolador Arduino, encargado del control de órdenes para residir y dar pulsos interpretados en diferentes formas (gráficas, números, LEDs).

### Referencias

Chapman, Stephen *Maquinas eléctricas* 3era edición, Editorial Mc Graw Hill.  
Infrared Emitter Datasheet <http://www.sparkfun.com/datasheets/Components/L TE-302.pdf> [2] Infrared Detector Datasheet <http://www.vishay.com/docs/81926/tsop4038.pdf> TR-301.pdf [3] Stepper Motor Datasheet <http://www.sparkfun.com/datasheets/Robotics/SM-42BYG011-25.pdf> [4] Atmega 128 Datasheet <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/atmel/2467S.pdf> [5] DC Motor Guide <http://lancet.mit.edu/motors/motors3.html#tscurve> [6] Differential Drive Robot Movement Tutorial <http://rossum.sourceforge.net/papers/DiffSteer/DiffSteer.html>  
[www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)  
[www.monografias.com](http://www.monografias.com)

# ANÁLISIS DE SÍNDROME DE “DESGASTE OCUPACIONAL” (BURNOUT) AL EQUIPO DE INGENIERÍA EN UNA EMPRESA LOCAL DEL RAMO AUTOMOTRIZ

Ing. José Trinidad Reyes Portillo M.I.<sup>1</sup>, Dra. Rosa María Reyes Martínez<sup>2</sup>,  
Dr. Jorge De La Riva Rodríguez<sup>3</sup> y Dr. Arturo Woocay Prieto<sup>4</sup>

**Resumen**— Este proyecto fue realizado en Ciudad Juárez, Chihuahua, al Equipo de Ingeniería de una empresa dedicada al diseño, desarrollo y seguimiento de productos automotrices, con el propósito de determinar si el equipo padece el Síndrome del Desgaste Ocupacional (Burnout). Este equipo se compone de Ingenieros de Producto, Ingenieros de Manufactura, Ingenieros de Validación e Ingenieros de Estimación de Costos.

El método de medición utilizado fue el MBI-GS (General Survey) publicado en el año de 1996 por Schaufeli et al., por tratarse de un instrumento genérico para medir el burnout en todo tipo de trabajos, independientemente de las tareas que en él se realicen.

**Palabras clave**—Burnout, Eficiencia, Cinismo, Agotamiento.

## Introducción

Según García (2012), El síndrome de Burnout o síndrome de Desgaste Ocupacional es la expresión patológica del individuo que se quema por el trabajo o que sufre un desgaste psicológico importante por el desempeño del mismo. Así pues, lo podemos considerar como un grado extremo de estrés laboral o, mejor dicho, como un fallo en los mecanismos adaptativos a este estrés. La sensación de estrés es subjetiva y parece depender de la capacidad de resistencia que tenga cada persona pero, en todo caso, parece claro que el estrés es un factor predisponente del burnout, pero no la causa. Se podría hablar de burnout como la respuesta al estrés laboral crónico que se caracteriza por sufrir agotamiento emocional, que se producirá en unas personas y en otras no, a pesar de soportar el mismo estrés laboral, en función de factores como la personalidad, la educación, el nivel cultural, la capacidad de responder a demandas emocionales, etc. En el estudio de Cebrià et al (2001), hay datos que sugieren que algunos rasgos de la personalidad tales como afabilidad, estabilidad, atrevimiento y optimismo, serían protectores frente al estrés crónico.

## Marco Teórico

El síndrome de Burnout fue descrito por primera vez en 1969 por H.B. Bradley, como metáfora de un fenómeno psicosocial presente en oficiales de policía de libertad condicional, utilizando el término “staff burnout”. Más tarde, en 1974, el psicólogo estadounidense Hebert Freudenberger observó una serie de manifestaciones de agotamiento en los psicoterapeutas de una clínica de toxicómanos de Nueva York y utilizó este término para explicar el proceso de deterioro en los cuidados profesionales a sus usuarios.

Maslach y Jackson (1986) hicieron los primeros estudios de caracterización del síndrome, integrado por actitudes y sentimientos negativos hacia las personas con las que se trabaja (despersonalización), hacia el propio rol profesional (falta de realización personal en el trabajo) y una intensa vivencia de encontrarse emocionalmente agotado. Maslach lo define como un "síndrome de agotamiento emocional, despersonalización y reducida realización personal que puede ocurrir en el contexto laboral".

Bilbao (2002) manifiesta que el estrés laboral es actualmente el segundo problema de salud laboral, con gran repercusión económica en horas de trabajo y costes sanitarios. El estrés surge cuando el profesional ve defraudadas sus expectativas de modificar su situación laboral y de poner en práctica sus ideas respecto a cómo debe ser realizado el trabajo. Los niveles excesivos de estrés pueden tener consecuencias desfavorables, tanto para la organización como para el individuo. Es por esto que su estudio se ha considerado en muchos medios y especialmente desde el punto de vista de la Salud Laboral, importante para salvaguardar el bienestar físico y psíquico del trabajador. García (2012) señala que clínicamente, el “síndrome de burnout” supone el padecimiento de ansiedad, agotamiento físico y emocional, incapacidad para centrarse en el trabajo diario y sentimientos de frustración e incompetencia. En el caso

<sup>1</sup> Ing. José Trinidad Reyes Portillo, profesor de la DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN (DEPI) Instituto Tecnológico de Cd. Juárez. [jtreyes@itcj.edu.mx](mailto:jtreyes@itcj.edu.mx)

<sup>2</sup> Dra. Rosa María Reyes Martínez, Profesor investigador de la DEPI, Instituto tecnológico de Cd. Juárez. [rosyreyes2001@yahoo.com](mailto:rosyreyes2001@yahoo.com)

<sup>3</sup> Dr. Jorge De La Riva Rodríguez, Profesor investigador de la DEPI, Instituto tecnológico de Cd. Juárez. [jriva@itcj.edu.mx](mailto:jriva@itcj.edu.mx)

<sup>4</sup> Dr. Arturo Woocay Prieto, Profesor investigador de la DEPI, Instituto tecnológico de Cd. Juárez. [awoocay@itcj.edu.mx](mailto:awoocay@itcj.edu.mx)

concreto de los profesionales de la Salud Pública se da la paradoja de que sean ellos mismos los que tienen que reconocer el problema y denunciarlo ante el abandono administrativo que no aplica mecanismos de prevención. En el reconocimiento del problema por las Administraciones Sanitarias y su intento de suprimirlo, junto con las características personales y profesionales de los trabajadores es donde se encuentran las claves que permitirían eliminar o, al menos, paliar el síndrome de burnout. Hasta hace apenas unos meses, cuando el Tribunal Supremo dictaba una sentencia a favor de un trabajador en la que se reconocía su situación como un accidente laboral, pocos conocían más allá de la típica expresión entre amigos para dar la idea de “estar harto de algo” o “estar quemado”, que solo supone un agotamiento físico y psicológico debido al trabajo excesivo y no a un agotamiento emocional.

El burnout es una patología derivada del estrés y que nunca aparece de forma instantánea sino que responde a un proceso continuo. Es un estrés crónico experimentado en el contexto laboral. Se suele generar, sobre todo, en “gente que trabaja con gente”, como puede ser personal sanitario, docentes, asistentes sociales y otros colectivos con un alto compromiso laboral y que ven defraudadas sus expectativas terminando en un agotamiento de la respuesta emocional. También puede desencadenarse en ambientes laborales en los que el trabajador se ve sometido a una situación de maltrato, de aislamiento o menosprecio. Es lo que conocemos como bullying/mobbing o acoso moral que puede originar, aparte de signos físicos ya tipificados, una profunda depresión.

Un cuadro con el que se debe establecer diagnóstico diferencial, es el denominado Síndrome de Fatiga Crónica (SFC) el cual también guarda relación con unas demandas inadecuadas del trabajo y, por tanto, con el burnout. Se calcula que lo padece el uno por ciento de la población y se caracteriza por un cansancio persistente padecido durante más de seis meses, diferenciado del insomnio y de la falta de motivación y que no se puede atribuir a ninguna enfermedad física o psiquiátrica. Dicho cansancio no cede con el descanso y ocasiona una reducción del nivel de actividad de la persona afectada. Asimismo, el paciente presenta, al menos, cuatro de los siguientes síntomas: trastornos de concentración o de memoria a corto plazo, faringitis, dolores cervicales, reumatismo muscular, dolor multiarticular sin artritis, dolor de cabeza, sueño no reparador y malestar post esfuerzo de más de 24 horas de duración.

Gehmeyr dice que la ironía del burnout es que le sucede a la misma persona que previamente era un profesional con mucho entusiasmo, ideas y despliegue de energía. Es el caso de quien abraza expectativas muy altas respecto a la consecución de ciertos objetivos. Transcurre el tiempo sin los resultados esperados y en vez de que el sujeto revise sus objetivos y revalore la realidad, se frustra al insistir en logros que escapan a las posibilidades reales.

En su forma más común, se considera que el burnout abarca tres dimensiones fundamentalmente:

1. El agotamiento emocional. Es debido a una reducción de los propios recursos emocionales y al sentimiento de que no tenemos nada que ofrecer a los demás, acompañados de manifestaciones somáticas y psicológicas, como el abatimiento, la ansiedad y la irritabilidad.
2. La despersonalización (Cinismo) Se refiere al desarrollo de actitudes negativas y de insensibilidad hacia los usuarios o receptores de servicios, así como también hacia los colegas. Esto conduce a la idea de que “los demás” son la verdadera fuente de los problemas. Se asocia con una actitud tanto cínica e impersonal, con el aislamiento, con el etiquetamiento despectivo para calificar a los otros y con intentos de culpabilizarlos de la frustración y el fracaso propio en el cumplimiento de los compromisos laborales.
3. La falta de realización personal (Eficiencia Laboral) Es la percepción de que las posibilidades de logro en el trabajo han desaparecido, junto con vivencias de fracaso y sentimientos de baja autoestima. Generalmente, afecta al rendimiento laboral sobre la base de una autoevaluación negativa, a veces encubierta con una actitud de “omnipotencia” que hace redoblar los esfuerzos aparentando interés y dedicación aún mayores, que, a la larga, profundizan el burnout.

A estas tres dimensiones se añadiría un conjunto de síntomas físicos de estrés, como cansancio y malestar general. Los autores con inclinación más somática han querido ver en ciertas pruebas de imagen anomalías orgánicas cerebrales tales como volumen disminuido de hipocampo y córtex cerebral en afectos de estrés laboral crónico. Parece ser también que el estrés provoca una depleción encefálica de noradrenalina, dopamina y serotonina.

### Medición del Burnout

En la década de los 80, aparecieron medidas del burnout que se hicieron luego ampliamente conocidas y usadas, como el “Burnout Measure” y el “Maslach Burnout Inventory” (MBI). Estas escalas se basan en la evaluación de la disminución o pérdida de los recursos emocionales. Desde entonces, el burnout ha sido conceptualizado como un estrés organizacional crónico y cotidiano que aparece con frecuencia en trabajadores de servicios asistenciales: médicos, enfermeras, profesores, terapeutas, psicólogos, policías, entre otros.

Bresó (2007) cita a Aronson, Leiter, Schaufeli o Pines, donde apelan a la idea que esta sintomatología también puede afectar a personas que no trabajan en el sector asistencial, por lo cual se han diseñado diferentes instrumentos para la medida del burnout teniendo en cuenta el tipo de trabajo que se desempeña. Por lo que, se ha llegado a construir un instrumento de medida genérico que es útil para medir burnout en todo tipo de trabajos independientemente de las tareas que en él se realicen. Este es el llamado MBI-GS (General Survey) publicado por Schaufeli, Leiter, Maslach y Jackson (1996), siendo un instrumento, en donde se propone en su nota técnica como medida del burnout en las organizaciones por su carácter general y aplicable a todas las ocupaciones y trabajos. Por otra parte existe una versión española y adaptada de este instrumento ya fue publicada en la Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones.

El instrumento consiste en un cuestionario de 15 preguntas como se muestra en la figura 1. Cada pregunta debe ser contestada por los trabajadores haciendo uso de una escala de frecuencia de tipo Likert que va de cero "0" (nunca) a "6" (siempre). Altas puntuaciones en las dimensiones agotamiento y altas puntuaciones en la dimensión de cinismo unidas a bajas puntuaciones en la dimensión eficacia profesional serán indicadoras de burnout.

	1 - 6
1 Estoy emocionalmente agotado por mi trabajo (A)	
2 Estoy "consumido" al final de un día de trabajo (A)	
3 Estoy cansado cuando me levanto por la mañana y tengo que afrontar otro día en mi puesto de trabajo (A)	
4 Trabajar todo el día es una tensión para mí (A)	
5 Puedo resolver de manera eficaz los problemas que surgen en mi trabajo (E)	
6 Estoy "quemado" por el trabajo (A)	
7 Contribuyo efectivamente a lo que hace mi organización (E)	
8 He perdido interés por mi trabajo desde que empecé en este puesto (C)	
9 He perdido entusiasmo por mi trabajo (C)	
10 En mi opinión soy bueno en mi puesto (E)	
11 Me estimula conseguir objetivos en mi trabajo (E)	
12 He conseguido muchas cosas valiosas en este puesto (E)	
13 Me he vuelto más crítico respecto a la utilidad de mi trabajo (C)	
14 Dudo de la trascendencia y valor de mi trabajo (C)	
15 En mi trabajo, tengo la seguridad de que soy eficaz en la finalización de las cosas (E)	

Figura 1. Cuestionario para evaluación del Síndrome del Desgaste Ocupacional

Para obtener las puntuaciones de cada escala (Agotamiento, Cinismo y Eficacia Profesional) hay que sumar las puntuaciones obtenidas en cada uno de los ítems que pertenecen a cada escala y dividir el resultado por el número de ítems de la escala. Por ejemplo, para obtener la puntuación en la escala de "Agotamiento" hay que sumar cada una de las puntuaciones directas obtenidas en cada ítem de Agotamiento (A) y entonces dividir el total por 5 que es el número de ítems que forma la escala de Agotamiento. Hay que repetir esta operación para cada una de las escalas y para cada uno de los sujetos a los que se ha administrado el instrumento de medida como se muestra en la figura 2.

Agotamiento	A/5
Cinismo	C/4
Eficiencia profesional	E/6

Figura 2. Cálculo de las puntuaciones de cada escala

### Metodología

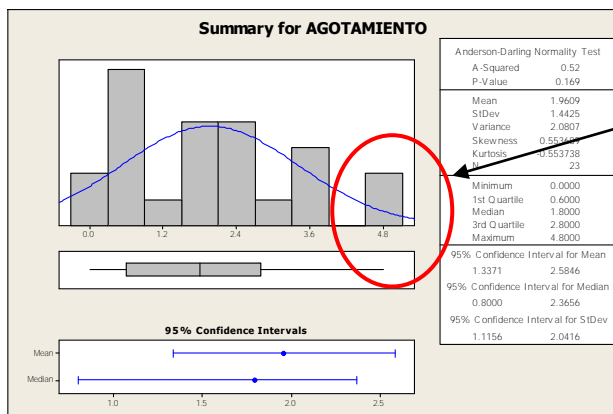
Se seleccionaron un total de 24 empleados de una empresa del ramo automotriz de las áreas administrativas, entre los puestos encuestados se encuentran, ingeniería de producto, supervisor de ingeniería, comprador, ingeniero de manufactura, ingeniero de diseño, supervisor, especialista aduanal, analista NAFTA, entre otros. Se aplico a cada uno de los encuestados la serie de 15 preguntas cuyos resultados se encuentran en la tabla de resumen de la figura No. 3.

IND.	Agotamiento	Cinismo	Eficiencia
1	0.6	0	4.8
2	3.6	3.3	3.5
3	2.8	1.5	4.3
4	2.5	0.5	5
5	1.8	3.3	3.5
6	0.4	0	5.7
7	0	0	4.5
8	1.8	0	5.3
9	0.6	0	5.7
10	4.8	4.3	4
11	2	0.8	4.3
12	2.2	2	5.3
12	1.8	2.3	5.3
13	0.8	0	5.8
14	0.6	0.3	5.3
15	3.8	1.5	5
16	1.2	0.8	5.2
17	4.8	1	6
18	2.2	2.8	4.5
19	3.8	2.8	5.2
20	0.8	0.5	5
21	2.2	2.3	5.2
22	0	0	5

En la figura No. 3 podemos observar los datos de resumen para cada una de las categorías de burnout. Se realizó un análisis estadístico de los datos que consistieron en: un análisis de comportamiento, análisis percentil, normalidad, pruebas de hipótesis comparativas con respecto a fronteras de comportamiento así como análisis de tendencias, los cuales se muestran a continuación.

Figura No. 3 Resumen de resultados

**Análisis de Resultados.**



Possible problem of exhaustion.

El agotamiento según la metodología aplicada tiene una frontera máxima de 6, de acuerdo a este comportamiento el 75 % de los encuestados no sobrepasa el índice de 2.8, sin embargo, se puede observar un valor máximo medido de 4.8, lo que indica que existe agotamiento en un porcentaje de la población encuestada.

Figura 4. Análisis de comportamiento síndrome de agotamiento.

One-Sample T: AGOTAMIENTO					
Test of mu = 2 vs > 2					
					95%
					Lower
Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	Bound
AGOTAMIENTO	23	1.96087	1.44245	0.30077	1.44440

En la figura 5 se muestra que con una significancia del 0.05, el agotamiento en el departamento de de ingenieros de cierta empresa de Cd. Juárez, no es mayor de 2.0, de hecho la frontera baja es de 1.444, esto quiere decir que con un 95% de confianza, las personas de dicha empresa tienen un agotamiento no mayor a 1.44, de 6 máximo.

Figura 5: Prueba de hipótesis vs 2.0 (Inferencia)

Los mismos estudios se hicieron tanto para cinismo como para eficiencia de desempeño incluyendo el análisis de tendencia, en este artículo solo se muestran los resultados más importantes de cada una de las áreas de interés:

Wilcoxon Signed Rank Test: CINISMO					
Test of median = 1.000 versus median > 1.000					
	N	for	Wilcoxon	Estimated	
	N	Test	Statistic	P	Median
CINISMO	23	22	153.5	0.195	1.250

Figura 6. Prueba de Wilcoxon Vs 1.0 Cinismo

En la figura 6 se muestra que con una significancia de 0.05, el cinismo en esta empresa no es mayor que 1, de 6 como máximo, podemos generalizar que no hay un problema de cinismo, sin embargo hay un punto que preocupa y habría que investigar mostrado en la figura 7

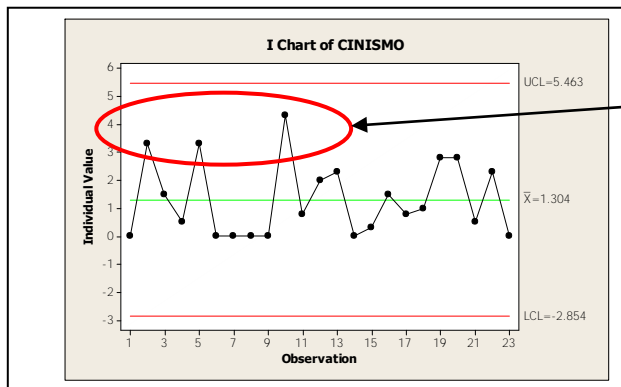


Figura 7, análisis individual de CINISMO

En la figura 7 se muestran casos individuales que son atractivos de investigar de manera puntual y específica

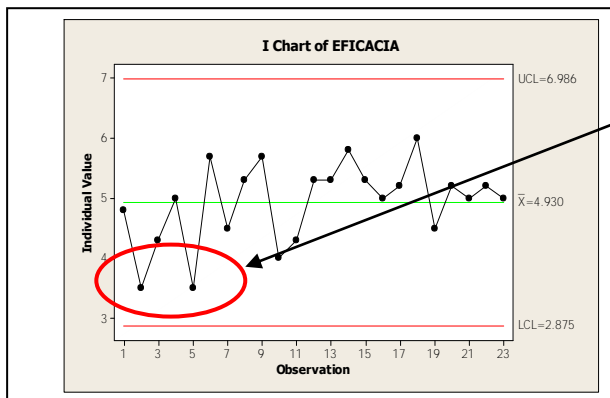


Figura 8, análisis de tendencias para Eficiencia.

La figura 8 muestra en particular un promedio alto de eficiencia de 4.93, de 6 máximos, sin embargo se muestra también dos casos interesantes que se encuentran alrededor de 3.5

Cabe mencionar que se hicieron pruebas de hipótesis marginales para cada una de áreas de encuesta, no encontrando evidencias suficientes para hablar de una empresa con altos índices de burnout dentro de sus empleados administrativos, sin embargo se evidenciaron casos aislados que se proponen como casos potenciales de burnout, donde el agotamiento, cinismo y baja eficiencia pueden provocar problemas de índole financiero, calidad y productividad en una empresa.

### Conclusiones.

Si bien podemos observar que en el conjunto esta empresa no sufre de *burnout*, ya que su intervalo de confianza para el promedio de *AGOTAMIENTO* es de 1.33 a 2.58 de 6 máximo, el índice de *CINISMO* en su intervalo de confianza es de 0.73 a 1.87 de 6 máximo y el índice de *EFICACIA PROFESIONAL* en su intervalo de confianza

para el promedio es de 4.63 a 5.22, sin embargo en los datos individuales vemos potencialmente puntos que son interesantes de analizar indicados en los gráficos anteriormente expuestos.

- a) Existe 4 casos de agotamiento alto, de 3.6 a 4.8
- b) Existen un caso de cinismo alto, de 4.3 que si coincide con un caso de agotamiento, otro caso de cinismo no tan alto es de 3.3 (2) y uno de ellos coincide con el caso de agotamiento de 3.6
- c) Dos casos de eficacia por debajo de 4 (3.5) uno de ellos coincide con cinismo alto y agotamiento bajo y el otro con cinismo y agotamiento bajo.
- d) Eficacia extremadamente alta (6) coincide con agotamiento alto (4.8) y cinismo bajo.

Los casos anteriormente expuestos no infieren por fuerza un evento desafortunado en la empresa encuestada, sin embargo sin dignos de tomarse en cuenta debido a que la combinación de dos, o los tres elementos en una persona puede desencadenar la ausencia por estrés, cometer errores por agotamiento, provocar chantajes producto del cinismo y el agotamiento, casos que pueden a la postre ser errores en la calidad del diseño de productos y procesos administrativos que atenten contra el uso y consumo de los mismos por el consumidor final.

Por supuesto, debemos rechazar, como nos describe Byars y Rue, la existencia de falsas creencias en torno al estrés laboral que obstaculizan su adecuado planteamiento. Dichas falsas creencias son:

- La situación de “quemado” es sólo una nueva excusa de los perezosos.
- Cuando las personas disfrutan realmente con su trabajo, pueden trabajar tanto y durante tanto tiempo como deseen y nunca se sentirán “quemadas”.
- Las personas saben cuándo están “quemadas” y, en este caso, lo único que necesitan es dejar el trabajo por unos días o semanas y después volver con nuevos bríos.
- Las personas fuertes física y psicológicamente no suelen padecer esta situación.

### Referencias Bibliográficas

- S.E. Pediatría (2003). *El Estrés del Pediatra*. Recuperado 25 de Mayo de 2012 de [www.murciapediatrica.com/](http://www.murciapediatrica.com/)
- Cebria J, Segura J, Corbella S, Sos P. (2001). *Rasgos de personalidad y burnout en médicos de familia*. *Aten Primaria* 27(7): pp. 459-468.
- Bradley, H.B. (1969). *Community-based treatment for young adult offenders*. *Crime and Delinquency* 15 (3): pp. 359-370
- Freudenberger HJ. Staff (1974) *Burn-out*. *Journal of Social Issues*; 30: pp. 159-165.
- Maslach C, Jackson SE. (1986) *Maslach burnout Inventory Manual* (2ªed.). Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press Inc.
- Gehmeyr, Andreas. *Burnout*. Universidad de Passau. Recuperado 25 Mayo de 2012 de <http://www.fmi.unipassu.de/worterklaerungen/burnout.html>
- Bresó Esteve E., Salanova M., Schaufeli W. (2007) NTP 732: *Síndrome de estar quemado por el trabajo "Burnout" (III): Instrumento de medición*. Número: 732

# FACTORES DE ANSIEDAD Y DEPRESIÓN EN ALUMNOS DE NUEVO INGRESO AL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD JUÁREZ CAMPUS II

Mtro. Alejandro Rico López

**Resumen:** El objetivo de esta investigación fue analizar los factores que provocan ansiedad y depresión severa, en alumnos de nuevo ingreso al instituto tecnológico de ciudad Juárez campus II, durante el semestre agosto-diciembre 2014. El alcance de esta investigación es explicativo ya que permita comprender este fenómeno socio-cultural y diseñar a futuro, estrategias de prevención e intervención psicológica para estos casos. El método de investigación fue el estudio de casos. Los resultados arrojaron que los alumnos no han desarrollado estrategias adaptativas a las problemáticas particulares de sus vidas, la mayoría de estos conflictos asociados a problemas biográficos de los alumnos, por lo que presentan desesperanza aprendida, indefensión e infelicidad.

**Palabras clave—**Ansiedad, depresión, instituto tecnológico de ciudad Juárez, nuevo ingreso.

## Introducción

En un ambiente socio-cultural de violencia y crisis económica en Ciudad Juárez, los alumnos de nuevo ingreso al ITCJ campus II, presentan problemas de ansiedad y depresión, por lo que es necesario conocer los factores concretos que provocan ansiedad y depresión. Es también de gran importancia desarrollar métodos psicoterapéuticos efectivos que les permitan a los alumnos superar los estados de ansiedad y depresión, independientemente de los problemas contextuales, familiares y biográficos que sufren a diario los alumnos.

## Descripción del Método

En el presente estudio, se utilizó el método de estudios de casos, entrevista y la aplicación de dos pruebas psicológicas estandarizadas, las cuales fueron el inventario de ansiedad de Beck y el inventario de depresión de Beck. La primera fase de la investigación consistió en aplicarles a todos los alumnos de nuevo ingreso (160 alumnos), los dos inventarios para identificar a los alumnos con puntuaciones altas y canalizarlos al servicio de psicología del ITCJ campus II el total de alumnos detectados fue de veinte lo que representó el 12.5 %. Del total de los alumnos de nuevo ingreso.

De los veinte jóvenes canalizados a servicio de psicología solo 12 atendieron la indicación de su tutor. En una segunda fase de la investigación se entrevistó bajo condiciones éticas y de confidencialidad, a cada uno de los doce alumnos por separado, de estas entrevistas se desecharon dos casos ya que no se encontró ningún indicador de ansiedad o depresión, con los otros diez alumnos (cinco hombres y cinco mujeres) se llevó a cabo un tratamiento psicoterapéutico, el cual permitió primeramente realizar un análisis de los factores que les causaban ansiedad o depresión y partiendo de este análisis llevar a cabo su tratamiento psicológico, cabe mencionar que este modelo de psicoterapia ya había sido utilizado en otra investigación sobre los constructos de la violencia en adolescentes de ciudad Juárez.

## Tratamiento psicológico.

El programa de tratamiento que se implementó en este estudio, consta de tres componentes: 1) Entrenamiento en inoculación del estrés, 2) Terapia cognitiva por imaginación y 3) fomentar la resiliencia.. Se trata de un programa de tratamiento sistémico, buscando que los pacientes logren darse cuenta que existen diferentes estrategias para afrontar su situación. El primer componente, entrenamiento en inoculación del estrés, tiene por objetivo lograr disminuir la activación fisiológica que presentan las víctimas, mejorando su calidad de sueño, su capacidad de concentración y disminuyendo sus niveles de irritabilidad y respuestas de alarma exagerada en los casos en que estos síntomas están presentes. Se aplica a través del entrenamiento en control de la respiración, debido a que es una técnica de fácil aplicación, que se entrena con rapidez (en una sola sesión) y que, debido a sus también rápidos resultados, aumentó la motivación de los participantes en el tratamiento. La inoculación del estrés es un



procedimiento cognitivo-conductual desarrollado por el psicólogo Donald Meichenbaum (1999), que implica la adquisición de destrezas de afrontamiento al estrés ambiental. La inoculación del estrés consiste en tres fases:

- Fase educativa: Información tanto general de la teoría como específica de su aplicación al problema actual, y en cada paso del procedimiento.
- Fase de ensayo: El consultante practica la actividad temida en un ambiente seguro.
- Fase de implementación: El consultante lleva a cabo el plan en el ambiente natural.

El segundo componente, terapia cognitiva y combate de los pensamientos deformados, tuvo como objetivo trabajar aquellos emociones secundarias que se derivaron de la evaluación que los pacientes hacen de su situación actual, al trabajar ideas de culpa, desesperanza y autoestima disminuida relacionada con pensamientos deformados mediante la imaginación. Se eliminó el miedo y la ansiedad que se derivó directamente de la experiencia que han vivido las víctimas. Así, además de tratar los síntomas postraumáticos (reexperimentación, evitación y aumento de la activación) con técnicas de desactivación y exposición, se trataron las ideas y sentimientos desarrollados tras la experiencia vivida (González, 1999).

### **Factores de ansiedad y depresión en alumnos de nuevo ingreso al instituto tecnológico de ciudad Juárez campus II.**

El análisis de los factores, a través de la técnica de estudio de casos, permitió comprender el panorama contextual de las vivencias cotidianas de los alumnos, las cuales les causan depresión y ansiedad., a partir de sus propias experiencias. La percepción del entorno familiar, escolar y social, constituyó un elemento preponderante en la prevalencia de altos índices de ansiedad y trastornos postraumáticos.

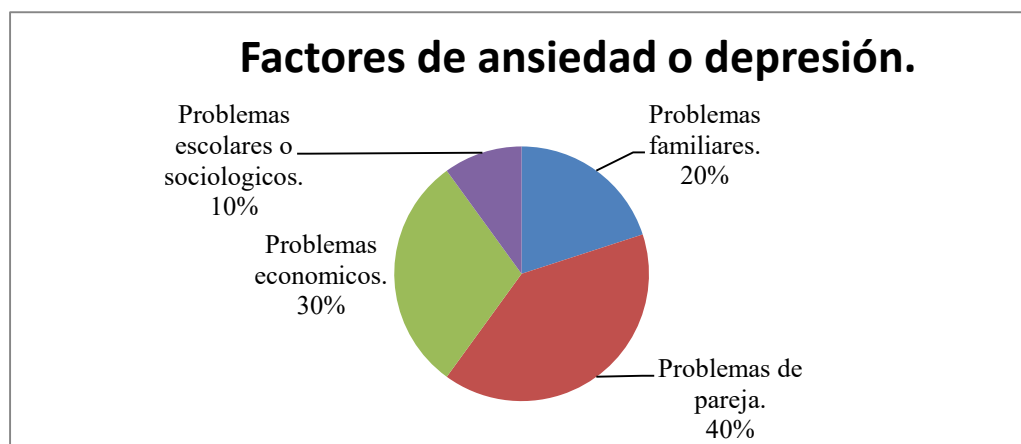
#### ***Conclusiones y hallazgos.***

Los alumnos que presentan ansiedad o depresión, no han desarrollado estrategias de afrontamiento adecuadas para las situaciones cotidianas a las que se enfrentan, entre los factores ms comunes que encontramos están los siguientes:

- Problemas familiares: problemas con los padres, hermanos, familiares directos, etc.
- Problemas de pareja: Problemas de noviazgo o matrimoniales.
- Problemas económicos: Problemas relacionados con factores económicos.
- Problemas escolares: Problemas académicos o relacionados con la escuela.
- Problemas sociológicos: Problemas contextuales.

Cabe señalar que estos factores se dividieron únicamente para poder ser clasificados, ya que el ser humano es complejo y es imposible no abordarlo de manera sistémica bajo un enfoque holográfico, y el 80% de los alumnos del estudio manifestaron problemas en todos los factores, pero atribuían sus problemas a un factor en específico.

Los resultados se muestran en la grafica 1:



Gráfica 1.

Por lo que podemos concluir lo siguiente, el 40% de los alumnos atribuyen su estado de ansiedad o depresión a problemas de pareja, estos manifestaron problemas graves de violencia psicológica por parte de sus parejas y duelos por las pérdidas de relaciones de pareja. El 30% que atribuyó sus conflictos a problemas económicos, principalmente por estar desempleados y no poder contar con los recursos para cubrir sus necesidades básicas, ni contar con quien los apoyara. El 20% atribuyo sus problemas a problemas con familiares directos, principalmente por problemas graves de violencia intrafamiliar. El 10% atribuyo sus problemas a problemas escolares o sociales, principalmente relacionados con sus grupos de amistades las cuales consideran una mala influencia.

El 100% de los alumnos presento, baja autoestima, desesperanza aprendida, baja tolerancia a la frustración, pensamientos deformados e infelicidad. Después del tratamiento el 80% de ellos mostro mejoras significativas y la mitad de ellos sigue aun en tratamiento psicoterapéutico en fase de seguimiento, acudiendo a servicio de psicología una vez a mes o cuando ellos lo consideren necesario

### *Referencias bibliográficas.*

- Auer, H. (1990). *Psicología Humanística*. Lima: UNIFE.
- Barudy, Jorge. y Dantagnan, Maryorie (2005). *Los buenos tratos a la infancia*, Barcelona, España: Editorial GEDISA.
- Bischof, Ledford S. (1973). *Interpretación de las teorías de la personalidad*. México: Trillas.
- Colomo Arreola, Ana Julieta y Villarreal Delgado, Luis (2009). *Terapia para las Problemáticas en la Adolescencia*. Antología de textos para el 4º semestre de la Maestría en psicoterapia en niños y adolescentes del Instituto de Estudios Superiores y Formación Humana (Marzo de 2009).
- Cyrlunik Boris. (2002). *La resiliencia una infancia infeliz no determina la vida*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Forés, Anna y Jordi Grané (2008). *La resiliencia. Crecer desde la adversidad*. Barcelona: Plataforma Editorial.
- Freud, Ana (1961). *El yo y los mecanismos de defensa*. Tr. Y.P. Cárcamo, México: Paidós.
- Freud, Sigmund (2006). *Obras Completas*. Tr. Luis López Ballesteros y de Torres, Madrid, España: Ediciones RBA.
- Funes, J. (1990). *La nueva delincuencia infantil y juvenil*. Barcelona: Paidós.
- Hernández, R. y Baptista, G. (2003). *Metodología de la Investigación*. México: Mc GrawHill.
- Hoffman, Lynn (1981). *Fundamentos de la terapia familiar*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Kalina, Eduardo. (1973). *Conflictos psicológicos de la adolescencia*. Argentina: Editorial R Alonso.
- Labrador, F. J. (1995). *El Estrés. Nuevas Técnicas Para su Control*. Madrid: Ediciones Temas de Hoy.
- Lorraine, B. y Hassol, J. (1986). *Psicología evolutiva*, México: Interamericana.
- Leganés G. S. y Ortolá B. M. (1999). *Criminología: parte especial*. Valencia: Tirant lo Blanch.
- Madanes, C (1981). *Terapia Familiar Estratégica*. San Francisco: Jossey-Bass Inc.
- Morris, Charles y Maisto, Albert (2005). *Introducción a la Psicología*, duodécima edición, México: Prentice Hall Inc., Pearson Educación de México, S. A. de C. V.
- Mos J y Olivier, B. (1988). *Depresión, Ansiedad y Agresión*. Amsterdam: Medidact.
- Pearls, F. (1976). *El enfoque Gestáltico. Testimonio de terapia*. Chile: Ed. Cuatro Vientos.
- Procter, Harry G. (2001). *Escritos esenciales de Milton H. Erickson*. Barcelona: Paidós.
- Roitman Rosenmann, Marcos (2003). *El pensamiento sistémico: los orígenes del social conformismo*. México: UNAM y Siglo XXI.
- Satir, Virginia (1991). *Nuevas relaciones humanas en el núcleo familiar*. México: Pax.
- Weisinger, H. (1988). *Técnicas para el control del comportamiento agresivo*. Barcelona: Martínez Roca.
- West, D. J. (1973). *La delincuencia juvenil*. España: Editorial labor.
- Wolman, Benjamin B. (1960). *Teorías y Sistemas Contemporáneos en Psicología*. México: Roca.
- Worchel Stephen, Cooper Joel, Goethals George y Olson James (2002) *Psicología Social*. México: Thompson.
- Yin, Robert K. (1993). *Applications of Case Study Research*. London: SAGE..

# CONVERSIÓN DE UN SISTEMA DE MANUFACTURA POR PROCESOS A UN SISTEMA DE MANUFACTURA CELULAR MEDIANTE MÉTODOS HEURÍSTICOS Y RECOCIDO SIMULADO

Ana Melissa Ríos Enríquez<sup>1</sup>, Jesús José Aguirre Solís<sup>2</sup>, Diego Adiel Sandoval Chávez<sup>3</sup>

**Resumen:** En este trabajo se propone una metodología distinta a la utilizada por (Lu, 1993) para la formación de las células y el ordenamiento interno de las mismas, lo anterior utilizando los mismos datos. Sin embargo, la metodología propone métodos heurísticos como el algoritmo para la formación de células mediante rangos de (King, 1980) y el algoritmo para obtener la mejor secuenciación de la célula de Hollier. Los resultados obtenidos son satisfactorios.

## Introducción

Una adecuada distribución del área de producción en determinada empresa manufacturera, puede impactar de manera positiva en el rendimiento de la misma, contribuyendo de esta manera a la disminución de costos derivados del manejo de material, tiempos de espera, movimientos innecesarios, entre otros. Un Sistema de Manufactura Celular señala (Fantahun M. Defersha, Mingyuan Chen, 2008), es un enfoque de producción destinado a incrementar la eficiencia y la flexibilidad del sistema utilizando la similitud de las partes y sus procesos.

Existen algunos métodos para la formación de células de manufactura. De acuerdo a la literatura que menciona (Lu, 1993), se pueden clasificar en tres categorías que son: (1) los enfoques de agrupación basados en similitudes, (2) la síntesis de células y familias de partes basados en una matriz de incidencia de partes y máquinas, y (3) otros métodos que se basan en criterios alternos, tal como el tráfico inter-celular y costos.

Es por esto, que en el presente trabajo se muestra una manera en la que se pueden formar células de manufactura y realizar a su vez la secuenciación interna de las mismas mediante dos métodos heurísticos, el primero, ordenamiento mediante rangos por (King 1980) y el segundo, determinar la secuenciación interna de las células mediante el método de Hollier. También se muestra la metodología propuesta por (Lu, Integrated Approach for Hybrid Shop Layout, 1993) y se hace una comparación con los métodos que se mencionan en este trabajo con respecto a la formación de células.

Un método heurístico se refiere a una técnica, método o procedimiento inteligente de realizar una tarea que no es producto de un riguroso análisis formal, sino de conocimiento experto de la tarea. Se usa el termino heurístico para referirse a un procedimiento que trata de aportar soluciones a un problema con un buen rendimiento, en lo referente a la calidad de las soluciones y a los recursos empleados (Cruz, Restrepo, & Moreno, 2006).

## Metodología

La metodología que propone (Lu, 1993) se muestra en la figura 2.1 y la metodología que se propone en el presente trabajo se muestra en la figura 2.2.

---

<sup>1</sup> Departamento de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

<sup>2</sup> Departamento de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

<sup>3</sup> Departamento de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

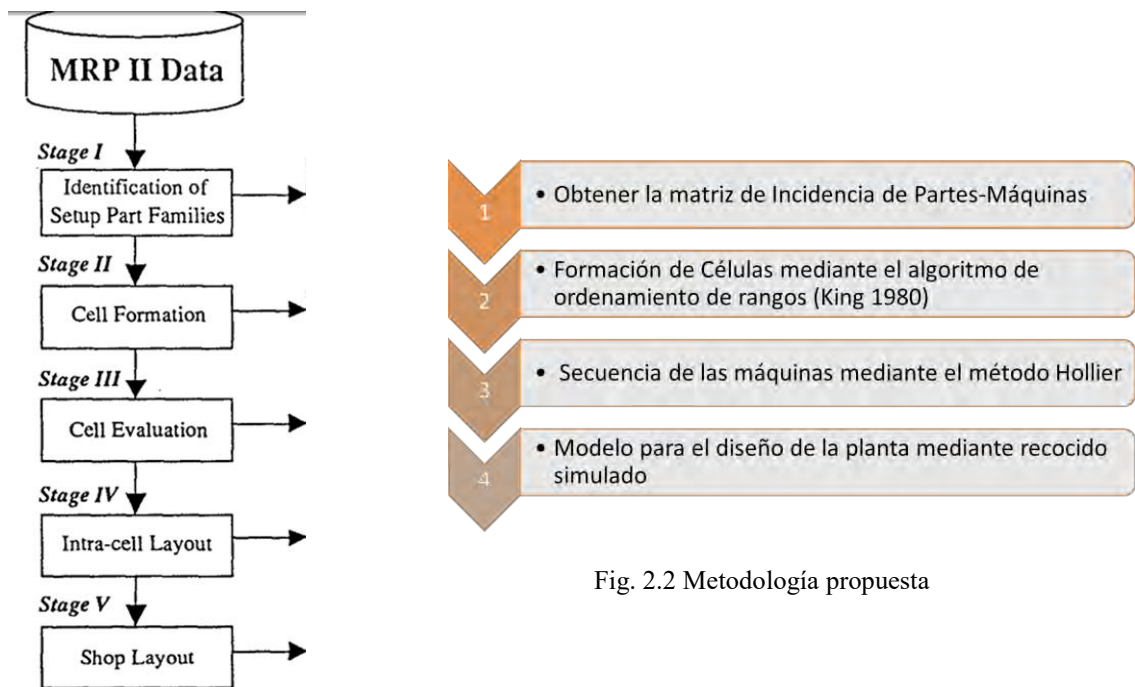


Fig. 2.2 Metodología propuesta

Fig. 2.1 Metodología propuesta por (Lu, 1993)

### Formación y secuenciación de células mediante la metodología de (Lu 1993)

Para la formación y secuenciación de células de manufactura (Lu, 1993) utiliza el recocido simulado con la siguiente función objetivo:

*Minimizar:*

$$T = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{i-1} \left( \frac{t_{ij}}{q_i + q_j} \right)$$

Donde T es el tráfico entre todas las células; N es el número de células de manufactura;  $q_i$  y  $q_j$  representan el número de máquinas en las células  $c_i$  y  $c_j$ , respectivamente; y  $t_{ij}$  es el tráfico entre estas células en términos de los números de transferencias de pallets.

La metodología que propone (Lu, 1993) se muestra en la figura 3.1. Y el resultado de la misma se muestra en la figura 3.2.



**Formación de células mediante métodos heurísticos.**

El algoritmo que se usó para la formación de células, es el de ordenamiento mediante rangos de (King, 1980), éste se describe a continuación.

Paso 1. Tener la matriz de incidencia Parte-Máquina con series de 0's y 1's, donde un 1 en una celda  $M_{ij}$ , significa que la máquina  $i$  procesa la parte  $j$ , y si  $M_{ij} = 0$  significa que la máquina  $i$  no procesa la parte  $j$ . En cada renglón se leen las series de 0's y 1's de izquierda a derecha como un número binario y convertirlo a un número decimal. Al concluir con todos los renglones se les da un rango en orden decreciente.

Paso 2. ¿El orden de los rangos de los renglones es el mismo que el orden de los rangos en el paso previo?, si es afirmativo, ir al paso 7, sino, continuar en el siguiente paso.

Paso 3. Los renglones de la matriz se reordenan listándolos en orden decreciente de los rangos, iniciando de arriba hacia abajo.

Paso 4. En cada columna de la matriz se leen las series de 0's y 1's de arriba hacia abajo como un número binario. Posteriormente, se convierte a decimal. Se formulan rangos de las columnas en orden decreciente según su valor. En caso de un empate, se usa el rango en el mismo orden como aparece en la matriz.

Paso 5. ¿El orden de los números de las columnas es el mismo que el orden de los rangos obtenidos en el paso previo?, si la respuesta es afirmativa, ir al paso 7, sino, continuar en el siguiente paso.

Paso 6. Las columnas de la matriz se reordenan listándolas en orden de rango decreciente, empezando en la columna de la izquierda.

Paso 7. Parar.

En la matriz de incidencia de máquinas y números de partes obtenida de (Lu, 1993), se excluyeron los centros de trabajo 15 y 16, que son máquinas de uso individual que procesan la mayoría de las partes, esta matriz aparece en la figura 4.1.

		PARTES																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
MÁQUINAS	1		1			1	1			1	1								1				1								1	
	2	1							1			1				1									1	1						
	3			1	1							1					1					1	1									
	4	1							1			1				1									1	1						
	5		1			1	1				1							1			1			1					1		1	
	6			1	1							1					1						1							1		
	7								1					1	1						1						1	1		1		
	8					1	1				1	1								1				1					1		1	
	9			1	1												1					1	1									
	10															1			1												1	
	11	1							1			1					1									1	1					
	12							1						1	1													1	1		1	
	13															1			1													1
	14			1	1												1						1	1								

Figura 4.1 Matriz de incidencia de máquinas y números de parte.

El resultado final del algoritmo de ordenamiento mediante rangos se muestra en la figura 4.2, éste fue capaz de formar cinco células, y solo una parte de excepción.

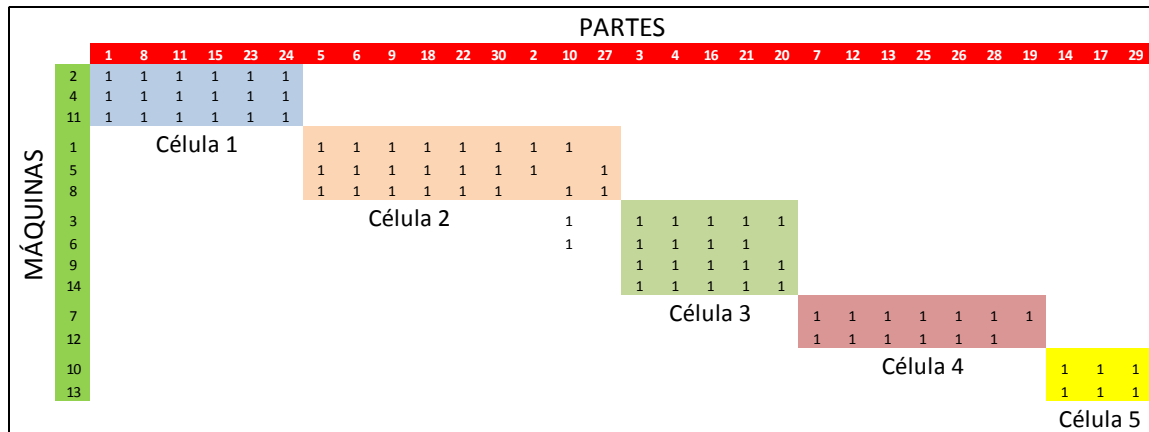


Figura 4.2 Formación de células mediante el algoritmo de King.

**Secuenciación interna de las células mediante el método heurístico de Hollier.**

Para obtener la mejor secuencia interna de cada una de las células obtenidas, se desarrolla el algoritmo heurístico de Hollier presentado por (Groover, 2001).

Consiste en dos métodos para obtener la mejor secuencia interna de las células, siendo estos Hollier 1 y Hollier 2, que se explican a continuación.

Método heurístico Hollier 1

Paso 1. Desarrollar la matriz “Desde-Para” de los datos de las rutas de los números de partes. Los datos que contiene la matriz indican el número de movimientos de los números de parte entre las máquinas en la célula. Los movimientos fuera de las células y entre ellas no se incluyen en la matriz.

Paso 2. Determinar las sumas “Desde y Para” para cada máquina. Se suman las cantidades de los renglones correspondientes a “Desde” y de la misma manera se suman las cantidades de las columnas que corresponden a “Para”. Las cantidades que se manejan es el total de número de partes a procesar en cada una de las máquinas.

Paso 3. Se asignan las máquinas a la célula en base a las sumas mínimas del “Desde” o el “Para”. Se selecciona la máquina de la menor cantidad en la suma. Si el valor mínimo es una cantidad de la suma en “Para”, entonces la máquina se coloca al inicio de la secuencia. Si el valor mínimo es una suma “Desde”, entonces la máquina es colocada al final de la secuencia. En caso de empate, sería de la siguiente manera:

- a) Si el empate ocurre entre la suma mínima de “Para” o la suma mínima “Desde”, entonces se selecciona la máquina con el radio “Desde/Para” menor.
- b) Si las sumas de “Para” y “Desde” son iguales para la máquina seleccionada, se ignora y se selecciona la máquina con la menor cantidad de suma siguiente.
- c) Si una mínima suma “Para” es igual a una suma “Desde” mínima, entonces ambas máquinas se seleccionan y se colocan al inicio y al final de la secuencia respectivamente.

Paso 4. Reestructura de la matriz “Desde-Para”.

Después de que cada máquina ha sido seleccionada, la matriz “Desde-Para” se reestructura eliminando el renglón y la columna correspondiente a la máquina seleccionada y se recalcula las sumas “Desde y Para”.

Repetir los pasos 3 y 4 hasta que todas las máquinas hayan sido asignadas.

Paso 5. Matriz “Desde-Para” de sumas final. Se realiza nuevamente el paso 3 y 4 obteniendo el resultado final.

### Método heurístico de Hollier 2

Paso 1. Desarrollar la matriz “Desde-Para”.

Este paso es el mismo que en el método Hollier 1.

Paso 2. Determinar el radio “Desde-Para” para cada máquina.

Para cada máquina el radio “Desde-Para” se calcula tomando la suma “Desde” de la máquina y dividiéndola entre la cantidad de la suma “Para” de su respectiva máquina.

Paso 3. Ordenamiento de las máquinas en orden decreciente de acuerdo al Radio “Desde-Para”.

Las máquinas con un radio alto distribuyen trabajo a varias máquinas dentro de la célula pero a su vez reciben trabajo de pocas máquinas. Por el contrario, las máquinas con un radio bajo reciben más trabajo que el que distribuyen. De acuerdo a esto, las máquinas son acomodadas en orden descendente con respecto a su radio.

Es por esto, que las máquinas con radios altos son acomodadas al inicio del flujo de trabajo, y las máquinas con radios bajos son colocadas al final del flujo de trabajo. En caso de un empate, la máquina con el valor “Desde” más alto es colocada por delante de la máquina con el valor más bajo.

Se desarrolló el método de Hollier 1 y 2 para la célula de manufactura número 3 que se muestra en la figura 4.2. Así mismo, se obtiene la mejor secuenciación interna para esta célula con el método Hollier 2 misma que se muestra en la figura 5.1 con un 72.22% en el avance de partes y un 27.27% de retroceso de las mismas.

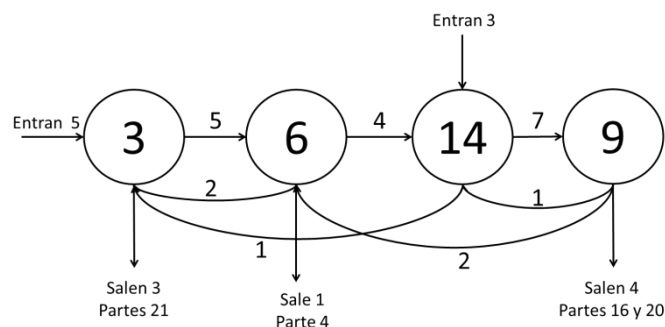


Fig. 5.1 Mejor secuencia de la célula



## Diseño de la distribución de la planta

Para el diseño de la planta se incluyen las máquinas 15 y 16 que se excluyeron anteriormente. Estas máquinas procesan la mayoría de las partes por lo que las 5 células de manufactura formadas serán células híbridas, las partes salen de ellas para ser procesadas por las máquinas 15 y 16 que posteriormente regresarán a su célula de origen.

Para la obtención del layout óptimo se utilizará un algoritmo heurístico de recocido simulado, mismo que se presentará en un trabajo posterior. En la figura 6.1 se muestra una posible distribución de la planta.



Fig. 6.1 Posible distribución de la planta

## Conclusiones

En la metodología propuesta de (Lu, 1993) utilizando el recocido simulado, obtiene 5 células de manufactura incluyendo las máquinas 15 y 16, sin embargo, en su resultado aparece una gran cantidad de partes de excepción, es decir, partes que no conforman ninguna célula de manufactura. Con la metodología que propone el presente trabajo mediante la utilización de métodos heurísticos, se obtienen 5 células de manufactura excluyendo a las máquinas 15 y 16. De esta manera se obtiene solamente una parte excepción.

Se recomienda a los diseñadores que prueben varios métodos para la obtención del mejor layout de la planta con la finalidad de conseguir el mejor resultado para ello.

## Bibliografía

- Cruz, E., Restrepo, J., & Moreno, A. (2006). Negociación de portafolios de acciones usando la metaheurística Recocido Simulado. *Scientia et Technica*, 301-306.
- Fantahun M. Defersha, Mingyuan Chen. (2008). A parallel multiple Markov chain simulated annealing for multi-period manufacturing cell formation problems. *Int J Adv Manuf Technol*, 140-156.
- Groover, M. P. (2001). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- King, J. R. (1980). Machine Component Grouping in Production Flow Analysis: an Approach Using a Rank Order Clustering Algorithm. *International Journal of Production Research*, 213-222.
- Lu, T. C.-T. (1993). *Integrated Approach for Hybrid Shop Layout*.

# Análisis del impacto socioeconómico de la ganadería en el municipio de El Oro, Durango

Mtro. Ismael Ríos Rentería<sup>1</sup>

**Resumen** — En las últimas décadas la implementación de las actividades agropecuarias en la región norte del estado de Durango ha incrementado. Particularmente en el municipio de El Oro, Durango, más del 76 % de la población implementa estas actividades. Lo que le imprime una gran importancia a estas actividades económicas en el desarrollo regional. Sin embargo en el interior del municipio aún se viven serios problemas, entre los cuales destacan la marginación, la migración, la inequidad y la desorganización entre los productores. Por lo cual, en la presente investigación se analiza si la ganadería ha contribuido a mejorar el desarrollo socioeconómico de los ganaderos. Para efectuar este estudio se realizó una revisión secundaria de literatura, se aplicó un censo a los productores y se entrevistó a los actores clave a nivel municipal y estatal. Los resultados permiten señalar que si bien la ganadería ha contribuido al desarrollo regional, al interior del municipio se ha creado inequidad; en donde la mayor parte de las ganancias se quedan en un grupo reducido de productores, los cuales son lo que más tienen. Aunado a esto la participación del gobierno para dar solución a estos problemas no se ve reflejada, ya que hay muy poca asesoría técnica por parte del gobierno.

**Palabras clave** — Actividades agropecuarias, Ganadería, Inequidad, Apoyos del gobierno.

## Introducción

En este artículo se da a conocer el contexto general en el que se desarrolla la ganadería en la región norte de nuestro país, haciendo énfasis en el municipio de El Oro, Durango. El cual es un municipio en su gran mayoría rural, en el que más del 76 por ciento de su población se dedica a las actividades agropecuarias, lo que le imprime una gran importancia a estas actividades económicas en el desarrollo regional, ya que se estima que en los últimos años, este municipio ha mejorado sus niveles de pobreza a nivel regional (Ver cuadro 1).

Cuadro 1. Datos de los diferentes tipos de pobreza que existen dentro del municipio de El Oro, Durango.

Alimentaria				Capacidades				Patrimonio			
1990	2000	2010		1990	2000	2010		1990	2000	2010	
Vicente Guerrero	12,0	Gómez Palacio 8,2	Tlahualilo 9,5	Vicente Guerrero	17,7	Gómez Palacio 13,8	Tlahualilo 15,5	Vicente Guerrero	38,2	Ocampo 30,2	El Oro 38,7
Gómez Palacio	13,0	Lerdo 12,9	El Oro 10,5	Guadalupe Victoria	20,0	Ocampo 17,5	El Oro 16,2	Guadalupe Victoria	41,6	Tlahualilo 33,9	Tlahualilo 39,1
Durango	13,6	Tlahualilo 13,0	Ocampo 11,7	Gómez Palacio	20,2	Tlahualilo 17,6	Ocampo 18,2	Durango	44,5	Gómez Palacio 36,1	Ocampo 42,5
Guadalupe Victoria	13,8	Ocampo 13,8	Gómez Palacio 11,8	Durango	20,7	Lerdo 19,9	Gómez Palacio 19,0	Gómez Palacio	44,6	Vicente Guerrero 36,1	Durango 43,6
Tlahualilo	18,4	Guadalupe Victoria 15,3	Lerdo 12,4	Tlahualilo	25,8	El Oro 20,2	Lerdo 19,3	Canatlán	47,9	El Oro 36,4	Gómez Palacio 44,2
Ocampo	18,7	El Oro 15,3	Durango 12,7	Canatlán	25,8	Guadalupe Victoria 20,4	Durango 19,6	Ocampo	48,1	Guadalupe Victoria 37,0	Lerdo 44,3
Canatlán	18,8	Pánuco de Coronas 15,9	Mapimí 13,1	Ocampo	25,9	Vicente Guerrero 20,7	Mapimí 19,9	El Oro	48,5	Pánuco de Coronas 38,6	Canatlán 44,4
Poanas	19,0	Vicente Guerrero 16,0	Canatlán 13,4	Poanas	26,4	Pánuco de Coronas 21,3	Canatlán 20,1	Poanas	49,3	Mapimí 40,0	Mapimí 44,8
El Oro	19,3	Mapimí 16,9	Cuencamé 13,8	El Oro	26,6	Mapimí 22,3	Cuencamé 21,0	Tlahualilo	49,3	Peñón Blanco 41,2	Cuencamé 46,5
Lerdo	19,4	Indé 17,7	Poanas 15,0	Lerdo	27,7	Cuencamé 23,7	Poanas 22,8	Indé	51,3	Cuencamé 41,5	Nazas 48,8
Indé	21,4	Durango 17,8	Pánuco de Coronas 15,1	Indé	28,8	Indé 23,9	Pánuco de Coronas 22,9	Hidalgo	51,8	Indé 43,3	Poanas 49,0
Hidalgo	21,8	Cuencamé 18,0	Nazas 15,4	Hidalgo	29,2	Peñón Blanco 24,0	Nazas 23,0	Lerdo	52,8	Lerdo 43,3	Pánuco de Coronas 50,4
Pánuco de Coronas	22,6	Peñón Blanco 18,7	Hidalgo 16,1	Pánuco de Coronas	30,6	San Bernardo 25,3	Peñón Blanco 24,7	San Luis del Cordón	53,8	San Bernardo 43,7	Nuevo Ideal 50,4
Cuencamé	23,5	San Bernardo 19,5	Peñón Blanco 16,3	Cuencamé	31,4	Durango 25,3	Hidalgo 24,8	Cuencamé	54,1	Canatlán 46,1	Rodeo 51,4

Fuente: Elaboración propia, con base en la base de datos del CONEVAL

Sin embargo el municipio de El Oro, Durango, no escapa de la grave problemática que se vive en el medio rural, donde confluyen pobreza, marginación, migración, así como inequidad en la distribución de los recursos (Ríos, 2014). De esta forma, se estima que en este municipio, de 1990 al 2005 la población municipal disminuyó en un 30 por ciento aproximadamente, lo cual puede relacionarse con la falta de oportunidades que se brindan en el medio rural, dando pie a la migración, la cual ha constituido la principal válvula de escape para evitar un mayor incremento de la pobreza rural (Martínez, 2013). Para el año 2012, de un total de 3,096 familias que vivían en este municipio, un 21.98 por ciento recibía remesas de familiares viviendo en los Estados Unidos, lo que demuestra la migración internacional y la necesidad de dependencia externa. Para el año 2010, este municipio ocupó el lugar número 13 de los 39 municipios a nivel estatal en cuanto a migración (H. Ayuntamiento, 2012).

Aunado a esto, el 22 por ciento de las comunidades del municipio tienen rangos de marginación (CONAPO, 2010; SERMANAT, 2009). Así mismo ante la falta de organización por parte de los productores para insertarse en el mercado, se han creado factores de inequidad en la distribución de los recursos económicos, por ejemplo los que más tienen, son los que más ganancias adquieren, ya que son estos últimos los que se posicionan y a aparan el mercado.

Una de las respuestas por parte del Estado a esta problemática de las zonas rurales es otorgar subsidios que tienen como finalidad teórica fomentar la equidad entre los productores. Sin embargo a pesar de las medidas emprendidas en los últimos 30 años por los gobiernos, municipales, estatales y federales, de acuerdo con De Janvry (2004), en el

<sup>1</sup> Ismael Ríos Rentería es Docente investigador del Instituto Tecnológico Superior de Santa María de El Oro. Ubicado en el Municipio de El Oro, Durango. [abelrios\\_17@hotmail.com](mailto:abelrios_17@hotmail.com)

área socio-económica, los avances logrados en el desarrollo social rural no han sido acompañados de una reducción ni de la pobreza ni de la desigualdad de ingresos. Ya que la desigualdad rural sigue siendo excepcionalmente elevada y va en aumento.

En síntesis el municipio de El Oro, Durango, no escapa ante la problemática que se vive en el medio rural de pobreza, marginación, migración e inequidad en la distribución de los recursos. Por este motivo, este estudio se propuso como objetivo general analizar si la ganadería ha contribuido a mejorar el desarrollo socio-económico de los productores en el municipio de El Oro, Durango.

### Descripción del Método

Delimitación espacio-temporal del estudio: Una de las grandes limitaciones a las que se encuentra un investigador, es que la mayoría de las veces se trata de resolver grandes enigmas de la sociedad, sin embargo aspectos como el tiempo, los recursos económicos y el personal con el que se cuenta al momento de llevar a cabo la investigación, conducen a acotar la investigación. Por tal motivo se delimitó la aplicación del estudio en un área pequeña, el municipio de El Oro, Durango (Ríos, 2014).

Delimitación del objeto de estudio: Entre el universo de ganaderos que existen dentro del municipio y con el objetivo de tener datos contundentes, se decidió trabajar la aplicación de un censo con los productores que tienen Progan, porque este programa tiene un número pequeño de productores e iba ser más fácil poder tener datos contundentes, debido a que el objetivo del censo es precisamente hacer un levantamiento de todos los integrantes de un grupo, comunidad, estado, etc. (Pick, 2000). Así mismo se decidió tomar la base de datos del 2012, porque era la más actualizada hasta el momento. De los 157 productores apoyados en el 2012 por el Progan, se encontró que un 30% no radican en el municipio, por lo tanto la muestra a censar se delimitó a 100 productores, sin embargo en campo solo se encontraron a 84, de los cuales solo 78 productores estuvieron dispuestos a contestar las preguntas del Censo. Por lo que la muestra censal está compuesta por 78 productores con apoyo del Progan

Fuentes de información: Para llevar a cabo la presente investigación, se requirió, tanto información de gabinete como información recabada en campo. El trabajo de gabinete consistió en la revisión de literatura documental que incluye diferentes tipos de documentos: libros, artículos, informes estadísticas (revisión en las bases de datos del INEGI, CONEVAL y SAGARPA) y cartografía. Para tener un panorama general del contexto en el que se están llevando a cabo la ganadería, dentro del municipio de El Oro, Durango; El trabajo de campo consistió en la aplicación de entrevistas a los actores clave a nivel municipal y estatal, así como de la aplicación de un censo a los productores agropecuarios (Ríos, 2014). Es importante destacar que, para cumplir con los objetivos del presente artículo, el trabajo de campo ha sido de importancia primordial y la principal fuente de información, debido a la total ausencia de estudios previos sobre el impacto de la ganadería dentro del municipio de El Oro Durango.

### Resultados

En este trabajo se estudió el impacto social y económico que tiene la ganadería entre los productores. Los resultados de la investigación incluyen el análisis estadístico de las respuestas del Censo aplicado a los productores agropecuarios, así como de las respuestas obtenidas en las entrevistas aplicadas a los actores clave, tanto a nivel municipal, como estatal. A continuación se presenta un resumen de los resultados de la investigación. Los resultados se presentan en cuatro grandes apartados; primero, se representa el ciclo productivo de la ganadería; en el segundo apartado se presentan las características generales de los productores; en el tercer apartado se exponen algunos datos relacionados con la implementación de la actividad ganadera, como destino final de la producción, principales fuentes de inversión, ingresos, la asesoría técnica, etc. Finalmente se exponen los grandes retos del medio rural.

#### *El ciclo productivo de las actividades pecuarias*

Actualmente la actividad ganadera del municipio de El Oro, Durango, tiene dos propósitos, proveer becerros para la exportación y proveer leche para autoconsumo. Sin embargo este último se genera a menor escala y en los últimos años ha disminuido. Por tanto, se ahonda únicamente en el análisis del ciclo productivo de la producción de becerros de carne. En este sistema de producción regional, se utilizan razas *Bos taurus*<sup>2</sup> y cruza con cebú. El ciclo productivo de la ganadería en el norte del país de acuerdo a Camou (1998), está compuesto por cuatro fases: 1) la cría de becerros hasta el destete, 2) la engorda de becerros, 3) la exportación y 4) el sacrificio. Sin embargo es necesario aclarar que solo las dos primeras fases se concentran en su totalidad en el municipio de El Oro, Durango.

---

<sup>2</sup> Existen dos especies de bovinos, especializadas en la producción de carne: 1) *Bos taurus*, a la que pertenecen las razas de origen europeo como Hereford, Angus, Charolais, Belgian blue, Simmental, Shorthorn, etc. Estas razas cuentan con buena adaptación a zonas templadas; y 2) *Bos indicus*, a la que pertenecen los animales cebú, los cuales se caracterizan por tener papada y orejas grandes.

**La cría de becerros hasta el destete:** Esta etapa abarca desde que nace el animal, hasta que alcanza los diez meses de edad, que es cuando pasa a la segunda fase. Sin embargo hay que considerar que esta etapa no se limita únicamente desde el nacimiento del animal hasta su venta, sino que se considera también el tiempo que tarda la vaca en ser cubierta por el toro y quedar cargada, en promedio una vaca tiene una cría cada dos años. Estos cálculos sugieren que el primer ciclo abarca un periodo no menor de 24 meses. Aunado a esto también hay que considerar que es la etapa más costosa, y en la que se tiene el grado más alto de mortandad (Camou, 1998). En esta primera etapa de la actividad ganadera, está concentrada la gran mayoría de los productores ganaderos del municipio de El Oro.

**La engorda de becerros:** La segunda fase consiste en engordar a los becerros destetados o venderlos a los intermediarios. Esta actividad es más común que la ejerzan los grandes y medianos productores del municipio. Y se puede implementar de dos formas diferentes, ya sea que se deje al becerro pastar en las praderas (pastoreo); o que se encierren los becerros en corrales, en donde se les suministran suplementos alimenticios para que engorden más rápido. En general, una de las grandes ventajas de esta fase, es que “los incrementos en peso permiten a los ganaderos obtener fuertes ganancias sin tener que mantener a los vientres ni cargar con los riesgos de la parición y del crecimiento del animal. La fase de engorda tiene una duración máxima de medio año y en ella el becerro pesa de 140 kg a 260 kg en promedio” (Camou, 1998). El sistema es desarrollado generalmente por los intermediarios y el precio es fijado por los compradores.

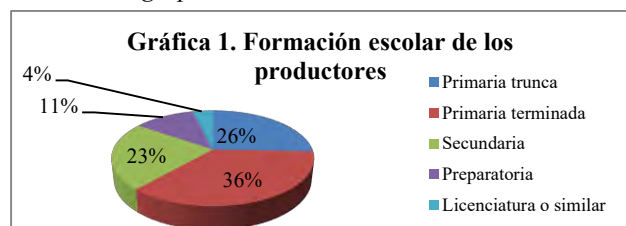
**La exportación - continuación de la engorda:** Los animales que han alcanzado un peso promedio de 260 kilogramos son sacados en su mayoría del municipio, ya sea que se queden en el mismo estado, en corrales especiales en donde se mantiene al animal bajo confinamiento y se alimenta con concentrados, granos y forrajes para que aumente de peso en poco tiempo y que adquiera la carne una palatabilidad especial. Sin embargo es necesario señalar que es más frecuente que esta tercera fase los animales la alcancen en la frontera. Esta fase dura aproximadamente 4 meses y en ella se procura que el animal alcance de 380 a 400 kilogramos (Camou, 1998).

**El sacrificio:** La última y cuarta etapa es el sacrificio y empaque de la carne. “El ganado se sacrifica cuando tiene una edad que fluctúa entre los 15 y 48 meses. Esta fase está controlada por unos cuantos grupos de grandes ganaderos e industriales locales. De ahí sale la carne en canal o en cortes tipo americano” (Camou, 1998; 40). Esta fase en el municipio no es muy común, existe sacrificio pero sólo para surtir al mercado local, y generalmente son vacas de desecho, toros viejos y en menor porcentaje novillos de campo.

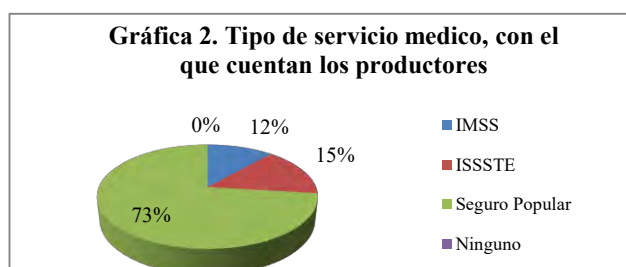
Si se analiza el ciclo productivo de la ganadería, la mayor inversión se concentra en la primera etapa, y es en la que se corre el mayor riesgo de mortandad. Sin embargo son los productores de esta fase, los que se quedan con el menor porcentaje de la ganancia, ya que venden el ganado cuando aún no alcanza un peso idóneo para la exportación. Aunado a esto, el mercado determina el precio de los becerros y obliga a los pequeños productores a vender antes de tiempo. Cuando un becerro pesa más de 260 kg. los intermediarios o coyotes, ya no lo quieren comprar, al menos que el vendedor les descuenta de uno a dos pesos por cada kg. del peso del animal (Ríos, 2014).

#### Caracterización de los productores agropecuarios

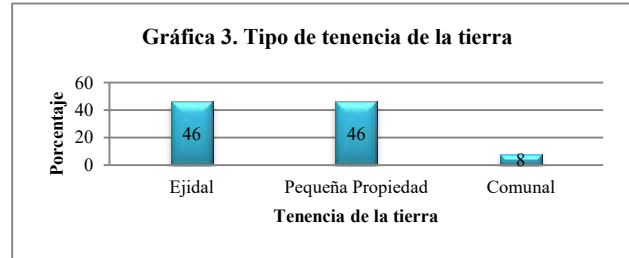
**Máximo grado de estudios:** En relación al nivel educativo de los productores censados, se encontró que en general tienen un nivel bajo, un 36 por ciento tiene la primaria terminada, sin embargo aún se puede observar que hay productores que no terminaron la primaria (26 por ciento), y entre más se avanza en el nivel de estudio el número de productores va disminuyendo (gráfica 1).



**Tipo de servicio médico:** En cuanto al servicio médico se encontró que el 100 por ciento de los productores tienen algún tipo de servicio, el Seguro Popular es el más relevante con 73 por ciento, seguido por el ISSSTE con un 15 por ciento, y el IMSS con un 12 por ciento. Los datos de ISSSTE e IMSS denotan la baja dependencia laboral que tiene el municipio, por lo que los productores se ven beneficiados con los programas del gobierno, en este caso con el uso del Seguro Popular.



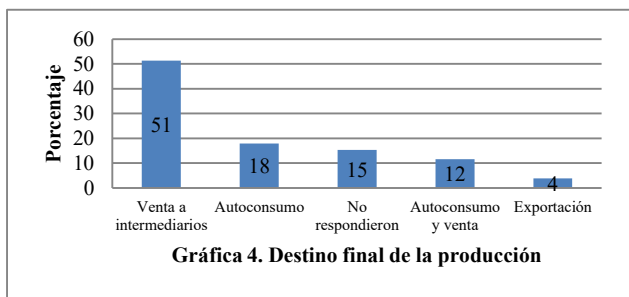
**Tenencia de la tierra:** Las tres formas de tenencia de la tierra que predominan son la ejidal (46 por ciento), la pequeña propiedad privada (46 por ciento) y la comunal (8 por ciento). Si se analizan los datos del censo se podría aseverar que aproximadamente un 50 por ciento de los productores son individualistas (los que tienen pequeña propiedad) y que el otro 50 por ciento de los productores llevan algún tipo de organización, por medio de los ejidos. Estos datos contrarrestan con el argumento del director de desarrollo rural el cual comenta que en general hay mucha desorganización en los productores, y que aproximadamente “solo un 30 por ciento de los ejidos están bien organizados. Se ha observado que cuando llegan programas como de construcción de cercos, bordos y presas, los productores dicen que se les dé el dinero del programa y ellos ya sabrán que hacer”.



### Ganadería

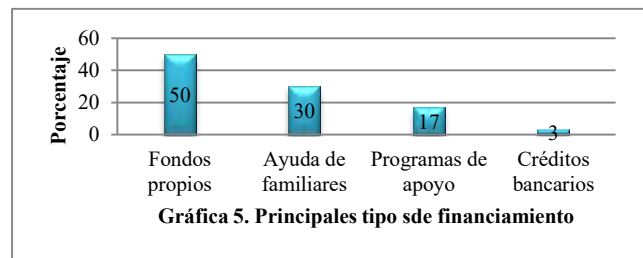
La ganadería de los productores está compuesta por bovinos (84 por ciento), equinos (8 por ciento) y caprinos (8 por ciento). Pero de acuerdo a la propiedad del número de cabezas de ganado se encontraron datos muy diferentes que oscilan entre 12 y 150, lo cual da cuenta de la disparidad entre los productores.

**Destino final de la producción ganadera:** Se encontró que más de la mitad de los ganaderos (51 por ciento) vende su ganado a los intermediarios o coyotes, un 18 por ciento consume su producción, un 15 por ciento no respondió el destino de su producción, un 12 por ciento destina tanto su producción al autoconsumo como a la venta a intermediarios sin embargo no definió porcentajes, y solo el 4 por ciento de los productores exporta directamente su ganado hacia los EUA.

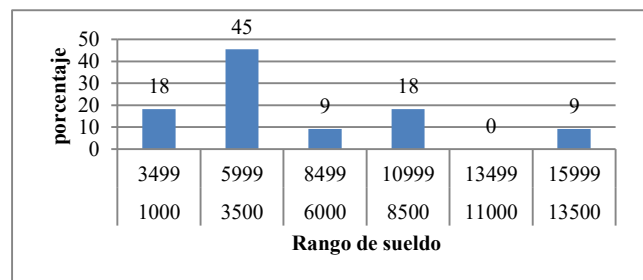


Esto refleja la falta de capacidad tanto de los actores gubernamentales municipales como de los mismos productores, para crear contactos con el exterior para la exportación de ganado. Ya que aunque más del 54 por ciento de la producción ganadera del municipio se exporta hacia Estados Unidos, solo un 4 por ciento de los productores censados exporta directamente su ganado y el otro porcentaje lo exportan los coyotes o intermediarios.

**Principales fuentes de financiamiento de los productores agropecuarios:** Entre las principales fuentes de financiamiento de los ganaderos, se encuentran los fondos propios con un 50 por ciento, los cuales están integrados principalmente por la venta de su ganado; en segundo lugar el 30 por ciento de los productores depende de la ayuda de familiares principalmente por medio de remesas para llevar a cabo sus actividades; en tercer lugar el 17 por ciento depende de los programas de gobierno, y en cuarto lugar de los créditos bancarios con un 3 por ciento.



**Ingreso de los productores agropecuarios:** Cuando se les preguntó a los productores cuánto ganan mensualmente en promedio (considerando las ganancias de las actividades agropecuarias, de otros ingresos por ejemplo la ayuda de sus hijos por medio de remesas, o el ingreso atribuido a los programas etc.), más de la mitad no contestó (54 por ciento), lo que significa que es una pregunta muy sensible para ellos, una posible explicación es la relación que tiene con los apoyos, es decir aunque los apoyos no representan un gran porcentaje de su ingreso este rubro es importante y se quiere seguir recibiendo. Del 46 por ciento de los productores

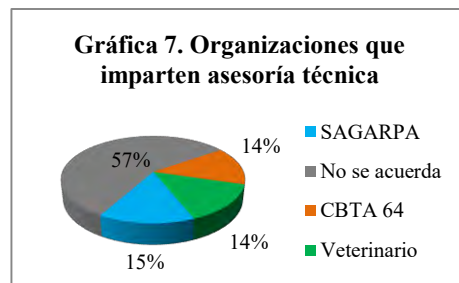


que sí respondieron, su ingreso promedio mensual es de \$6,136.00. El productor que tiene el mayor ingreso es de \$15,500 y el productor entrevistado que tiene el menor ingreso es de \$ 1,000<sup>3</sup>.

**El papel de los actores clave en la solución de los problemas rurales:** A nivel municipal los actores clave que están comprometidos con los aspectos del medio rural son el presidente municipal, el director del desarrollo rural y el jefe de Cader del municipio, estos tratan de trabajar en conjunto para atenuar los problemas que asechan a las comunidades rurales. Los cuales concuerdan que la “clave está en conocer las necesidades de los productores por lo que es necesario pasar la mayor parte del tiempo en las comunidades para hacerles llegar los programas hasta sus comunidades, ya que muchos productores no tienen como transportarse, para ir a solicitar los apoyos hasta la cabecera municipal”. A nivel estatal los actores clave que están comprometidos con los aspectos del medio rural son el coordinador de los programas, el encargado de la subdelegación de planeación, el encargado del departamento de COTECOCA Progan y el jefe del programa de población y estadística en Sagarpa Durango. En suma para estos tres actores un elemento contundente “es el contacto directo con la población, para de acuerdo a sus necesidades impulsar actividades de manera asociativa para llegar a proyectos estratégicos.”

Los actores clave reconocen la problemática municipal y hasta podrían saber cómo abordarla. Sin embargo no tienen la capacidad de impactar en la implementación de los programas, debido a que vienen desde arriba y aunque contribuyan con informes y recomendaciones, es poco probable que sean tomadas en cuenta.

**Asesoría técnica que reciben los productores:** Aunque las autoridades municipales y estatales señalan la asesoría técnica de los productores como prioritaria, cuando se les preguntó a los productores sobre el tema. Un 73 por ciento de los ganaderos contestó que no reciben asesoría técnica que les coadyuve a implementar sus actividades ganaderas, solo un 27 por ciento sí ha recibido algún tipo de asesoría. Entre las principales organizaciones encargadas de dar asesoría de encuentran la Sagarpa con un 15 por ciento, el CBTA 64 del municipio y el veterinario del pueblo con un 14 por ciento respectivamente. El otro 57 por ciento de los productores no se acuerdan cual fue la organización que les ha impartido asesoría, véase gráfica 7



**La supervisión a los productores y el rol del personal de la Sagarpa:** Ahondando sobre el personal de la Sagarpa, el coordinador coincide con el jefe de Cader sobre la necesidad de personal, menciona que el personal “está centrado en la parte administrativa y burocrática (revisión de expedientes) y señala la falta de personal técnico que pueda salir al campo”

Los otros tres actores estatales, mencionan que para el caso del Progan, se sigue teniendo prácticamente la misma estructura del 2008 en cuanto al personal autorizado para supervisar, de hecho el año pasado solo se autorizaron 7 técnicos para que supervisaron a todos los productores del estado. Si se dividen las 2600 UP (Unidades de Producción) que se tienen en todo el estado de Durango entre los 7 técnicos que se asignan, aproximadamente a cada técnico le toca supervisar 370 UP.

**Los grandes retos del medio rural:** Para los productores agropecuarios, los principales problemas se relacionan directamente con sus actividades productivas, entre los aspectos más representativos encontrados están el bajo costo de sus cosechas, la ausencia de mercado, la carencia de agua, así como la falta de recursos económicos. Para los actores del gobierno coinciden en identificar como problemas prioritarios “la organización de los productores, además señalan las diferencias tecnológicas que se tienen en el propio estado, las cuales propician inequidades al interior del mismo”. Así mismo se encontró que hay muy poco apoyo por parte del gobierno para dar asesoría técnica y supervisión a los productores, lo cual coadyuva a que se generen factores de inequidad entre ellos mismos.

### Conclusiones

Los resultados demuestran que el municipio de El Oro, Durango, forma parte de la grave problemática que se vive en el medio rural, donde confluyen pobreza, marginación, migración, así como la degradación de los recursos naturales. Y ante la ausencia de organización de los productores se generan factores de inequidad en la distribución de los ingresos obtenidos a lo largo del ciclo productivo de la ganadería, quedándose con la mayor parte de la

<sup>3</sup> Sin embargo el dato del ingreso mínimo es inviable, lo cual hace suponer, que el productor no entendió bien la pregunta, o respondió su ingreso mensual, sin considerar el apoyo de los programas.

ganancia los coyotes o acaparadores de la producción pecuaria, dejando así fuera del sistema a los pequeños productores. Por lo que es indispensable, crear cadenas de comercialización, las cuales coadyuven a los pequeños productores a insertarse en el mercado, así mismo hace falta asesoría técnica que les ayude a los productores a obtener mayores producciones.

### Recomendaciones

Con base en la experiencia de haber realizado este trabajo de investigación, se presentan a continuación algunas recomendaciones y sugerencias que pueden ser de utilidad en trabajos que complementen esta investigación, o bien, en el planteamiento de futuros trabajos relativos al desarrollo en el municipio de El Oro, Durango.

Se propone vincular a los productores, con las instituciones de educación media superior y superior, para que juntos coadyuven en el desarrollo municipal. Las instituciones de Educación media superior pueden fungir el objeto de dar asesoría a los productores, ya que es en estas instituciones en donde se está generando conocimiento.

Así mismo se propone, ampliar el estudio e integrar la información de los productores no apoyados con la finalidad de hacer una comparación de los resultados de las condiciones reales de ambos grupos y analizar con mayor exactitud las repercusiones que pueden presentarse entre los ganaderos apoyados con algún programa productivo y los que no están siendo apoyados.

También se debe de lograr que las actividades agropecuarias creen fuentes de empleo. De esta manera se lograría impactar más en el desarrollo rural. Debido a que las fuentes de empleo en el municipio son escasas y actualmente no se vio reflejado un aumento a causa de la implementación de la ganadería.

Finalmente hay que considerar que mientras en la solución a los problemas rurales no sean considerados, al menos dos tipos de productores: aquéllos productores incorporados al mercado, que han logrado capitalizarse, y aquéllos de autoconsumo, de escasos recursos y caracterizados por una economía familiar, estas medidas seguirán fracasando. No se debe de pensar en dar solución a solo un aspecto de los problemas, sino por el contrario hay que tratar de visualizar los problemas con una visión sistémica, y acorde a diferentes contextos.

### Referencias

Camou Healy, Ernesto, 1998, *De rancheros, poquiteros, orejanos y criollos, el colegio de Michoacán*, Centro de investigaciones en alimentación y desarrollo A. C.

De Janvry, Alain y Elisabeth Sadoulet, 2004, "Hacia un enfoque territorial del desarrollo rural, Universidad de California", Costa Rica.

H. ayuntamiento, el Oro, Durango, 2010-2013, "punto de acuerdo del h. ayuntamiento de el oro, Dgo. Proyecto: Construcción de colector de aguas residuales en arroyo del agua buena, en la cabecera municipal de el oro, Dgo".

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), 1996, *Durango, indicadores básicos censales VII censos agropecuarios*, 1ª ed., Aguascalientes, Aguascalientes.

INEGI e INE (Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Instituto Nacional Electoral), 2000, *Indicadores de desarrollo sustentable en México*, 1ª ed., Aguascalientes, México.

Martínez Carrasco, Federico, José B. Colino Sueiras y Manuel Ángel Gómez Cruz, 2013, *Pobreza y políticas de desarrollo rural en México*, Estudios Sociales.

Merino, Mauricio, 2009, "Los programas de subsidios al campo, las razones y las sinrazones de una política mal diseñada", *cide*, núm.229.

Pick, Susan y Ana Luisa López, 2000, *Cómo investigar en ciencias sociales*, 4ta ed., editorial trillas, México, D. F.

Ríos Rentería, Ismael (2014). "El impacto socio-económico y ambiental de los programas agropecuarios en el municipio de El Oro, Durango". Tesis de Maestría en Administración Integral del Ambiente. El Colegio de la Frontera Norte, A.C., y el cicese, Tijuana, B. C., México.

Sagarpa (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), 2001, *Ley de Desarrollo Rural Sustentable*, en <<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Paginas/LeyDesarrolloRuralSustentable.aspx>>, consultado 17 de junio de 2013.

Semarnat (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2009, *Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular*, sector Hidráulico.

### Notas Biográficas

El Mtro. **Ismael Ríos Rentería** es docente investigador en el Instituto Tecnológico Superior de Santa María de El Oro, Durango. Terminó sus estudios de postgrado en la Maestría en Administración Integral del Ambiente, en el Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, México.

# Categorización de los productos regresados para la remanufactura utilizando Metodología Bayesiana

M.I.I. Luz Isaura Rodríguez Aguilar<sup>1</sup>, Dr. Manuel A. Rodríguez Medina<sup>2</sup>,  
Dr. Jaime Sánchez Leal<sup>3</sup>, Dr. Manuel Iván Rodríguez Borbón<sup>4</sup>

**Resumen:** En la actualidad muchas compañías están implementando programas de reciclado y de remanufactura, gran cantidad de productos y componentes está siendo utilizado para operaciones de remanufactura (partes automotrices, computadoras, cartuchos de impresoras, cámaras fotográficas, etc.). Uno de los principales problemas a los que se enfrenta estos sistemas de producción es la categorización (clasificación) de los productos que regresan a las empresas para ser remanufacturados, debido a que estos tienen una variabilidad significativa que complica el control de los inventarios. El objetivo de este artículo es ejemplificar la categorización de los productos regresados para ser utilizados en el proceso de remanufactura cumpliendo los estándares de calidad y además de ayudar a la toma de decisiones de la eliminación de la menor cantidad de componentes ayudando así a reducir los costos. La metodología utilizada será basada en análisis Bayesiano con simulaciones basada en métodos de Monte Carlo Cadenas de Markov.

## Introducción

Es importante diferenciar el proceso de reparación con el proceso de remanufactura. El primero se dedica solo a reparar el daño o el defecto del producto, por otro lado, la remanufactura contempla analizar todos los componentes del producto estén o no defectuosos y su objetivo principal es regresarlos a sus condiciones normales de operación. Con la remanufactura, un producto de retorno utilizado es a menudo desmontado, probado, reprocesado, se le reemplazan todas las piezas que se hayan encontrado defectuosas con piezas que cumplan los estándares de calidad establecidos para el tipo de producto. Los productos resultantes deberán ser tan buenos como uno nuevo y podrán ser utilizados para satisfacer la demanda del mercado.

Pero los procesos de remanufactura no deben considerarse solo como un buen negocio para las compañías que en la actualidad están realizando operaciones de remanufactura, también proporcionan una oportunidad para alcanzar un medio ambiente sustentable. Por ejemplo, LuuQuocDat et al.(2012) menciona que se pueden optimizar los costos de logística inversa para el reciclado de productos eléctricos y electrónicos al final de su vida útil. Para reducir su impacto negativo al medio ambiente y los humanos, estos desperdicios al final de su ciclo de vida necesitan ser apropiadamente manejados, procesados, desechados y si es aplicable su re-manufactura, reciclado y reúso.

La logística inversa es el proceso de planificar, implementar y controlar el flujo eficiente y efectivo de materiales, productos y la información de los puntos de consumo hasta el punto de origen, con el propósito recuperarlos o que tengan una eliminación adecuada (Rogers 1999). El objetivo de la recuperación del producto es recuperar la mayor parte del valor económico y ecológico, reduciendo las cantidades finales de residuos. (Thierry,1995).

Pero muchas de las empresas no se dedican exclusivamente a la remanufactura si no que operan en conjunto con plantas de manufactura que en conjunto satisfacen la demanda del mercado. A estos sistemas se les conoce como sistemas de manufactura híbridos o sistemas de remanufactura. Aras et al. (2004).

Un sistema híbrido es aquél donde existen varios modos de operación, de dinámica continua en el tiempo, y transiciones entre dichos modos, que ocurren en ciertos instantes, bajo ciertas condiciones. Estas transiciones son descritas a través de modelos dinámicos de tipo discreto. En pocas palabras, los sistemas híbridos integran dinámicas continuas y discretas. (Mahla, 2004).

Existen diferencias que deben tomarse en cuenta al trabajar con estos sistemas de producción en donde existen operaciones de manufactura y remanufactura, por ejemplo, el control de los inventarios debido a el flujo de los productos de retorno. Otra de las diferencias a tomar en cuenta es la calidad de los "componentes"

<sup>1</sup> M.I.I Luz Isaura Rodríguez Aguilar es Estudiante del Doctorado en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [luz\\_rodriguez10@yahoo.com.mx](mailto:luz_rodriguez10@yahoo.com.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Dr. Manuel A. Rodríguez Medina es Catedrático en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [manuel\\_rodriguez\\_itcj@yahoo.com](mailto:manuel_rodriguez_itcj@yahoo.com)

<sup>3</sup> Dr. Jaime Sánchez Leal es Investigador en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. [jsanchez@itcj.edu.mx](mailto:jsanchez@itcj.edu.mx)

<sup>4</sup> Dr. Manuel I. Rodríguez Borbón. es Catedrático en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [ivan.rodriguez@uacj.mx](mailto:ivan.rodriguez@uacj.mx)



ya que en las operaciones de manufactura tradicional se puede tener control de los proveedores ya sea por medio de auditorías o el cumplimiento de especificaciones, mientras que en las operaciones de remanufactura se tiene incertidumbre sobre la calidad de los productos de retorno. Entonces la variación en la calidad de los productos devueltos es un problema significativo.

Es importante plantearnos la siguiente pregunta; ¿Los productos de retorno tienen la misma calidad? Decir que sí, sería una suposición muy poco realista, como también lo sería decir que los tiempos de retorno son los mismos o que las tasas de retorno son siempre iguales. Y en este punto es donde se crea la necesidad de categorizar los productos. Asumiremos que los productos pueden ser categorizados de acuerdo a la calidad de los productos, como retornos de alta calidad y de baja calidad. Aras et al. (2004).

Para lograr este objetivo se propone desarrollar un modelo de cadena de Markov de tiempo continuo de un sistema de producción-fabricación para inventario con remanufactura. Este modelo permite analizar y comparar las dos alternativas, y se da prioridad a la calidad cuando existe demanda de los productos. La categorización basada en la calidad también permite incorporar el estado de los productos devueltos en las decisiones de eliminación. Aras et al (2004). La Fig. 1 muestra el diagrama de flujo propuesto por Aras et al. (2004)

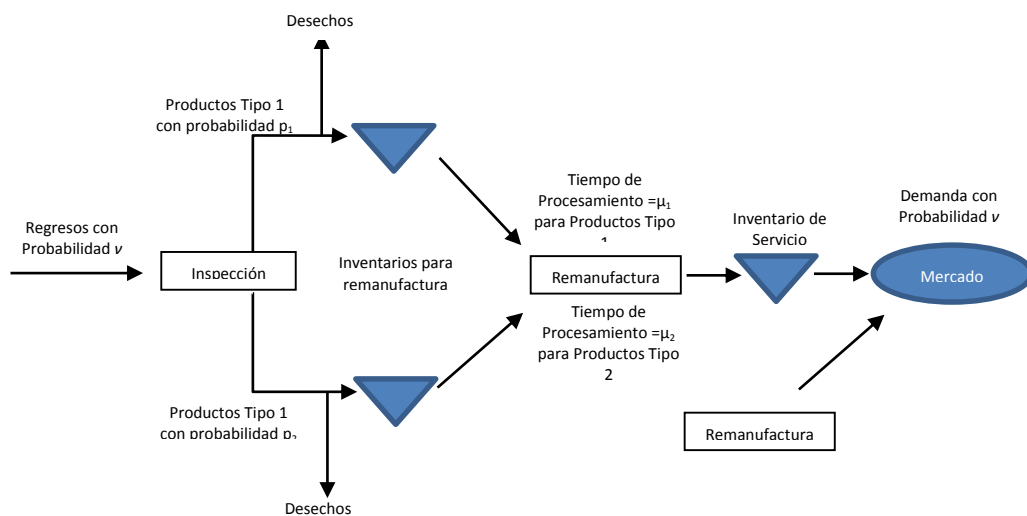


Fig. 1 Diagrama de flujo de un proceso de remanufactura

Kıvanç Aksoy (2010) Establece que un sistema de remanufactura se puede modelar como una colección de diversas áreas de servicio donde los trabajos llegan a diferentes velocidades y servicios de demanda con tiempos de procesamiento desiguales. Considera que la tasa de recuperación en periodos consecutivos son variables estocásticas independientes e idénticamente distribuidos. En un porcentaje de recuperación del sistema de refabricación /fabricación. La Fig. 2 es el modelo propuesto por Aksoy.

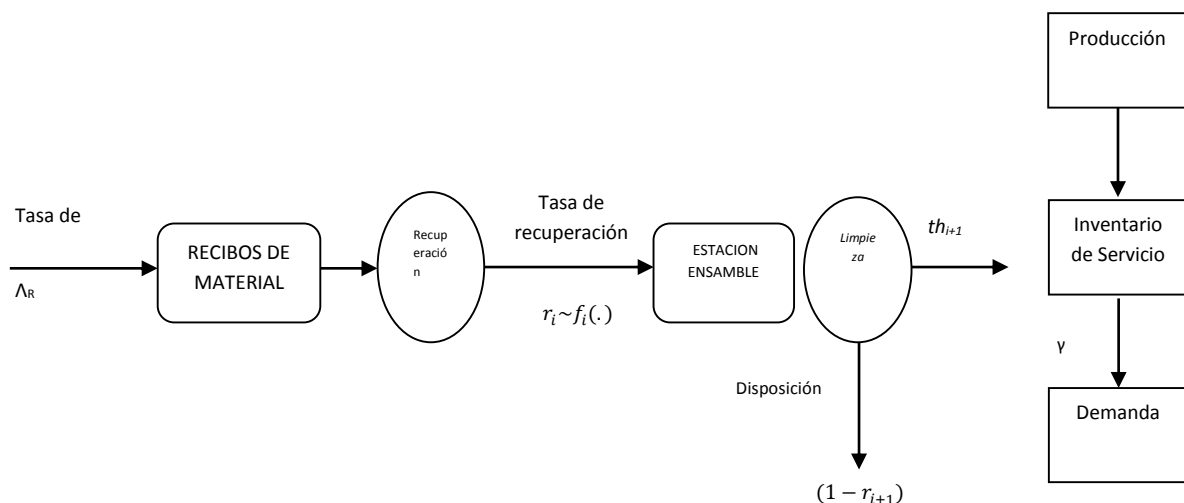


Fig. 2 Sistema de Remanufactura con tasa de recuperación estocástica

Con la remanufactura, un producto de retorno que es utilizado, a menudo desmontado, reprocesado, sus partes se ensamblan en un nuevo producto. R. W. Grubbström (2006). En el proceso de reconstrucción, un bajo porcentaje de los productos no es reutilizable, esto no genera gran problema ya que siempre es posible completar la cantidad deficiente con nuevos elementos o materiales comprados a proveedores externos para satisfacer la demanda en un período determinado. Sin embargo, la tasa de recuperación variable de un producto complica la producción y la planificación de inventario.

La probabilidad es la única medida de la incertidumbre acerca de todas las cantidades desconocidas: parámetros no observables, valores perdidos o mediciones erróneas o futuros o respuestas no observados (predicciones). No se necesitan replicas hipotéticas en la inferencia Bayesiana.

Un objetivo primario de la inferencia Bayesiana es resumir la información disponible sobre los parámetros desconocidos que definen los modelos estadísticos a través de la especificación de funciones de densidad de probabilidad. "Parámetros desconocidos que definen modelos estadísticos" se refiere a cosas iguales a probabilidades de falla o significa tiempos de vida de sistemas; estos son los parámetros de interés. "Información disponible" normalmente viene en la forma de datos de prueba, experiencia con sistemas relacionados, y juicios de ingeniería. Las "Funciones de densidad de probabilidad" ocurren en cuatro tipos: densidades previas, densidades de muestreo o funciones de verosimilitud, densidades posteriores y densidades predictivas. Hamada et al (2008)

### **Desarrollo del Modelo y Análisis**

Para propósitos de este documento consideraremos una planta de manufactura/ remanufactura de bombas Diesel. Las piezas llegan al área de almacén y de ahí entran al proceso de remanufacturación a diferentes tiempos y con diferentes calidades. La Fig. 3 muestra el diagrama de flujo propuesto del proceso de desensamble.

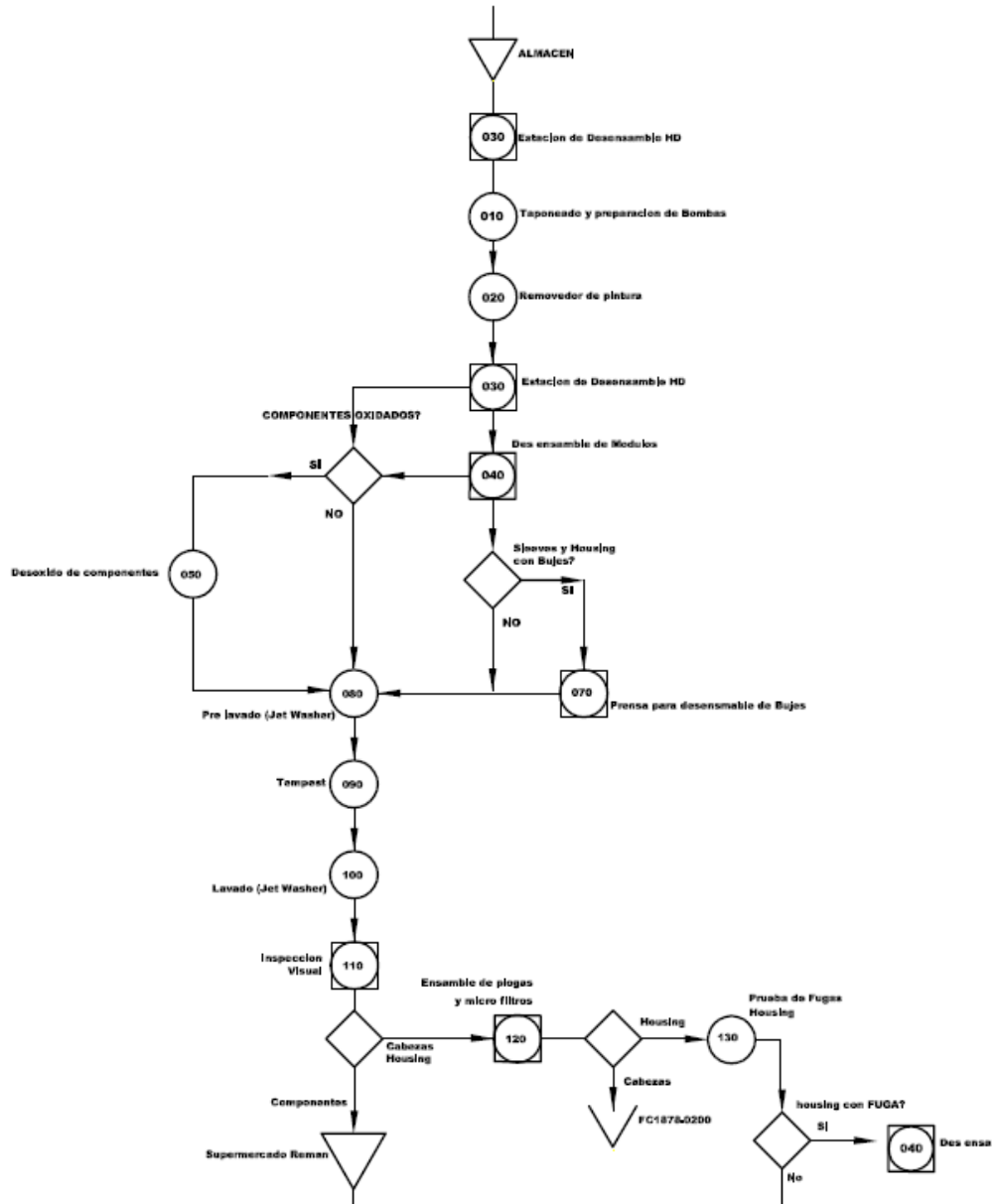


Fig. 3 Diagrama de Operaciones de Desensamble

Se busca analizar el efecto de la tasa de recuperación en el costo total de la función en las diferentes etapas de recuperación del producto. Se consideraran como en un principio se definió dos categorías de regresos uno de alta calidad y otro de baja calidad, los cuales definiremos como RT1 y RT2. Para cada producto RT1 se tendrá probabilidad  $p1$  y para RT2 se tendrá probabilidad  $p2$ , ( $p1+p2 = 1$ ).

Los productos RT1 requerirá de menos esfuerzo de remanufactura el valor de lo que puede ser recuperado aumenta de acuerdo a la calidad del producto regresado. Esto de acuerdo a lo propuesto por Aras et al. (2004) tiene las siguientes implicaciones en los parámetros del modelo propuesto:

1. El tiempo de remanufactura de los RT1 será más corto que los de RT2.
2. El costo de remanufactura de los RT1 será menor a los de RT2.
3. El desperdicio de los RT1 será menor que para los RT2.

Como podemos ver en el diagrama de flujo y lo corroboramos con los datos recabados no todos los productos que regresan pueden ser remanufacturados y tienen que ser enviados al desperdicio. Lo anterior nos lleva a definir otras dos variables ST1 y ST2.

Agregaremos otra variable, a la cual denominaremos  $m$  que será el costo agregado de manufactura que en el cual incluiremos el material de producción, inventario y los costos por posibles ventas perdidas. También

es importante definir variables para los inventarios disponibles, inventarios de servicio, en proceso, productos regresados remanufacturados, regresados enviados al desperdicio, los cuales se definen a continuación:

- IRT<sub>1</sub>, IRT<sub>2</sub>= Inventario de remanufactura disponible.
- I<sub>s</sub>= Inventario de servicio
- IW<sub>1</sub>, IW<sub>2</sub>= Inventario en proceso
- R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>= Número de productos regresados remanufacturados
- DRT<sub>1</sub>, DRT<sub>2</sub>= Número de productos regresados enviados al desperdicio

Debido a que los productos RT1 y RT2 forman parte del inventario de servicio y los inventario de servicio generan un costo definiremos las variables de costo de mantenimiento de inventarios, se definirán como  $Rh_1$  y  $Rh_2$  de acuerdo al tipo de producto y  $CT_h$  será el costo total, el cual se obtendrá desarrollando la siguiente formula:

$$CT_h = Rh_1 \left( \frac{R_1}{R_1+R_2} \right) + Rh_2 \left( \frac{R_2}{R_1+R_2} \right) \quad (1)$$

Tomando como base el modelo de desarrollado por Aksoy (2010) tendremos las siguientes variables:

- $E(PR)$ : Numero esperado de productos regresados por unidad de tiempo.
- $E(P)$ : Numero esperado de unidades probadas por unidad de tiempo.
- $E(Des)$ : Numero esperado de unidades desensambladas por unidad de tiempo.
- $E(Inv)$ : Numero esperado de nivel de inventario disponible por unidad de tiempo.
- $E(Vp)$ : Numero esperado de ventas perdidas por unidad de tiempo.
- $E(R)$ : Numero esperado de productos remanufacturados.
- $c_c$ : Costo de compra de los productos regresados (costo/pieza)
- $c_p$ : Costo de prueba por producto regresado (costo/pieza)
- $c_{des}$ : Costo de desensamblar por producto regresado (costo/pieza)
- $c_{is}$ : Costo de mantener inventarios por productos regresado (costo/pieza/tiempo)
- $c_{vp}$ : Costo de ventas perdidas (costo/pieza/tiempo)
- $c_r$ : Costo de operaciones de remanufactura por estación de trabajo j (costo/pieza)

Con esta información podemos desarrollar la siguiente fórmula

$$E(CT|r_i) = c_c E(PR) + c_p E(P) + c_{des} E(Des) + c_{is} E(Inv) + c_{vp} E(Vp) + c_r E(R) + CT_h + IRT_1 + IRT_2 + I_s + IW_1 + IW_2 + DRT_1 + DRT_2 \quad (2)$$

La determinación de las variables y la categorización de los productos nos permitirán desarrollar un modelo para la reducción de costos de remanufactura.

Algunos de los costos a considerar en el análisis numérico de esta investigación son los siguientes:

Descripción	Costo Unitario (DlIs)
Name Plate	\$0.22
Pump Tappet	\$11.37
Gasket (Pump Head to Housing)	\$4.27
Adapter	\$13.59
Expander Plug	\$0.29
Wiring Harness	\$5.69
Heat Shrink Tubing	\$0.22
Fuel Control Actuator	\$27.32
O-ring	\$0.10
Orifice Plug	\$2.77
Filter Screen	\$0.55
Socket Head Capscrew	\$0.09
O-ring Seal	\$0.15
Camshaft	\$69.81
Dowel Pin	\$0.31
O-ring Seal	\$0.47
Body (Housing)	\$96.90
Expander Plug	\$0.60
Sleeve	\$13.10
Sleeve	\$7.20

## Comentarios Finales

El presente documento es parte de una investigación que todavía está en curso y será de utilidad a la empresa maquiladora por que le permitirá un mejor control de los inventarios y un proceso más efectivo de recuperación de los productos, ya que a través de una mejor selección de la cadena de distribución puede recuperar una mayor cantidad de componentes para remanufacturar y solo se invertirá un porcentaje menor en las partes nuevas que integren el producto.

## Referencias

1. Roger M Hill. Applying Bayesian methodology with a uniform prior to single period inventory model. MSOR Department University of Exeter, Exeter EX4 4QE, UK Received 1 December 1995: accepted 1 July 1996.
2. H. Kivanc Aksoy, Bayesian updating of recovery rate distribution, Eskişehir Osmangazi University, Turkey, 90(222)239-3750, March 2010.
3. Necati Aras et al 2004, The effect of categorizing returned products in remanufacturing, *IIE Transactions* (2004) **36**, 319-331
4. Michael S. Hamada, Bayesian Reliability, ISSN 0172-7397 ISBN 978-1-4419-2673-9 2008
5. Revista Electrónica Electro Industria, Sistemas Híbridos Un nuevo concepto para modelar sistemas y procesos complejos, Mahla, 2004
6. Kroon, L., Vrijens G. Returnable containers: an example of reverse logistics , INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION & LOGISTICS MANAGMENT, Vol. 25 No.2 1995. pp 56-68.
7. Maslennikova, I., Foley D. Xerox's Approach to Sustainability, INTERFACES 30:3: 3 May- June 2000 (pp. 226-233).
8. Rogers, Dale S.; Melamed, Benjamin; Lembke, Ronald S; Modeling and Analysis of Reverse Logistics; JOURNAL OF BUSINESS LOGISTICS; Volume: 33 Issue: 2 Pages: 107-117 DOI: 10.1111/j.0000-0000.2012.01043.x Published: JUN 2012.
9. LuuQuocDat; Doan ThiTrucLinh; Chou, Shuo-Yan; et al.; Optimizing reverse logistic costs for recycling end-of-life electrical and electronic products; EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATIONS; Volume: 39 Issue: 7 Pages: 6380-6387 DOI: 10.1016/j.eswa.2011.12.031 Published: JUN 1 2012.
10. Lambert, Serge; Riopel, Diane; Abdul-Kader, Walid; A reverse logistics decisions conceptual frameworks, COMPUTERS & INDUSTRIAL ENGINEERING; Volume: 61 Issue: 3 Pages: 561-581 DOI: 10.1016/j.cie.2011.04.012 Published: OCT 2011.
11. Pochampally, Kishore K.; Gupta, Surendra M., Use of liner physical programming and Bayesian Updating for design issues in reverse logistics; INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH Volume: 50 Issue: 5 Special Issue: SI Pages: 1349-1359 DOI: 10.1080/00207543.2011.571933 Published: 2012.
12. Dowlatshahi,S; Developing a Theory of Reverse Logistics; May-June 2000 (pp. 143-145).

# Diseño de un sistema de jalón para reducción de inventario en proceso en una planta de ataúdes de madera

Ing. Sergio Rodríguez Batres<sup>1</sup>, Dra. Martha-Patricia García Martínez<sup>2</sup>,  
Dr. Ramón Ontiveros Martínez<sup>3</sup>

**Resumen**— Este trabajo presenta una investigación de campo y se sustenta en un caso de estudio realizado en una empresa líder en la fabricación de ataúdes de madera ubicada en la ciudad de Chihuahua pero que envía sus productos a sus mercados principales los Estados Unidos y Canadá. Debido a la incertidumbre y variabilidad que presenta la demanda de ataúdes hoy en día en esos países y a que la madera almacenada, en calidad de materia prima, significa un alto costo por el fácil deterioro, la empresa decidió buscar una alternativa para lograr optimizar sus niveles de inventario. Esto motivó a realizar un estudio que permitiera reducir el inventario en proceso (wip) y bajar los costos, para lo cual y a través de la utilización de herramientas de manufactura esbelta, se desarrolló un diseño de sistema de jalón para los diferentes componentes de madera usados en la fabricación del producto, asimismo el estudio muestra el proceso de análisis de la situación actual de la empresa, mediante mapeo de la cadena de valor, el desarrollo de cálculos para establecer los inventarios óptimos y el diseño de contenerización y almacenaje. El estudio forma parte de una tesis de maestría y se encuentra en su fase intermedia.

**Palabras clave**— Manufactura esbelta, Sistemas de jalón, Mapeo de cadena de valor.

## Introducción

Las compañías que fabrican ataúdes se enfrentan, hoy en día, a una alta incertidumbre y variabilidad en la demanda del producto debido a varios factores: el cambio generacional en costumbres y preferencias y el costo. Revisando la literatura, se observa que en el pasado y por motivos religiosos las personas era inhumadas preferentemente, hoy en día esas tradiciones han estado cambiando, en los Estados Unidos 4 de cada 10 personas están prefiriendo la cremación, y este número sigue en aumento cada año, de acuerdo a la NFDA (*National Funeral Directors Association*); la preferencia por la cremación tiene varias razones, entre los principales se encuentran: el costo, ya que un servicio crematorio es un 50% inferior al costo de una inhumación y una mayor flexibilidad ya que las exequias se pueden hacer en tiempos diferidos y las cenizas pueden ser conservadas en casa, en el jardín, o simplemente en el lugar favorito del ser querido.

La empresa seleccionada para el estudio, es líder en la fabricación de ataúdes de madera, está localizada en la ciudad de Chihuahua y sus mercados de consumo se encuentran en Estados Unidos y Canadá. La empresa tiene como meta ser competitiva, lograr nivel alto de servicio al cliente y mantener su calidad y requiere poner atención en la materia prima y sus niveles de inventario, ya que la madera es un componente caro, semi perecedero, debido a que tiende a degradarse a través del tiempo, de ahí la importancia de tener justo lo que se necesita. Este estudio toma como ejemplo, los casos de éxito de compañías automotrices y de otros giros que adoptaron la manufactura esbelta y que han tenido resultados satisfactorios; se desea comprobar la efectividad de estas herramientas, y demostrar que pueden ser aplicadas en la industria de la madera y sus procesos de transformación y productos terminados.

El estado del arte muestra que la implementación de manufactura esbelta se ha convertido en una de las estrategias de negocios más utilizada para reducir los niveles de inventario (Smalley, 2004), eliminar todo aquello que no agrega valor, mejorar los principales indicadores de desempeño y provocar el cambio cultural de trabajo; para ello se cuenta con herramientas que tienen una connotación filosófica de alto grado de efectividad (Álvarez, 2012; Spears and Bowen, 1999). Este estudio ha seleccionado la herramienta de mapeo de la cadena de valor para desarrollar un análisis al proceso de la situación actual de la empresa, el sistema de jalón como estrategia de producción y las técnicas de manejo de materiales para el diseño contenerización y almacenaje de la madera y producto terminado, todo esto con el objetivo de reducir el inventario en proceso, elevar los índices de productividad y ofrecer alta calidad al mínimo costo. El trabajo se presenta en cinco secciones como sigue: una introducción, el marco teórico, el estudio de caso, los resultados y las conclusiones.

<sup>1</sup> Sergio Rodríguez Batres. Ingeniero Industrial, alumno de la maestría en Ingeniería Industrial en el ITCH II, Lean Lider

<sup>2</sup> Martha Patricia García M. Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad de Navarra (España), Profesora de Posgrado de la maestría en Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Chihuahua II. [patytec2@yahoo.com](mailto:patytec2@yahoo.com).

<sup>3</sup> Ramón Ontiveros M... Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de Valencia (España), Profesor de Posgrado de la maestría en Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Chihuahua II.

### Descripción del Método

La metodología utilizada en este estudio se refiere a una investigación de campo, clasificada del tipo cuantitativa y cuyo motivo es exploratorio. La estrategia para la recolección de datos que se utiliza es el “estudio de caso”, se tomó como base de datos los últimos 12 meses laborales y se hizo una revisión a la literatura y al estado del arte.

#### Marco teórico

Los conceptos principales en el desarrollo de esta investigación son: manufactura esbelta, los sistemas de jalón y mapeo de la cadena de valor. La manufactura esbelta es una filosofía de trabajo que cuenta con un conjunto de herramientas, técnicas y disciplinas que tienen como objetivo identificar y eliminar el desperdicio o despilfarro esto es lo que no agrega valor a un producto o servicio (Womack, 2003). El sistema de jalón o *pull system* es un principio de manufactura esbelta capaz de atender la demanda de una manera fiable y con menor cantidad de stocks que los sistemas tradicionales de planificación tipo empuje o *push* (Fortuny, 2008); el sistema de jalón consiste en hacer que el cliente “jale” la producción según sus necesidades, logrando así conocer la demanda de fabricación (Hopp, and Spearman, 2004). El mapeo de la cadena de valor conocido como el “*value stream mapping*” es un proceso donde a través de la observación en las áreas de manufactura se registra, analiza y evalúa el flujo de material, de información y de personas y permite de manera gráfica identificar los despilfarros y desarrollar proyectos de mejora. Una cadena de valor se define como todas las acciones de valor agregado y no valor agregado necesarias para mover un producto a través de los principales flujos, por ejemplo el flujo de producción desde la materia prima hasta el cliente o desde el diseño o concepto hasta el lanzamiento del producto (Rother, 2009); de esta manera se tiene un manejo y control de inventarios donde se produce cuando realmente los componentes están bajo un sistema de control físico y se tiene certeza de cuantas piezas se tienen, donde están ubicadas dentro del almacén o del proceso y cuál es el destino o el plan para cada parte (Harris, 2008).

#### El estudio de caso

Durante el año fiscal 2014 el cual comprende de octubre 2014 a septiembre a 2015, una empresa manufacturera líder en la fabricación de ataúdes de madera, decidió iniciar la reducción de inventario en proceso y materia prima debido a que se contaban con 2.4 millones de dólares en planta y como parte de los retos organizacionales para incrementar la productividad y rentabilidad de la compañía se debía reducir 20% del inventario. La compañía está comprometida con la calidad y la mejora continua y es líder en el mercado en la venta de ataúdes de madera y metálicos en los Estados Unidos y Canadá, sin embargo, en los últimos años el nivel de ventas ha ido reduciéndose por el creciente mercado de la cremación y la competencia de las otras compañías, y de otras micro empresas. La compañía tiene un sistema de manufactura continuo en una línea principal de ensamble y varias líneas de sub ensamble donde se fabrican varios componentes que son parte del producto principal. La empresa tiene un proceso de bajo volumen alta mezcla, por tal motivo la programación de la producción actual se hace de manera que se vayan produciendo todos los modelos, uno tras otro. En la manufactura convencional se produce en lotes actividad que no es posible en este proceso por las restricciones de cada modelo ya que no solo cambian algunos componentes sino el contenido del trabajo completo. Actualmente la empresa tiene 380 empleados variando estacionalmente debido al nivel de ventas es cíclico. La compañía ofrece una gama de opciones y personalización de su producto, por tal motivo se pueden producir alrededor de 80 modelos de ataúdes diferentes con 600 números de parte. El estudio se inició partiendo de la meta de reducir el valor del inventario en planta. El primer paso propuesto fue hacer un mapeo de la cadena de valor a través de todos los procesos, luego definir el estado futuro y basados en ese estado futuro iniciar con el diseño del sistema de jalón.

Se definió una metodología estándar, de manera que los pasos que se siguieran fueran claros y pudieran ser seguidos de manera sencilla por el equipo de trabajo seleccionado para llevar a cabo esta tarea:

1. Mapeo de cadena valor actual.
2. Análisis de ideas (ice) por sus siglas en inglés (*impact, control, ease*).
3. Desarrollo de mapeo de cadena de valor futuro.
4. Dividir los proyectos en segmentos o puntos de conexión (*loops*).
5. Diseño del sistema de jalón.
6. Cálculos para el sistema.
7. Contenerización.
8. Trabajo estándar.

Se hizo un mapeo general del área de producción, para dividir el flujo de los diferentes componentes y analizar cada número de parte a través del flujo de producción. El proceso trabaja con familias de parte, cada familia de

componentes tiene hasta 30 o 40 números de parte y cada familia tiene puntos de conexión diferentes a lo largo del flujo de producción, debido al tipo de modelo. Por ejemplo una moldura de un modelo estándar va directo a ensamble a la línea, sin embargo una moldura de un modelo de lujo, va primero al área de pintura, luego al área pulido luego a ensamble. Estas diferencias hicieron complejo el trabajo de mapeo, Por lo tanto se decidió dividir el proceso en sub-cadenas de valor y sus diferentes puntos de conexión (*loops*) como segmentos para realizar el análisis correspondiente ya que cada proceso tiene capacidades y restricciones diferentes.

Teniendo la división en el mapeo de la cadena de valor por familia de componentes y por puntos de conexión se inicio el proceso de diseño a través de tarjetas kanban o señales. El mapeo futuro da la pauta para establecer el objetivo deseado, se introdujo el sistema de tarjetas, pero no en todos los procesos aplica tener tarjetas, ya que la señal de reemplazo puede ser contenedor vacío o la tarjeta puede ser por piezas o por un lote de piezas, esto lo determina la capacidad de los procesos, las restricciones y que concepto es el más conveniente aplicar. La Figura 2 muestra un esquema de los diferentes procesos y ejemplifica cada punto de conexión a efecto de comprender el mapeo.

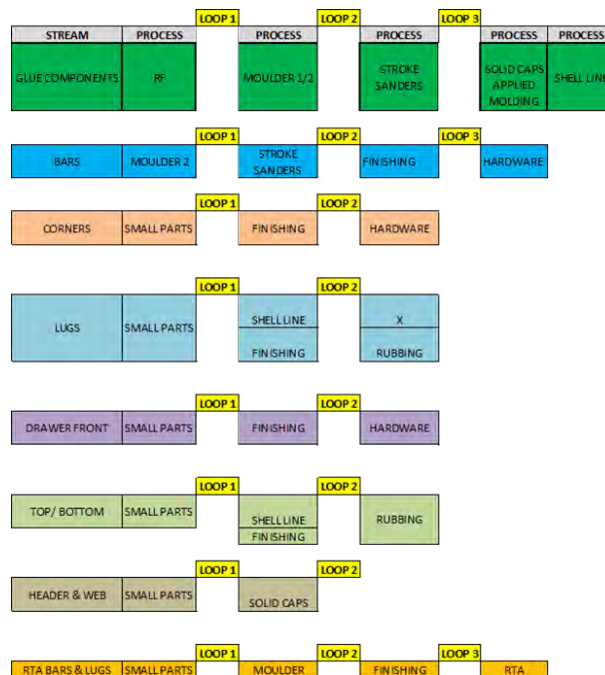


Figura 2. Esquema de los diferentes procesos con cada punto de conexión.

Para el diseño del sistema de jalón hay 3 puntos importantes a tomar en cuenta, (1) los cálculos basados en la demanda histórica con el análisis en la variación histórica por temporada, (2) la variación natural por efecto de los clientes y (3) otros factores que hacen de este rubro algo muy variable y casi impredecible, identificar estos factores es parte de la investigación. Al iniciar el estudio un factor importante a considerar era identificar las temporadas de demanda alta y baja, confirmando a través de datos estadísticos que las personas mueren más en temporada invernal, que en temporada de verano. La Figura 3 muestra la temporalidad de los fallecimientos de 2001 a 2008 de acuerdo a la Oficina de Censos de los Estados Unidos y a su base internacional de datos: en la Figura se puede observar que los meses de diciembre, enero, febrero y marzo hay casi mil personas fallecidas más, que el periodo que comprenden los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

Analizar el factor de temporalidad coadyuvó a resolver el diseño del sistema de jalón, creando tarjetas para jalar y controlar la producción, dedicadas a absorber esas variaciones. Por ejemplo, en temporada alta, se agregaron 1 o 2 tarjetas adicionales al sistema de producción y se estableció un procedimiento para que dejaran de generar señales de reemplazo cuando ya no fuera necesario, y así mostrar el síntoma que los requerimientos de los clientes estaban bajando de nivel de demanda. Y de la misma manera el generar señales más de lo habitual era porque se tenían que agregar más tarjetas al sistema. Otro factor importante que se tuvo que considerar para evitar inflar el inventario o quedarse sin materiales, fue la variación natural por efecto de los clientes, para ello se usó el modelo donde se calcula el tiempo de reemplazo por el proceso, es decir considerar el tiempo que el proveedor puede reemplazar el



material, más el material que se debe tener para absorber las variaciones de los clientes, más el inventario de seguridad por problemas de calidad. De esta manera se pudo agregar al diseño de jalón un sistema que fuera confiable y evitara que hubiera paros de líneas por falta de componentes, lo que también ayudó a evitar tener exceso de inventarios por tener un sistema demasiado acolchonado. La filosofía del sistema de jalón es estricta en solo construir lo que el cliente está demandando, en este caso fue algo complejo debido a las restricciones que se derivan de procesos con capacidades distintas, cambios de modelo muy largos, problemas de calidad o falta de confiabilidad en algunos procesos y otros factores que normalmente hacen que los inventarios se incrementen.

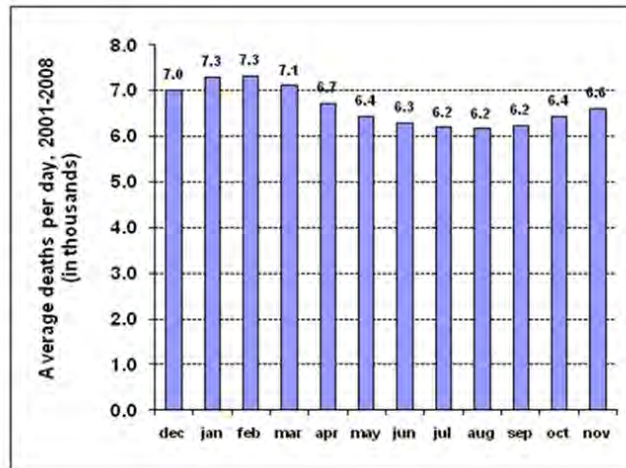


Figura 3. Cantidad de muertes al día en los Estados Unidos por mes en el periodo 2001-2008 (fuente: oficina de censos de los Estados Unidos, Winter skills).

Existen varios modelos para hacer el cálculo del inventario óptimo, en este caso se utilizó, por ser el más idóneo para la el tipo de demanda de la empresa, el modelo que se presenta en la Figura 4.



Figura 4. Modelo de cálculo de inventarios para un sistema de jalón

Una vez determinados los niveles de inventario, el estudio debe de determinar el diseño de los contenedores de materiales que son asignados a cada proceso y que alimentan el área de manufactura, de tal manera que estos contenedores contengan y administren los materiales en las cantidades adecuadas. Decidir el tamaño del contenedor es muy importante y debe basarse en el tamaño de lote, el tipo de material y las restricciones de espacio en el área. El estudio arrojó la necesidad de crear la estrategia de “supermercados”. Los “supermercados” son contenedores

específicos que almacenan varios números de parte de los materiales y sub-ensambles de cada modelo a producir y de acuerdo al programa se colocan en las líneas de producción para suministrar justo lo que se necesita.

Para terminar el proceso de implementación, del sistema de jalón la estandarización es el proceso más importante, ya que de manera sistemática todo el personal debe conocer las reglas y las actividades que le corresponde hacer, las contingencias por si hay algo fuera de control y conocer la forma de reaccionar ante eventos inesperados del cliente. Documentar el sistema adecuadamente cumpliendo los tres principales puntos del trabajo estándar, que son: se entendible y repetible por cualquier miembro de la organización, contar y servir como control visual y tener una auditoria de niveles donde se verifique la ejecución y tomar datos para la mejora continua. Este estudio y el proceso de implementación están por concluirse con el establecimiento del trabajo estándar para cada usuario del sistema de jalón.

### Resultados

A la fecha se tienen los primeros resultados de la implementación del sistema de jalón en la empresa. Por el tipo de proceso y el tipo de producto algunos inventarios lograron bajar hasta un 90%, pero hubo unos que en lugar de bajar subieron ya que no está bien calculada la cantidad optima en el sistema de jalón, esos números de parte normalmente generaban paros de línea por desbaste del sub-ensamble, al hacer los cálculos correspondientes la información arrojó que era necesario subir la cantidad de inventario por las variaciones y por problemas de calidad. Pero en términos generales se cumplió el objetivo de reducir el inventario en proceso más del 20%, la Figura 5 muestra la reducción de inventario a través de tiempo, desde que hizo el mapeo de la cadena de valor con el estado inicial, pasando por las diferentes fases del proyecto, donde, cabe señalar que se hicieron proyectos *kaizen* para mejorar el estado actual; después de la implementación de sistema de jalón, la depuración y mejora del sistema hasta lograr llegar al estado futuro de acuerdo al mapeo de la cadena de valor.

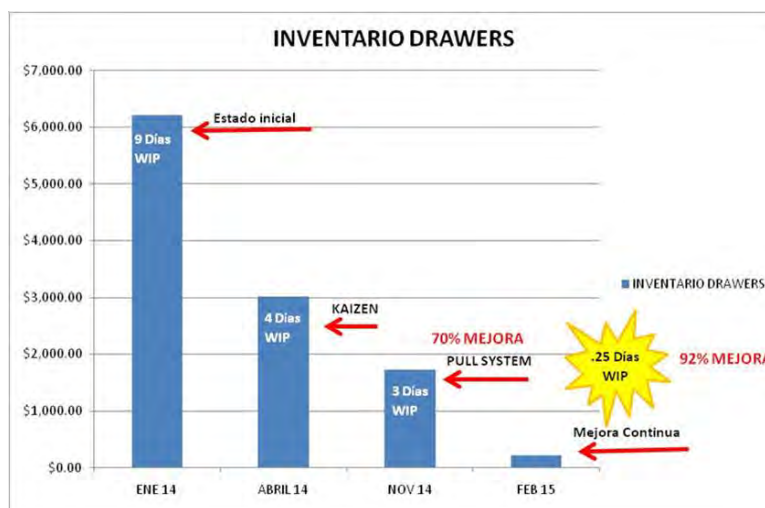


Figura 5 Gráfica de reducción de inventarios del sub-ensamble para el modelo Drawers

### Conclusiones

Los sistemas de jalón realmente son una herramienta eficiente en la reducción de inventarios, las herramientas usadas realmente llevaron al cumplimiento de la meta de reducción del inventario en proceso. El mapeo de la cadena de valor gráficamente representa el panorama del estado actual y permite establecer las estrategias y proyectos para diseñar un estado futuro. Se puede concluir que la manufactura esbelta y todas sus herramientas son de carácter universal y que pueden aplicar a cualquier tipo de industria, servicio o pequeño negocio. La presente investigación aún debe de validar en otros modelos su capacidad por lo que se continua con la implementación del sistema de jalón para el resto de los componentes. Cabe señalar que los resultados obtenidos aportan las bases para otra investigación que combine seis sigma y logre establecer un sistema de jalón a lo largo de la cadena de suministros.

### Referencias bibliográficas

- Álvarez-Newman, D. (2012). *El toyotismo como sistema de flexibilización de la fuerza de trabajo. Una mirada desde la construcción de productividad en los sujetos trabajadores de la fábrica japonesa (1994-2005.)* Revista de Estudios Transfronterizos. Vol. XII / N° 2 // pp. 181-201. Recuperado de: <http://www.scielo.cl/pdf/ssa/v12n2/art08.pdf>
- Fortuny, J.; Cuatrecasas, LL.; Cuatrecasas, O.; Olivella-Nadal, J. (2008). *Metodología de implantación de la gestión lean en plantas industriales.* Universia Business Review.

- Harris, C. & Harris R. (2008): *Getting Started. Lean Connections. Making Information Flow Efficiently and Effectively*. Taylor & Francis. New York.
- Hopp, W.J.; Spearman, M.L. (2004). *To pull or not to pull: what is the question?* Manufacturing & Service Operations Management. Vol. 6, pp. 133–148.
- Rother Mike & Shook John. (2009). *Learning to See Value Steam Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise. Cambridge, MA.
- Smalley, A. (2004). *Creating level pull*. The Lean Enterprise Institute.
- Spear and Bowen. (1999). *Decoding the DNA of the Toyota Production System*. Harvard Business Review. Recuperado de <https://hbr.org/1999/09/decoding-the-dna-of-the-toyota-production-system>
- Winter kills: *Excess Deaths in the Winter Months*. Recuperado de <http://wattsupwiththat.com/2010/01/06/winter-kills-excess-deaths-in-the-winter-months/>
- Womack P. J & Jones T, D. (2003). *Lean Thinking. Banish Waste And Create Wealth In Your Corporation*. Free Press, New York.

# Análisis del modelo educativo basado en competencias: Herramienta de evolución académica

Lic. Ana María Rodríguez Calleros.<sup>1</sup>, M.C. Miriam Magdalena González Muñoz<sup>2</sup> y Lic. Alejandro Alvírez Márquez<sup>3</sup>

**Resumen**— La formación universitaria está siendo modificada en cuanto a los contenidos del aprendizaje debido al cambio de modelo educativo y al acelerado cambio de los conocimientos. Es menester de la educación superior atender la formación de individuos que se ajusten a los problemas cambiantes y diversas circunstancias de manera certera, que permee a los individuos de capacidades que les permitan ajustarse a las demandas de la disciplina de su formación académica así como al ámbito laboral cuando así se requiera.

Como consecuencia de dichas necesidades surge como alternativa la Educación Basada en Competencias (EBC). Sin embargo, la EBC se enfrenta a la barrera de creencias sumamente arraigadas sobre el quehacer de la enseñanza así como el del aprendizaje y sus evaluaciones, por lo que es necesario analizar el antecedente histórico del modelo, fundamentación y aplicación de las competencias para un mejor entendimiento y aprovechamiento del modelo educativo como herramienta de evolución académica.

**Palabras clave**— Formación Universitaria, Modelo Educativo, Educación Basada en Competencias. EBC

## Introducción

En un análisis de la dinámica económica de carácter global de la actual sociedad posmoderna, se ve la necesidad de que el docente amplíe sus conocimientos para asumir el rol adecuado exigido por los sistemas productivos y educativos, estableciendo en consecuencia políticas educativas que permitan mayor presencia en la forma de abordar su realidad, dando como resultado la implementación del modelo educativo basado en competencias.

De acuerdo a Barrón(2000), Tobón(2006) y Yániz(2008) el desarrollo de competencias orientadas al conocimiento incluye tres campos: el conocimiento mismo donde se involucran la lectura, escritura, el lenguaje y la lógica aritmética. En segundo término encontramos el referente al desempeño profesional, donde se verán involucradas aptitudes y valores referentes al mismo ámbito laboral y como tercer aspecto el técnico donde se manifiestan las habilidades y destrezas en el campo especializado, lo cual redundará en competitividad en el desempeño, protagonismo de los estudiantes, así como la organización de la enseñanza partiendo del aprendizaje.

De acuerdo con Ruíz(2009) la educación basada en competencias nace de la concordancia de dos acontecimientos:

- 1) *El replanteamiento de la educación como "facilitación del aprendizaje" asociado a la explicación del proceso de aprendizaje como un fenómeno del individuo que aprende; y*
- 2) *La formación de profesionales capaces de resolver problemas eficientemente en el ámbito de desempeño real, sin menoscabo de los saberes en lo conceptual, procedimental y actitudinal".*

Por su parte la UNESCO en la conferencia mundial sobre la educación superior (1998), considera necesario la construcción de competencias adecuadas que contribuyan al desarrollo de la sociedad tanto en el área social, cultural y económica, destacando como principales tareas de la educación superior las siguientes cuatro funciones:

- Una generación con nuevos conocimientos (las funciones de la investigación)
- El entrenamiento de personas altamente calificadas (la función de la educación)
- Proporcionar servicios a la sociedad (función social)
- La crítica social ( la función ética)

<sup>1</sup> Lic. Ana María Rodríguez Calleros es Profesor de Asignatura del área Económico Administrativo en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Chihuahua. [arodriguez@itcj.edu.mx](mailto:arodriguez@itcj.edu.mx)

<sup>2</sup> M.C. Miriam Magdalena González Muñoz es Profesora en el departamento de Ingeniería Eléctrica-Electrónica en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Chihuahua [sra\\_arreola@hotmail.com](mailto:sra_arreola@hotmail.com)

<sup>3</sup> Lic. Alejandro Arvírez Márquez es Profesor de asignatura del área de Ciencias Económico-Administrativas en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Chihuahua [aalvidrez@itcj.edu.mx](mailto:aalvidrez@itcj.edu.mx)

Para lograr lo que propone la UNESCO se necesita conceptualizar los requerimientos de las competencias tomando en cuenta al sector productivo, sin dejar de lado que las competencias son una síntesis de las experiencias que el individuo ha construido en su entorno pasado y presente por lo que no debemos perder de vista que dicho concepto es elástico y flexible centrado en desvanecer la brecha entre trabajo intelectual y manual.

En este mismo orden el legislador se dió a la tarea de reformar la Ley General de Educación la cual en su artículo 7o. establece la obligatoriedad de:

- "I.- Contribuir al desarrollo integral del individuo, para que ejerza plena y responsablemente sus capacidades humanas;*
- II.- Favorecer el desarrollo de facultades para adquirir conocimientos, así como la capacidad de observación, análisis y reflexión críticos;*
- VII.- Fomentar actitudes que estimulen la investigación y la innovación científicas y tecnológicas;*
- XII.- Fomentar actitudes solidarias y positivas hacia el trabajo, el ahorro y el bienestar general.*
- XIII.- Fomentar los valores y principios del cooperativismo."*

Por lo anterior el modelo de educación basado en competencias responde con pertinencia a lo decretado y por consecuencia más que un modelo educativo resulta ser un mandato judicial, siendo el enfoque socio-constructivista que se le dé el parte aguas entre dar cumplimiento a la norma y el hacerlo de manera efectiva.

De acuerdo a Monis (1999) esta nueva época de educación universitaria exige que las competencias sean consideradas como una nueva cultura académica donde se suscite un liderazgo coincidente con la sociedad, así como una reorganización de los programas y procesos existentes en vías de generar nuevas competencias que redunden en beneficios para la misma sociedad.

Por su parte Mario de Miguel et al (2006) citado por Villa (2007) en su artículo Aprendizaje Basado en Competencias: Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas( pág. 4):

*"El carácter institucional de la enseñanza demanda una intervención conjunta del profesorado que garantice la necesaria convergencia de concepciones y planteamientos sobre lo que es enseñar a aprender a aprender y posterior coherencia de los docentes en un centro. En ésta línea todo profesor, en coordinación con el resto del profesorado del centro universitario, ha de organizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de su materia como una intervención que fundamentalmente está dirigida al desarrollo de la misma a través del aprendizaje progresivamente autónomo de los estudiantes".*

En lo correspondiente al estudiante, de acuerdo con el concepto de European Credit Transfer System (ECTS), éste deberá mantener una dedicación eficaz para lograr el desarrollo o la adquisición de las competencias propuestas, alejándose de la antigua practica de la memorización que no se concreta en conocimiento pues termina en el desvanecimiento de la información no razonada.

El docente por su parte deberá responder a una situación académica-profesional, donde combine sus competencias profesionales y académicas de manera conveniente, vinculándose a la esfera laboral y tecnológica, enfatizando en la capacidad de transferencia propia así como en la del estudiante en virtud de que la manifestación más certera de las competencias se da en el desempeño.

Para lograr la asertividad del modelo de educación basado en competencias se requiere conocer el estrecho vinculo entre la educación superior y el trabajo, pues éste requiere de una formación profesional basado en competencias laborales, comunicativas, intelectuales y socio-afectivas para un buen desempeño en los cambiantes, complejos e inciertos ámbitos organizacionales y sociales de la práctica profesional. Destacando con ello la existencia de dos inteligencias: la emocional y la intelectual. Goleman (1999) sostiene que "en un sentido muy real, tenemos dos mentes, una que piensa y otra que siente" dándole a la mente emocional la capacidad de la inteligencia emocional, responsable de la motivación, el control de los impulsos, la empatía, la esperanza entre otros; garante en gran medida del éxito profesional y personal.

En este mismo sentido Jonnaert et al (2006) establece que ser competente no implica el haber obtenido un conjunto de conocimientos y aplicarlos a una situación, sino poder adaptarse a la situación, a partir de su experiencia, de su actividad y de su práctica.

Para Zavala y Arnau(2007)" las competencias implican:

- 1) el análisis de las situaciones asumiendo la complejidad de las mismas, en el sentido de la identificación de los criterios que la definen como situación problema y su pertinencia al dominio disciplinar(científico-profesional);
- 2) las habilidades que exhibe el aprendiz, como precurrentes básicas para el desarrollo de desempeños competentes;
- 3) la transferencia del desempeño del contexto en el que fue aprendido, a situaciones problema que implican variaciones en los objetos, hechos, relaciones y contextos de ocurrencia; y
- 4) la movilización de los diferentes aspectos que definen la competencia: saber conceptual, procedimental, así como la disposición de actitudes pertinentes, de manera interrelacional"

Existe coincidencia entre las definiciones y conceptos que manejan los diferentes autores sobre competencias considerando como generalidad, que los conocimientos son "cosas" que se adquieren a través del profesor; por lo que una vez adquirido se "posee", se "transmite" y se "construye" de manera organizada, siendo estos mismos los que integran los atributos generales "deseables" que una vez propios del sujeto, transfiera al entorno social y laboral.

### Descripción del Método

*Reseña de las dificultades de la búsqueda*

La principal dificultad es la poca información clara sobre el tema tanto en forma electrónica como física.

*Referencias bibliográficas.*

Harris, R. *et al* citado por Posada (2000) p. 8 del artículo Formación superior basada competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante, refiere que la historia de la educación basada en normas de competencias se remonta a los años treinta del siglo XX en EUA. Sin embargo, sigue considerando, que su manifestación más reciente proviene de alrededor de 15 años, tratando de compaginar la educación y la capacitación del profesionista según las necesidades de la industria. Gonczi mencionado por el mismo autor, considera que el sistema de competencias permitió valorar a los estudiantes no solo por los resultados de sus exámenes si no por el conjunto de conocimientos adquiridos y llevados a cabo, de acuerdo a los resultados arrojados en estudios sobre el sistema de educación basada en normas de competencias o EBNC en varios países como Australia, Inglaterra, Nueva Zelanda, EUA y Canadá, buscando principalmente satisfacer las necesidades del sector industrial y su competitividad.

Por su parte la UNESCO en la conferencia mundial sobre la educación superior (1998), considera necesario la construcción de competencias adecuadas que contribuyan al desarrollo de la sociedad tanto en el área social, cultural y económica, destacando como principales tareas de la educación superior las siguientes cuatro funciones:

- Una generación con nuevos conocimientos (las funciones de la investigación)
- El entrenamiento de personas altamente calificadas (la función de la educación)
- Proporcionar servicios a la sociedad (función social)
- La crítica social ( la función ética)

Villa (2007) en la p. 6 del artículo Aprendizaje Basado en Competencias: Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas, establece que la educación basada en competencias presume un cambio transformacional ya que dicho cambio afecta la vida universitaria así como las estructuras que las soportan. Prevé un enfoque distinto de la enseñanza en función del actual, considerando indispensable cambiar las viejas estructuras y actitudes de todos los involucrados (profesorado, personal no docente, directivos y estudiantes). Establece además, que intentar desarrollar el sistema de aprendizaje basado en competencias sin modificar dicha estructura resultara totalmente inadecuada y en alguna medida hasta contraproducente.

Es menester adecuar los planes de estudio, las estructuras e infraestructuras, así como variar el papel del profesorado e inducir a los estudiantes a un nuevo esquema de enseñanza-aprendizaje.

Argudín (2002:20) señala que *"Entendemos las competencias como parte y producto final de un proceso educativo. De modo que una competencia será su construcción y el desempeño de esta será la aplicación del conocimiento para ejecutar una tarea o para construir un objeto, es decir, un resultado práctico del conocer. Esta noción de aprendizaje nos remite a la concepción constructivista del aprendizaje"*

Orozco (2000) comenta que ... *"Las políticas educativas en el plano universitario se han orientado a formar profesionales en un nuevo escenario, que implica pensar, trabajar y tomar decisiones en colaboración con otros profesionales, para resolver problemas con un máximo de ejecución eficiente"*

De acuerdo a Barrón(2000), Tobón(2006) y Yániz(2008) el desarrollo de competencias orientadas al conocimiento incluye tres campos: el conocimiento mismo donde se involucran la lectura, escritura, el lenguaje y la lógica aritmética. En segundo término encontramos el referente al desempeño profesional, donde se verán involucradas aptitudes y valores referentes al mismo ámbito laboral y como tercer aspecto el técnico donde se manifiestan las habilidades y destrezas en el campo especializado, lo cual redundará en competitividad en el desempeño, protagonismo de los estudiantes, así como la organización de la enseñanza partiendo del aprendizaje.

Sarramona (2002:256) afirma que *"La insistencia en los conocimientos teóricos (académicos) ha sido la vertiente dominante en la tradición escolar, especialmente por lo que respecta al nivel de educación secundaria. Las revisiones y críticas pedagógicas a esta corriente imperante se pueden sintetizar en la conocida expresión de Montaigne de preferir una cabeza bien hecha a una cabeza bien llena. En esta línea se puede advertir que las reformas escolares emprendidas en los últimos tiempos han querido insistir más en la consecución de habilidades entendidas en sentido amplio, incluyendo en ellas las que permiten acceder al conocimiento y avanzar en el, que en la simple acumulación de informaciones, que hoy están al alcance de todos de manera relativamente fácil a través de numerosas fuentes informativas de las que disponemos"*.

En el mismo orden de Sarramanta, el legislador se dió a la tarea de reformar la Ley General de Educación la cual en su artículo 7o. establece la obligatoriedad de:

- "I.- Contribuir al desarrollo integral del individuo, para que ejerza plena y responsablemente sus capacidades humanas;*
- II.- Favorecer el desarrollo de facultades para adquirir conocimientos, así como la capacidad de observación, análisis y reflexión críticos;*
- VII.- Fomentar actitudes que estimulen la investigación y la innovación científicas y tecnológicas;*
- XII.- Fomentar actitudes solidarias y positivas hacia el trabajo, el ahorro y el bienestar general.*
- XIII.- Fomentar los valores y principios del cooperativismo."*

De acuerdo a Monis (1999) esta nueva época de educación universitaria exige que las competencias sean consideradas como una nueva cultura académica donde se suscite un liderazgo coincidente con la sociedad, así como una reorganización de los programas y procesos existentes en vías de generar nuevas competencias que redunden en beneficios para la misma sociedad.

Por su parte Jonnaert *et al.* (2006:10) consideran la noción de competencia como una actividad contextualizada *[...]Ser competente no es simplemente aplicar un conjunto de conocimientos a una situación, es poder organizar su actividad para adaptarse a las características de la situación. la competencia pasa ser entonces la estructura dinámica organizadora de la actividad, que permite que la persona se adapte a un tipo de situaciones, a partir de su experiencia, de su actividad y de su práctica.*

En este mismo sentido Zavala y Arnau (2007:40) consideran que las competencias consisten en: *"[...] la intervención eficaz en los diferentes ámbitos de la vida mediante acciones en las que se movilizan, al mismo tiempo y de manera interrelacionada, componentes actitudinales, procedimentales y conceptuales"*

Así mismo para los mismos autores las competencias implican:

- 1) el análisis de las situaciones asumiendo la complejidad de las mismas, en el sentido de la identificación de los criterios que la definen como situación problema y su pertinencia al dominio disciplinar (científico-profesional);*

- 2) las habilidades de exhibe el aprendiz, como precurrentes básicas para el desarrollo de desempeños competentes;
- 3) la transferencia del desempeño del contexto en el que fue aprendido, a situaciones problema que implican variaciones en los objetos, hechos, relaciones y contextos de ocurrencia; y
- 4) la movilización de los diferentes aspectos que definen la competencia: saber conceptual, procedimental, así como la disposición de actitudes pertinentes, de manera interrelacionada.

### Comentarios Finales

El concepto de competencia nos remite directamente a la legislación como mandato judicial y en consecuencia, desde el punto de vista profesional-académico, la necesidad de que el individuo próximo a egresar de las instituciones profesionales logre no solamente aplicar un conjunto de conocimientos a una situación, si no poder adaptarse a las características de dicha situación, logrando que interactúe en diferentes ámbitos de la vida a través de las actividades que entran en marcha, al mismo tiempo que se adapta a un tipo de situaciones partiendo de sus vivencias, de su actividad y de su desarrollo.

El saber, el saber hacer y el saber ser o saber estar son los valores actitudinales que permiten relacionarse exitosamente al medio social. El éxito deriva entonces, como individuo competente, al resolver satisfactoriamente situaciones problemas propias del ámbito de desempeño.

Se comprobó que el modelo educativo basado en competencias no solo satisface a una moda sino se da como respuesta a un mandato judicial que afecta la evolución de nuestro país en el sector económico y social.

### Referencias

- Argudín Vázquez. "Educación Basada en Competencias", consultada por internet el 25 de Octubre de 2014  
[http://www.uv.mx/dgdaie/files/2013/09/Argudin-Educacion\\_basada\\_en\\_competencias.pdf](http://www.uv.mx/dgdaie/files/2013/09/Argudin-Educacion_basada_en_competencias.pdf)
- Barrón C. "La Educación Basada en Competencias en el Marco de los Procesos de Globalización", *Revista Pensamiento Universitario*, N° 91, 2000
- Climént Bonilla. "Reflexiones sobre la Educación Basada en Competencias", *Revista Complutense de Educación*, Vol. 21, N°1, 2010
- Jonnaert *et al* en Irigoyen Morales *et al*. "Competencias y Educación Superior", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, Vol 16, N°48, 2011
- Ley General de Educación. Consultada en internet el día 22 de Noviembre de 2014,  
[http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/558c2c24-0b12-4676-ad90-8ab78086b184/ley\\_general\\_educacion.pdf](http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/558c2c24-0b12-4676-ad90-8ab78086b184/ley_general_educacion.pdf)
- Mario de Miguel. "Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias. Orientaciones para el profesorado universitario ante el espacio europeo de educación superior", *Revista Redalyc*, Vol. 20, N° 3, 2006
- Merchan Cruz *et al* "Aprendizaje Significativo Apoyado en la creatividad e innovación" *Metodología de la Ciencia. Revista de la Asociación Mexicana de Metodología de la Ciencia y de la investigación, A.C.* Vol. 1, N° Especial, 2011, México
- Monis *et al* en Villa Sánchez. "Aprendizaje Basado en Competencias", *Universidad de Deusto Bilbao*, 2007, consultado en internet el 14 de Noviembre de 2014 [http://delegacion233.bligoo.com.mx/media/users/20/1002571/files/240726/Aprendizaje\\_Basado\\_en\\_Competencias.pdf](http://delegacion233.bligoo.com.mx/media/users/20/1002571/files/240726/Aprendizaje_Basado_en_Competencias.pdf)
- Posada Alvarez. "La Investigación en el Aula: Una Alternativa para el Trabajo Docente", Santa Marta: Universidad del Magdalena, 1997
- Sarramona J. "Teoría de la Educación (Reflexión y Normativa Pedagógica)", *Revista Teoría de la Educación en la Sociedad de la Información*, Vol. 2, 2001, [http://delegacion233.bligoo.com.mx/media/users/20/1002571/files/240726/Aprendizaje\\_Basado\\_en\\_Competencias.pdf](http://delegacion233.bligoo.com.mx/media/users/20/1002571/files/240726/Aprendizaje_Basado_en_Competencias.pdf)
- Villa Sánchez. "Aprendizaje Basado en Competencias", *Universidad de Deusto Bilbao*, 2007, consultado en internet el 14 de Noviembre de 2014 [http://delegacion233.bligoo.com.mx/media/users/20/1002571/files/240726/Aprendizaje\\_Basado\\_en\\_Competencias.pdf](http://delegacion233.bligoo.com.mx/media/users/20/1002571/files/240726/Aprendizaje_Basado_en_Competencias.pdf)
- UNESCO. "Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: Visión y Acción". *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior*. Paris, Octubre de 1998. [http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration\\_spa.htm#declaracion](http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm#declaracion)



Zabala y Arnau." IDEA CLAVE 11. Evaluar competencias es evaluar procesos en la resolución de situaciones problema", *Ed. Graó*, 4ª reimpresión 2008. Barcelona España. ISBN: 978-84-7827-500-7

### **Notas Biográficas**

El **Lic. Ana María Rodríguez Calleros** es profesor del Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, en Juárez, Chihuahua, México. Terminó sus estudios de licenciatura en derecho en el Centro Universitario de Ciudad Juárez, Juárez, Chihuahua. Cuenta con un diplomado en defensa fiscal impartido en Cd. Juárez, chihuahua, un diplomado en formación de competencias docentes impartido en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Juárez, Chihuahua, así como diversos cursos de formación profesional y docente. Ha realizado consultoría en el área administrativa y legal desde el año 2004

El **M.C. Miriam Magdalena González Muñoz** es profesor en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Cuenta con diplomado en Docencia expedido por Instituto de Ciencias y Educación Superior, Cd. Juárez, Chihuahua, México, Programa Integral de Desarrollo en la Educación impartido por el Tecnológico de Monterrey, Campus Cd. Juárez, un diplomado en formación de competencias docente impartido en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Chihuahua, México. Tiene maestría en Ing. Eléctrica y cuenta con la publicación de 3 artículos y 6 ponencias, así como la impartición de un curso del programa Smart Sketch y la colaboración de la elaboración del manual de operación para el simulador de sistemas de tierras en el Instituto Tecnológico de Durango.

El **Lic. Alejandro Alvidrez Márquez** es profesor del Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, en Juárez, Chihuahua, México. Terminó sus estudios de licenciatura en derecho en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Juárez, Chihuahua. Cuenta con un diplomado en formación de competencias docentes impartido en el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Juárez, Chihuahua, así como diversos cursos de formación profesional y docente.

# Conceptos Básicos para la Construcción y Análisis de Diseños de Bloques Incompletos Balanceados (BIBD's)

<sup>1</sup>Dr. Manuel A. Rodríguez M., <sup>2</sup>Dr. Jaime Sánchez L., <sup>3</sup>Dr. Manuel I. Rodríguez B.,  
<sup>4</sup>MII Luz Isaura Rodríguez A.

## Resumen

Uno de los primeros objetivos establecidos cuando se inicia un estudio de un proceso, donde existen fluctuaciones incontrolables fuertes en comparación con los efectos de los factores, es el diseñar un experimento de tal manera que no existan respuestas ambiguas en la determinación de los efectos de los niveles de los factores.

Los diseños de bloques en general, son arreglos que pretenden controlar, de una forma sistemática, la variabilidad proveniente de fuentes extrañas. Los diseños de bloques incompletos balanceados (BIBD's: por sus siglas en inglés, Balanced Incomplet Block Design), como su nombre lo indica, son arreglos donde cada bloque recibe solamente algunos de los tratamientos que serán contrastados, lográndose así reducir el tiempo y el costo de experimentación.

En este documento se plantea una alternativa de construcción y análisis de diseños de bloques incompletos balanceados. Asimismo, se plantea la forma de análisis matricial de los BIBD's, incluyendo las bases para la construcción de la tabla de análisis de varianzas.

## Introducción

### Conceptos Básicos de BIBD's

Los diseños de bloques en general, son arreglos que pretenden controlar, de una manera sistemática, la variabilidad proveniente de fuentes extrañas. Los diseños de bloques incompletos balanceados (BIBD's: por sus siglas en inglés, Balanced Incomplet Block Design), como su nombre lo indica, son arreglos donde cada bloque recibe solamente algunos de los tratamientos que serán comparados, lográndose así reducir el tiempo y el costo de experimentación. Es importante mencionar que los BIBD's son diseños de gran utilidad cuando todas las comparaciones de los tratamientos son igualmente importantes, y las combinaciones en el diseño pueden ser seleccionadas de una manera balanceada, es decir, cualquier par de tratamientos ocurren juntos el mismo número de veces en el diseño, propiedad que le da el carácter de balanceado

Así Raghavarao (1971) define un BIBD como un arreglo de  $v$  símbolos en  $b$  conjuntos cada uno de  $k < v$  símbolos, y que satisfacen las siguientes condiciones:

1. Cada símbolo ocurre al menos una vez en cada conjunto.
2. Cada símbolo ocurre en exactamente  $r$  conjuntos.
3. Cada par de símbolos ocurren juntos en exactamente  $\lambda$  conjuntos.

Los parámetros de un BIBD son  $v$ ,  $b$ ,  $r$ ,  $k$ ,  $\lambda$ , y estos satisfacen

$$vr = bk \quad \text{y} \quad \lambda(v-1) = r(k-1)$$

Un diseño es simétrico si  $v = b$  y consecuentemente  $r = k$ . Este tipo de diseños simétricos son los generalmente utilizados, de un orden máximo de  $v = b = 7$ , restricción que puede ser subsanada mediante la construcción de diseños para un mayor número de variedades y, por supuesto, un mayor número de bloques. Este trabajo cubre esta

---

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Cd. Juárez

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Cd. Juárez

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Cd. Juárez

<sup>4</sup> Instituto Tecnológico de Cd. Juárez

deficiencia, proporcionando una metodología para la construcción de este tipo de diseños. Asimismo, se incluye el procedimiento de análisis estadístico de los BIBD's, para el cual Tocher (1952), establece las bases para su análisis estadístico.

Definamos ahora conceptos de gran importancia para la construcción y el análisis de los bloques, iniciando con el concepto de diseños de bloques, los bloques incompletos y los diseños balanceados entre otras definiciones.

**Definición 1.** Sea  $X$  un conjunto finito de puntos y sea  $\beta = \{B_i \mid i \in I\}$  una familia de subconjuntos de  $X$ . Los subconjuntos son llamados bloques y el par  $\{X, \beta\}$  es llamado un diseño basado en el conjunto  $X$ . El orden de un diseño  $(X, \beta)$ , denotado  $|X|$ , es la cardinalidad del conjunto  $X$ , y  $\{|B_i| : B_i \in \beta\}$  es el conjunto de tamaños de bloques del diseño.

**Definición 2.** Un diseño se dice que es incompleto si al menos uno de sus bloques es un subconjunto propio de  $X$ . De aquí, las variedades en un experimento corresponden a los puntos de  $X$ , y el diseño del bloque completo aleatorizado para  $r$  bloques, cada uno igual a  $X$ .

**Definición 3.** Un diseño  $(X, \beta)$  se dice que es balanceado por pares (o simplemente balanceado), si para cada par de elementos de  $X$ , estos ocurren en  $\lambda$  bloques de  $\beta$ , para alguna constante  $\lambda$ . Este número  $\lambda$  llama el índice del diseño.

**Definición 4.** Un diseño en el cual todos los bloques contienen el mismo número de variedades, y todas las variedades ocurren en el mismo número de bloques, es llamado un diseño de bloques. Generalmente al referirnos a tales diseños, usamos los símbolos  $v, b, r, k$  para representar al número de variedades, el número de bloques, el número de replicaciones y el tamaño del bloque respectivamente. Si tal diseño es también balanceado, con  $1 < k < v$ , lo llamaremos un diseño de bloques incompleto balanceado (BIBD) con parámetros  $(v, b, r, k, \lambda)$ .

**Definición 5.** Una variedad y un bloque se dicen ser incidentes si la variedad pertenece al bloque.

Una forma conveniente de representar un diseño es por medio de una matriz de incidencia, la cual se define enseguida:

**Definición 6.** Para un diseño  $(X, \beta)$  con  $v$  variedades y  $b$  bloques, la matriz de incidencia es una matriz de  $v \times b$ ,  $A = (a_{ij})$ , tal que:

$$a_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{si la variable no pertenece al bloque} \\ 1 & \text{si la variedad pertenece al bloque} \end{cases}$$

De aquí, en una matriz de incidencia, cada renglón contiene  $r$  1's correspondientes a los  $r$  bloques conteniendo cada variedad, y cada columna contiene  $k$  1's, correspondiente a las  $k$  variedades pertenecientes a ese bloque. Ahora, hagamos que  $J_n$  represente una matriz de  $n \times n$ , y  $J_{m \times n}$  una matriz de  $m \times n$ , ambas con todas las entradas iguales a 1, se tiene

$$AJ_b = rJ_{v \times b} \text{ y } J_v A = kJ_{v \times b}$$

donde  $A$  es la matriz de incidencia de un BIBD.

### Construcción de BIBD's: El Método de Diferencias

Street y Street (1987) citan que uno de los conceptos fundamentales para la construcción de BIBD's es el de conjuntos diferencia. Este fue propuesto por Bose (1939), quien considera lo siguiente:

Sea  $G$  un grupo Abelian de orden  $m$ , escrito aditivamente. Considérese por cada elemento del grupo  $n$  símbolos, es decir, si  $x \in G$ , se tienen  $x_1, x_2, \dots, x_n$  símbolos correspondientes a este elemento. De esta manera se tienen en total  $mn$  símbolos. Denótese el conjunto de estos símbolos por

$$\Pi^n(G) = \{x_i : x \in G, i = 1, 2, \dots, n\}$$

Se dice que dos de estos símbolos pertenecen a la misma clase si tienen el mismo subíndice. Supóngase que se elige un subconjunto,  $S$ , de orden  $k$  de estos  $mn$  símbolos, y supóngase que los  $p_i$  símbolos que pertenecen a la  $i$ -ésima clase. Entonces claramente se tiene

$$\sum_{i=1}^n p_i = k$$

Denótese mediante  $x_i^{(1)}, x_i^{(2)}, \dots, x_i^{(p)}$  los símbolos de la clase  $i$  pertenecientes al conjunto  $S$ , y similarmente por  $y_j^{(1)}, y_j^{(2)}, \dots, y_j^{(p)}$  a los de la clase  $j$  relativas al elemento  $y \in G$ . Una diferencia  $x_i^{(\alpha)} - x_i^{(\beta)}$  entre dos símbolos distintos de la clase  $i$  de elementos de  $S$  se llama una diferencia pura de tipo  $(i, i)$  en  $S$ . Similarmente, una diferencia de elementos  $x_i^{(\alpha)} - y_j^{(\gamma)}$  se dice ser una diferencia mixta de tipo  $(i, j)$  generada de  $S$ . Dado que  $\alpha \neq \beta, 1 \leq \alpha, \beta \leq p_i$ , tenemos  $p_i(p_i - 1)$  diferencias puras del tipo  $(i, i)$  de  $S$ . Similarmente, dado que  $1 \leq \gamma \leq p_j$ , también existen  $p_i p_j$  diferencias mezcladas del tipo  $(i, j)$  surgiendo de  $S$ . Juntas existen  $n$  tipos de diferencias puras y  $n(n-1)$  diferencias mixtas posibles.

Bajo estas condiciones diremos que las diferencias están simétricamente repetidas en los conjuntos  $S_1, S_2, \dots, S_s$  con parámetro  $\lambda$ . Entonces, añadiendo cada uno de los elementos de  $G$  en turno a cada uno de los conjuntos  $S_1, S_2, \dots, S_s$ , se desarrolla un diseño de bloques incompleto balanceado con parámetros

$$v = mn \quad b = ms \quad r = r' \quad k \quad \lambda$$

Así, sea  $B_1 = \{1, 2, 4\}, B_2 = \{2, 3, 5\}, B_3 = \{3, 4, 6\}, B_4 = \{4, 5, 7\}, B_5 = \{5, 6, 1\},$

$B_6 = \{6, 7, 2\}, B_7 = \{7, 1, 3\}$  los cuales constituyen un conjunto de bloques, es decir, un diseño de bloques incompleto balanceado, con

$$v = 7, b = 7, r = 3, k = 3, \lambda = 1$$

### Enfoque Matricial para la Construcción de la Tabla de Análisis de Varianzas

Dados los parámetros del diseño, el primer paso es la construcción de la matriz de incidencia, dada en este BIBD por

$$n = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Además, se puede escribir

$$E = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t_1 & | & 1 & 0 & 0 & 0 \\ t_2 & | & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \vdots & | & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ t_b & | & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t \\ b \end{pmatrix}$$

Raghavarao (1979), coincide con el análisis efectuado por Tocher (1952), en la siguiente consideración: si  $\hat{t}_0$  es el estimado del vector columna  $t$  de efectos de tratamiento, entonces es fácil observar que las ecuaciones normales para  $t_0$  son dadas por

$$Q = C\hat{t}_0$$

donde  $C = \Omega^{-1}$  con

$$\Omega = [r^\delta - (1/k)nn' + (1/bk)rr']^{-1}$$

Los cálculos para la obtención de los efectos de los tratamientos y las sumas de cuadrados de los tratamientos, bloques, residuales y totales se efectúan de la manera siguiente:

Una vez calculados los totales por renglón y por columna  $T$  y  $B$  respectivamente, se obtiene el vector de tratamientos ajustado

$$Q = T - nk^{-\delta}B$$

y la matriz  $C$  se calcula en base al tamaño del bloque y la matriz de incidencia como

$$C = r^\delta - nk^{-\delta}n'$$

y en la siguiente sección se describe pas a paso la obtención de la inversa generalizada  $C^{-1}$  para resolver el sistema

$$C\hat{t}_0 = Q \quad \text{mediante} \quad \hat{t}_0 = C^{-1}Q$$

y la  $SS_{\text{tratamientos}} = Qt_0$ , la suma de cuadrados de los bloques  $SS_{\text{bloques}} = (1/k)B'B - G^2/bk$

y la suma de cuadrados totales  $SS_T = y'y - G^2/bk$ . Las sumas de cuadrados definidas aquí se incluyen en la Tabla 1 de análisis de varianzas.

### Construcción de la pseudoinversa (matriz inversa generalizada)

Los pasos necesarios para la construcción de una pseudoinversa para resolver sistemas de ecuaciones mal planteados, o simplemente para matrices singulares son los siguientes:

1. Definir la matriz del sistema, representándola por  $A$
2. Obtener la transpuesta de la matriz del sistema,  $A^T$
3. Obtener la matriz producto  $A^T A$
4. Calcular los eigenvalores de la matriz  $A^T A$
5. Calcular los eigenvectores asociados a los eigenvalores de  $A^T A$
6. Convertir los eigenvectores en vectores unitarios obteniendo la norma de cada vector y dividiendo cada componente entre ella.
7. Obtener una matriz  $V$  ortonormal con componentes vectoriales  $v_i$  resultantes del paso anterior.
8. Obtener la matriz producto  $AA^T$
9. Calcular los eigenvalores de la matriz  $AA^T$
10. Obtener los eigenvectores correspondientes a los eigenvalores de  $AA^T$ .
11. Obtener la matriz ortonormal  $V$  con componentes  $[v_i]$  resultantes del paso anterior.
12. Obtener la matriz  $V^T$
13. Obtener la matriz  $\Sigma$  con los valores  $\sigma_i = \sqrt{\lambda_i}$ , formando la diagonal principal con  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_k > 0$ ,  
 $\lambda_{k+1} = \dots = \lambda_n = 0$
14. Obtener  $\Sigma^+$ , la inversa de la matriz suma.
15. Calcular la pseudoinversa de  $A$ ,  $A^+ = V \Sigma^+ U^T$

Tabla 1. Tabla generalizada de Análisis de Varianzas para los BIBD's

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad
Medias	$G^2/bk$	1
Bloques	$B'B/k - G^2/bk$	$b-1$
Tratamientos	$Q't_0$	$t-1$
Residuales	$y'y - Q't_0 - B'B/k$	$Bk - b - t + 1$
Total	$y'y$	$bk$

### Conclusiones

Los resultados importantes a mencionar son: (a) el manejo de una manera sencilla del método de construcción de BIBD's mediante la utilización de diferencias finitas, (b) la definición de una metodología para el análisis de los BIBD's, utilizando un enfoque matricial, el cual incluye la utilización de matrices inversas generalizadas, las cuales resuelven problemas de sistemas mal planteados y/o matrices singulares, es decir matrices que no tienen inversas (c) la construcción de la tabla de análisis de varianzas basada en un enfoque matricial

### Bibliografía

1. Agrawal H.L. y Prasad J. *Some Methods of Constructions of Balanced Incomplete Block Designs with Nested Rows and Columns*. Biometrika 69, Vol. 2. (1982).
2. Atkinson A.C. y Doney A.N. *Optimum Experimental Designs*. Clarendon Press, Oxford (1992).
3. Bose R. C. *On the Construction of Balanced Incomplete Block Designs*. Annals of Eugenics, (1939).
4. Owen L. Davies. *The Design and Analysis of Industrial Experiments*. Hafner Publishing Company, (1954).
5. Fraleigh J. B. *A First Course in Abstract Algebra*. Addison-Wesley Publishing Company, Second Edition. (1976)
6. Hill R. *Algebra Lineal Elemental con Aplicaciones*. Prentice Hall. Tercera Edición. (1997).

7. Raghavarao D. *Constructions and Combinatorial Problem in Design of Experiments*. Dover Publications, Inc. New York (1979).
8. Rodríguez M. *Enfoque Matricial para la Construcción y el Análisis de Varianzas de Diseños de Bloques incompletos Balanceados y con Renglones y Columnas Anidados*. Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. (2003).
9. Street A.P. y Street D. J. *Combinatorics of Experimental Design*. Clarendon Press-Oxford, (1967).
10. Tocher K.D. *The Design and Analysis of Block Experiments*. Royal Statistical Society Vol. 1. (1952)

# Uso de diseño de experimentos para determinar el impacto de los parámetros geométricos en el cálculo del flujo de una bomba tipo GERotor

Dr. Manuel A. Rodriguez Medina<sup>1</sup>, Dr. Francisco Romo Frías<sup>2</sup>

**Resumen—** El presente trabajo demuestra la aplicación del Diseño de Experimentos (DOE) para encontrar los efectos principales y posibles interacciones entre los mismos para el diseño de una sección de bomba tipo GERotor. En concreto, el DOE se aplicó para conocer la afectación en el flujo de salida calculado al variar las características geométricas que impactan al flujo volumétrico de la bomba el cual representa consecuentemente la cantidad de combustible que puede proporcionar la bomba GERotor.

**Palabras clave—**Diseño de Experimentos, GERotor.

## Introducción

El funcionamiento de una bomba hidráulica se basa en el incremento de energía cinética que puede aplicarse a un fluido a través de la interacción con un mecanismo impulsor que es accionado mecánicamente por un sistema térmico o eléctrico. El GERotor utiliza un engranaje central rodeado por un anillo con dientes que se enfrentan hacia adentro tal como lo hace un sistema de engranaje planetario. Su descripción del funcionamiento se basa en el precepto de incompresibilidad del fluido en donde el engrane central gira, se engrana con los dientes externos viendo hacia el interior sobre el anillo exterior y empuja el fluido desde el lado de baja presión al lado de alta presión. En la Figura 1 se indica el conjunto que comprende el sistema propulsor de la bomba GERotor en donde se puede observar las cavidades formadas por la interacción entre los dientes dando paso a la capacidad volumétrica del sistema.

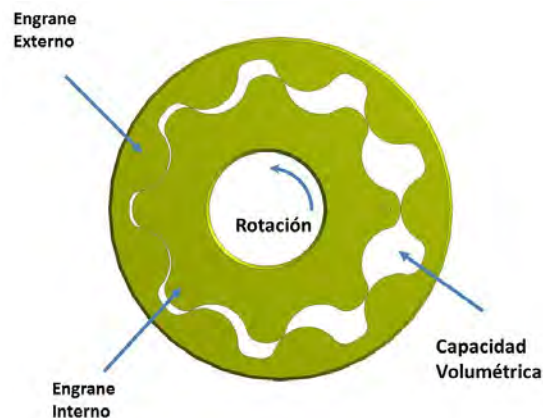


Figura 1. Conjunto de engrane externo e interno del sistema GERotor

Actualmente en el diseño de una sección de bomba tipo GERotor, es primordial encontrar el mejor desempeño hidráulico de estos sistemas a partir del análisis cuantitativo de las características geométricas de las cavidades formadas por los engranes interno y externo ya que al analizar la geometría cicloide-trocoide propuesta en la presente investigación; se pudo encontrar como factores de diseño seis características geométricas que se analizan

<sup>1</sup> Dr. Manuel A. Rodriguez Medina es Profesor de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chihuahua, México [manuel\\_rodriguez\\_itcj@yahoo.com](mailto:manuel_rodriguez_itcj@yahoo.com)

<sup>2</sup> Dr. Francisco Romo Frías es Investigador en el área de bombas de combustible en el Centro Técnico de Delphi en Cd. Juárez, Chihuahua, México, [francisco.romo@delphi.com](mailto:francisco.romo@delphi.com)



mediante el uso del Diseño de Experimentos. Los métodos estadísticos fueron aplicados para determinar qué factores e interacciones tuvieron un efecto significativo y en su defecto, determinar las posibles interacciones entre los mismos. La Figura 2, muestra el Diseño de Experimentos en donde se tiene un Factorial Completo  $2^6$  con los siguientes factores en dos niveles cada uno: Z (número de dientes), e (posición entre centros), S (radio del círculo externo), De (diámetro externo del engrane interno) y G (radio del socavo).



Figura 2. Diagrama de diseño factorial para análisis de capacidad volumétrica y aproximación de perfil geométrico

### Descripción del Método

En la presente sección se busca el plantear un camino lógico derivada de la evaluación que los diferentes autores muestran a través de su literatura; procurando no caer en un resultado derivado o inclusive repetitivo para determinar los factores de diseño. Cabe mencionar que la metodología obtenida en el presente capítulo es parte del análisis aplicado a una geometría genérica; queriendo decir con esto que el sistema y geometría analizado no representa la formulación del perfil de un producto comercial existente.

#### Búsqueda bibliográfica

En el artículo técnico llamado “*Determination of tooth clearances at throcoidal Pump<sup>1</sup>*” (Lozica et al., 2011) se describe el desarrollo del modelo matemático del contorno de los dientes trocoidales con espacios. Aquí, y mediante fundamentos matemáticos; se plantea el cálculo del espacio mínimo permitido (*clearance*) así como la correspondiente correlación con datos experimentales los cuales son usados para la determinación de pulsaciones de torque y cálculo de pérdidas volumétricas. De igual manera, pero analizado de una forma geométrica; H. Ding, X. J. Lu y B. Jiang (2012), establecen en su publicación “*A CFD model for orbital gerotor motor<sup>2</sup>*” obtienen variaciones volumétricas a partir de las posiciones de los centros de rotación de ambos rotores. El modelo matemático mostrado en “*Determination of surface singularities of a cycloidal gear drive with inner meshing<sup>3</sup>*”, (Hwang y Hsieh; 2006) indica la dependencia de la posición del plano de simetría y los centros de rotación de ambos engranes para determinar el espacio libre (*clearance*) y que permita “fugar” líquido entre las cámaras.

Daniel R. Hernandez y Manuel Vega (2006) muestran una compilación de geometrías cicloidales en su publicación técnica llamada “Análisis del socavado en engranajes cilíndricos de perfil evolvente aplicados en mecanismos de minería<sup>4</sup>” a partir del trabajo de Stryczek<sup>5</sup> (1990). En este artículo se enfoca en el desgaste debido a la forma de los dientes el cual y consecuentemente; repercute en la afectación al flujo entregado y eficiencia volumétrica. Mario A. Ruvalcaba y Xiao Hu en su artículo que enmarca el trabajo “*Gerotor fuel pump performance and leakage stu<sup>6</sup>*” (2011) aparte de incluir el plano de simetría y la posición de los centros de rotación de los engranes como factores a considerar para el análisis de fugas, también aportan el análisis de incluir las condiciones de operación como lo son presiones y velocidades de rotación de los engranes.

#### Generación del perfil cicloide-trocoide

Lozaica Ivanovic et al<sup>1,7,8</sup>. (2010, 2012) muestran un extenso trabajo en la obtención de las ecuaciones características de un perfil trocoide a partir de la transformación de un plano cartesiano a polar en donde y de manera simplificada, se presentan las ecuaciones que generan el perfil trocoide el cual se basa el sistema GERotor.

$$r_{pi} = \begin{bmatrix} e[z\lambda \cos(\tau_i - \psi) - 1 - c \cos(\tau_i - \psi + \delta_i)] \\ e[z\lambda \sin(\tau_i - \psi) - c \sin(\tau_i - \psi + \delta_i)] \\ 1 \end{bmatrix}$$

donde:

$$\lambda = \frac{d}{ez} \quad \text{coeficiente del trocoide}$$

$$c = \frac{r_c}{e} \quad \text{coeficiente del radio equidistante}$$

$$\phi = \tau_i + \frac{\psi}{z-1} \quad \phi_i \text{ es el ángulo entre los ejes } x_t \text{ y } x_a$$

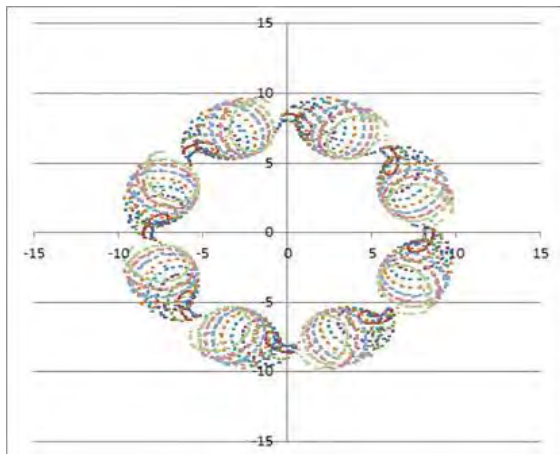
$\psi$  es el ángulo entre los ejes  $x_f$  y  $x_a$

$$\tau_i = \frac{\pi(2i-1)}{z} \quad \tau_i \text{ es el ángulo entre los ejes } x_i \text{ y } x_a$$

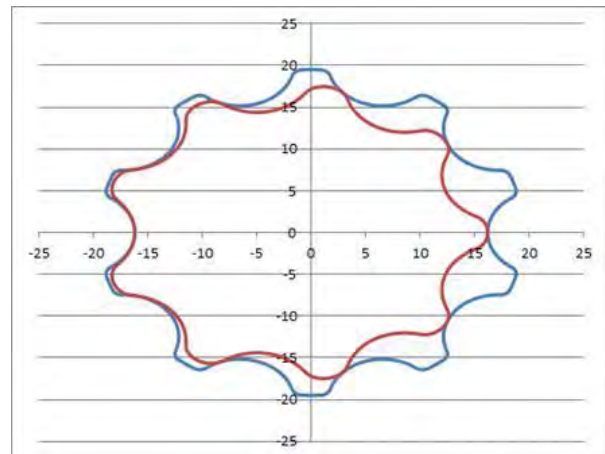
$z$  es el número de dientes del engrane exterior

$$\delta_i = \arctan \frac{\sin(\tau_i - \psi)}{\lambda - \cos(\tau_i - \psi)} \quad \text{que es el ángulo de salida}$$

Usando Excel, se procede a graficar las ecuaciones paramétricas con una resolución de 0.1 grados para reproducir el contorno geométrico de la trayectoria la cual guie los esfuerzos de análisis tal y como se puede observar en la Figura 3a y 3b.



3a



3b

Figura 3. Ejemplo de generación de perfil trocoide a partir de las ecuaciones paramétricas. Figura 3ª generación de perfil de engrane externo e interno. Figura 3b generación de perfil cicloide-trocoide paramétrico

#### Factores de diseño

Dentro de nuestro arreglo experimental, procuramos usar los factores que de acuerdo a los estudiosos del tema; basan sus estudios analíticos para el desarrollo de sus teorías. Estos factores con sus niveles son mostrados en la Figura 4 los cuales son:

- Número de dientes de engrane exterior (Z): 8, 10
- Chaflán (rc): 1, 1.5
- Posición de centros (e): 1.3, 1.5
- Radio de círculo externo (S): 4, 5
- Diámetro externo del engrane interno (De): 35, 35.5
- Radio de socavo (G): 19.5, 21

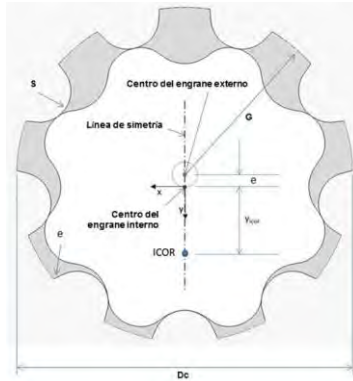


Figura 4. Factores de diseño geométrico del perfil cicloide-trocoide

### Respuesta

La salida que se mide como resultado de la experimentación y que se usa para juzgar los efectos de los factores, para el presente proyecto se enfoca al cálculo del flujo real de la bomba:

Capacidad volumétrica (cm<sup>3</sup>): Es el volumen restante entre el perfil generado por el engrane externo y el perfil generado por el engrane interno.

Flujo teórico (Kg/s): Es la cantidad de líquido desplazado por el sistema trocoide. El Flujo Teórico a 3000 RPM se supone para un dispositivo sin fuga y sin pérdidas por fricción, quedando como

Volumen geométrico ( $V_{pt}$ ), cm<sup>3</sup>/rev

Velocidad de rotación (N), rpm

Flujo teórico ( $V_{teo}$ ) =  $N \cdot V_{pt}$ , cm<sup>3</sup>/min

Flujo real ( $V_{actual}$ ), cm<sup>3</sup>/min

Eficiencia volumétrica ( $e_{vp}$ ) =  $V_{actual} / V_{teo}$ , porcentaje

Por continuidad de flujo tenemos que:  $m_{teo} = \rho_{fluid} \cdot V_{teo}$

donde  $\rho_{fluid}$  es la densidad del fluido

### Resultados

El Diseño de Experimentos permite incluir varios factores en el mismo experimento y variarlos simultáneamente. Para nuestro experimento, se utilizó el arreglo 2<sup>6</sup> teniendo seis factores con dos niveles cada uno obteniendo con ello 64 diferentes arreglos combinatorios que cubren la totalidad del espacio de combinaciones. Usando Minitab V16, se llevó a cabo el análisis del Diseño Factorial Completo en donde la respuesta se obtiene mediante el cálculo que cada combinación indica dando como resultado la Capacidad Volumétrica la cual se usa para poder calcular el Flujo Teórico a 3000 RPM. La grafica de Efectos principales (Figura 5) muestra claramente que e (posición de centros) es el factor que tiene mayor impacto para la capacidad volumétrica y consecuente flujo de salida de un sistema GERotor.

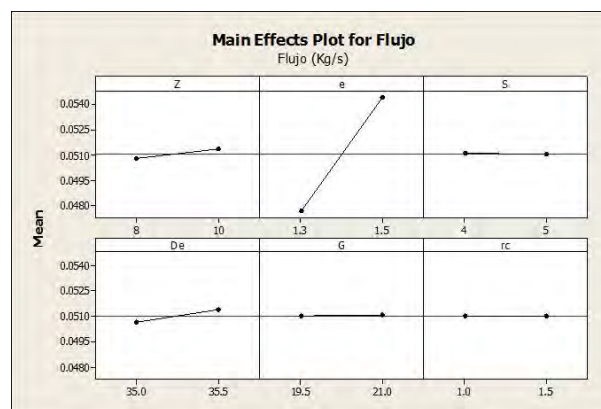


Figura 5. Efectos principales de diseño de un perfil cicloide-trocoide usado en sistema GERotor.

De acuerdo a la tabla de prueba de hipótesis que proporciona el analizar los resultados en Minitab, se puede observar tanto el número de dientes ( $Z$ ) como el diámetro externo del engrane interno ( $De$ ), muestran un ligero impacto en la cantidad de flujo entregado. El radio del diente del engrane externo ( $S$ ) y el chaflán ( $rc$ ) no tiene impacto estadístico sobre la cantidad de flujo que puede entregar una bomba.

Así mismo, la gráfica de interacción (Figura 6) indica que no existe interacción entre los parámetros de diseño dentro del espacio escogido para la experimentación.

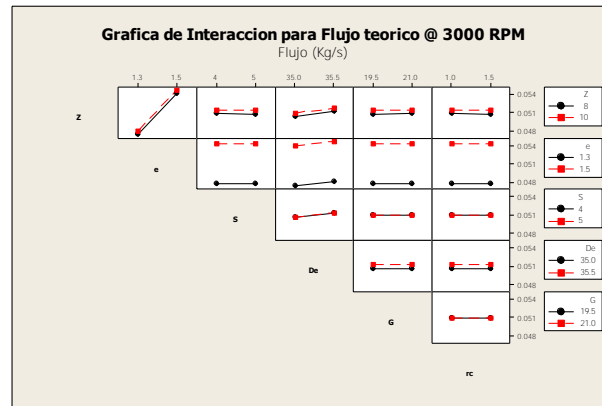


Figura 6. Grafica de interacción entre parámetros de diseño de un cicloide trocoide.

### Conclusiones

El presente trabajo demuestra la aplicación exitosa del Diseño de Experimentos (DOE) para el análisis de datos con el objetivo de obtener el conocimiento de aquellos parámetros importantes que impacten en el flujo de salida de una bomba tipo GERotor.

Estudios sencillos como el presente, ilustran el gran impacto en la correcta selección en los niveles de los factores de diseño en una bomba tipo GERotor por lo que corresponde concluir que estadísticamente la posición entre centros ( $e$ ) es el único parámetro que tiene mayor impacto en el flujo de salida de la bomba.

### Referencias

- <sup>1</sup>Lozica T. Ivanovic, Milan D. Eric, Blaza Z. Stojanovic, Andrea B. Ilic. (2011). Determination of tooth clearances at throcoidal pump. Faculty of mechanical engineering, Belgrade.
- <sup>2</sup>H. Ding, X.J. Lu, B. Jiang. (2012). A CFD model for orbital gerotor motor. 26th IAHR Symposium on hydraulic machinery and systems.
- <sup>3</sup>Yii-Wen Hwang, Chiu-Fan Hsieh (2007). Determination of surface singularities of a cycloidal gear drive with inner meshing. Elsevier.
- <sup>4</sup>Hernández Ochoa, Daniel Roberto; Vega Almaguer, Manuel. (2006). Análisis del socavado en engranajes cilíndricos de perfil evolvente aplicados en mecanismos de minería. Minería y Geología; V.22. ISSN 0258 5979.
- <sup>5</sup>Stryczek, J. Cycloidal (1990). Gears in design of gear, pumps and motors. Faculty of Mechanical Engineering, Wroclaw University of Technology, Poland.
- <sup>6</sup>Ruvalcaba, Mario A.; Hu, Xiao (2011). Gerotor fuel pump performance and leakage study. ASME Denver, Colorado.
- <sup>7</sup>Lozica Ivanovic, Danica Josifovic. (2012). Determination of gerotor pump theoretical flow. 1st International Scientific Conference; University of Esat Sarajevo.
- <sup>8</sup>Lozica T. Ivanovic, Mirko Blagojevic, Goran Devedzic, Yasmina Assoul. (2010). Analytical and Numerical Analysis of Load Gerotor Pumps. Faculty of mechanical engineering, Serbia.

# Especiación Química de Metales Pesados en muestras de Jales Mineros en Hidalgo del Parral, Chihuahua

Dr. Luis Miguel Rodríguez Vázquez<sup>1</sup>, Ing. Lis Manuel Sáenz Macías<sup>2</sup>,  
M.C. Damaris Acosta Slane<sup>3</sup>, M.C. Luis Armando Lozoya Márquez<sup>4</sup> y Lic. Ever Ulysses Torres Carrillo<sup>5</sup>

**Resumen**—Se llevo a cabo una especiación química en muestras de suelo para determinar la fase a la cual se encuentran asociados los metales pesados analizados. Los extractos obtenidos del proceso de especiación fueron analizados empleando la técnica de espectrometría de absorción atómica. Las muestras de suelo fueron colectadas de los depósitos de jales a cielo abierto de la mina la Prieta en Parral. La Biodisponibilidad de los metales pesados identificados en las muestras de jal, tomando como base su concentración total, se encuentran en el orden de mas de 80% para el Pb, valores superiores al 80% para el Cd y alrededor del 90% para el Zn; asociados a la fase de iones intercambiables y unidos al carbono

**Palabras clave**—Metales Pesados, Biodisponibilidad, Jales Mineros

## Introducción

La especiación química ha sido definida, en forma general, como el proceso de identificación y cuantificación de las formas químicas de un mismo elemento en una muestra dada (J. Hlavay *et al.* 2004). Para realizar la especiación química, comúnmente se emplea un procedimiento de extracción, simple o secuencial. En este trabajo se utilizó la extracción secuencial. En esta técnica, diferentes extractantes químicos son aplicados secuencialmente a una misma muestra de biosólidos y cada etapa muestra condiciones más drásticas de extracción con respecto a la anterior.

Durante los últimos 25 años se han desarrollado una gran variedad de métodos de extracción. Algunos han sido muy utilizados. Sin embargo, el amplio rango de procedimientos usados, hace que los resultados obtenidos en diferentes estudios sean difícilmente comparables por las condiciones de operación tan variables de cada método (Filgueiras *et al.* 2004).

Ante esta problemática, la Comunidad Europea a través del Community Bureau of Reference (BCR), que a partir del año 2002 se denomina Standard Measurement and Testing Program (SM&TP), comenzó un programa para armonizar la metodología usada en procedimientos de extracción secuencial para determinar metales pesados en suelos y sedimentos.

Este procedimiento (que se sigue conociendo como método BCR) ha sido aplicado exitosamente a una gran variedad de matrices sólidas incluyendo biosólidos. En este estudio se aplicó el procedimiento de extracción secuencial propuesto por el BCR para extraer las especies químicas de Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, As y Zn, a muestras de jales mineros de los depositos de la Mina La Prieta en Parral, Chihuahua. El esquema de extracción secuencial BCR (SES BCR, por sus siglas en inglés) divide el contenido total del metal en estudio, presente en una muestra, en tres fracciones, las cuales se liberan mediante una secuencia de extracción en orden de movilidad y peligrosidad decreciente. Aunque el protocolo de este esquema no contempla la fracción residual en virtud de que esta es extremadamente estable y que no representa peligro de movilización de metales pesados, se recomienda determinarla a efecto de hacer una revisión interna del método (Rauret *et al.* 2000).

## Descripción del Método

### *Identificación y toma de muestra en los depositos de Jales de la Mina la Prieta.*

Derivado de estudios previos en los depositos de Jales de Mina la Prieta (Rodríguez *et al.*, 2012), se tomó 50 Kg de muestra de la parte superficial del punto identificado como P5, como se observa en la Figura 1, el cual presenta la mayor concentración de metales pesados totales identificados en el proceso de caracterización que fue llevado a cabo en dicho estudio. La muestra colectada fue homogeneizada, empleando el método de cuarteo, hasta obtener una

<sup>1</sup> Dr. Luis Miguel Rodríguez Vázquez es Profesor Investigador Titular “C” adscrito al Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica en el Instituto Tecnológico de Parral (IT-Parral), Chihuahua, México. [lmrodriguez@itparral.edu.mx](mailto:lmrodriguez@itparral.edu.mx) (**autor corresponsal**)

<sup>2</sup> El Ing. Luis Manuel Sáenz Macías es Profesora de la carrera de Ingeniería Química en el IT-Parral y Jefe del Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación [lsaenzmacias@yahoo.com.mx](mailto:lsaenzmacias@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> La M.C. Damaris Acosta Slane es Técnico del Laboratorio de Residuos Peligrosos del Centro de Investigación en Materiales Avanzados S. C. (CIMAV), de la Ciudad de Chihuahua, Chihuahua, México [damaris.acosta@cimav.edu.mx](mailto:damaris.acosta@cimav.edu.mx)

<sup>4</sup> El M.C. Luis Armando Lozoya Márquez es Técnico del Laboratorio de Residuos Peligrosos del CIMAV, de la Ciudad de Chihuahua, Chihuahua, México. [luis.lozoya@cimav.edu.mx](mailto:luis.lozoya@cimav.edu.mx)

<sup>5</sup> El Lic Ever Ulysses Torres Carrillo es profesor del área de Sistemas Computacionales del IT-Parral. [cutc@hotmail.com](mailto:cutc@hotmail.com)

muestra de 1 Kg, de acuerdo a lo establecido en la NOM-004-SEMARNAT-2002 (SEMARNAT 2002) para después ser llevada a sequedad en una estufa a temperatura constante de 105°C por 24h (Pérez-Cid et al., 1999) para su posterior tratamiento y análisis.

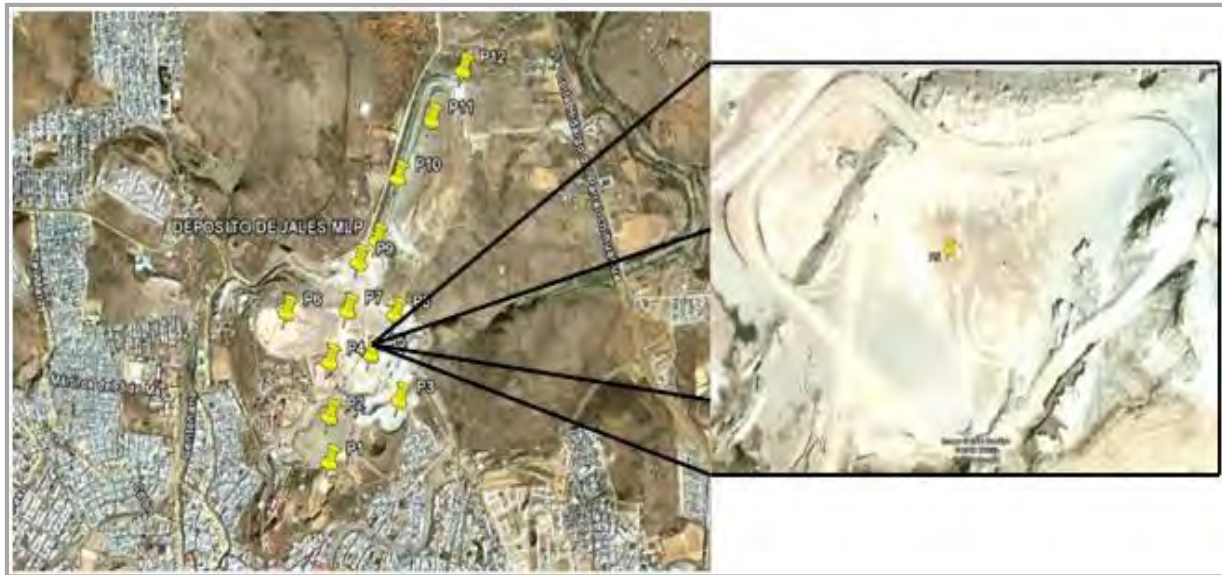


Figura 1. Ubicación e Identificación del Sitio de Muestreo

#### *Determinación de Metales pesados Totales*

Se realizó la determinación de elementos tales como: As, Pb, Cd, Cr, Zn, y Hg por la técnica de Espectrofotometría de Absorción Atómica, utilizando los métodos 3010 y 7000 B de la EPA en un equipo de modelo Avanta  $\Sigma$  marca GBC, acoplado a un generador de hidruros modelo HG300 marca GBC

#### *Extracción química secuencial de metales pesados*

Se aplicó el método de extracción secuencial BCR a tres réplicas de la muestra problema. Las fracciones consideradas en el esquema BCR son: **1) Fracción intercambiable.** Metales en disolución unidos a carbonatos e intercambiables. Se extraen los metales solubles e intercambiables en un medio ácido. Los metales son liberados a través de un intercambio iónico con ácido acético. **2) Fracción Reducible.** Metales ligados a oxihidróxidos de hierro y manganeso. Se liberan los metales unidos a óxidos de hierro y manganeso, los cuales son inestables bajo condiciones reductoras. Una vez que los óxidos se disuelven, se liberan las trazas de metal adsorbidas. **3) Fracción oxidable.** Metales unidos a materia orgánica y sulfuros. Se degrada la materia orgánica bajo condiciones oxidantes liberando los metales solubles ligados a dicha materia orgánica o a sulfuros. **4) Fracción residual.** Metales unidos a minerales primarios como los silicatos. (Gonzales E., et al., 2009).

## Resultados

### *Plomo*

Fase o Extracto	Pb (mg/L)	DESVSTD
<b>1. Fracción Intercambiable</b>	2458.9	87.5
<b>2. Fracción Reducible</b>	3548	212.6
<b>3. Fracción Oxidable</b>	507.5	44.2
<b>4. Fracción Residual</b>	36.4	3.5

Cuadro 1. Niveles de Concentración de Plomo en las diferentes fases del proceso de especiación

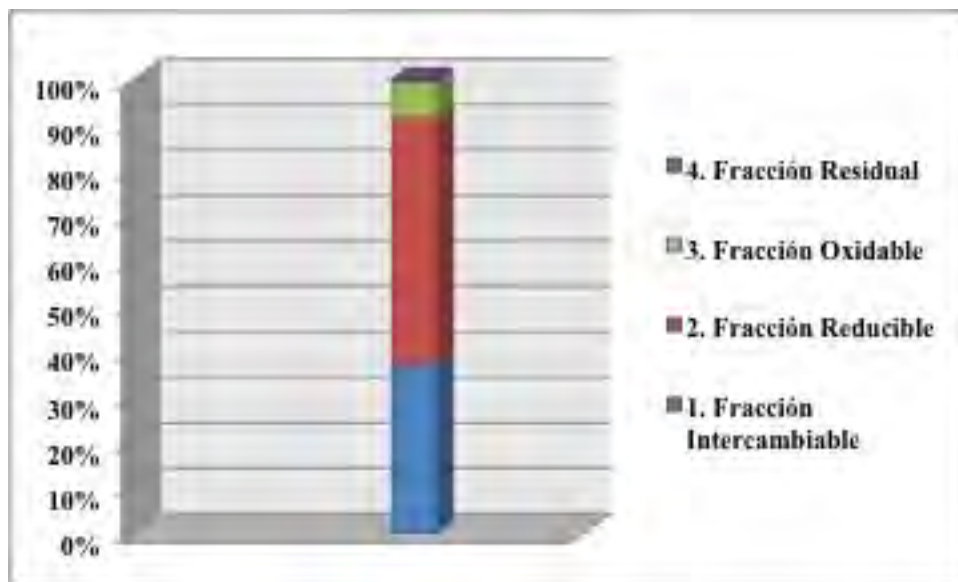


Figura 2. Representación porcentual de la presencia de “Pb” en las diferentes fases del proceso de especiación

*Cadmio*

Fase o Extracto	Cd (mg/L)	DESVSTD
1. Fracción Intercambiable	117.6	4.2
2. Fracción Reducible	13.2	0.8
3. Fracción Oxidable	6.4	2.2
4. Fracción Residual	4.1	0.3

Cuadro 2. Niveles de Concentración de Cadmio en las diferentes fases del proceso de especiación

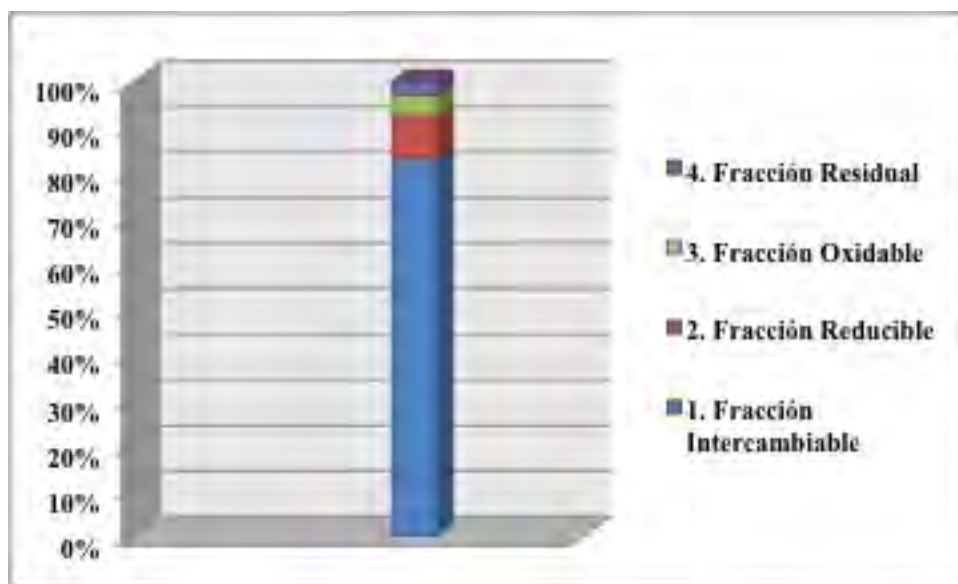


Figura 3. Representación porcentual de la presencia de “Cd” en las diferentes fases del proceso de especiación

Zinc

Fase o Extracto	Zn (mg/L)	DESVESTD
1. Fracción Intercambiable	15838	453.8
2. Fracción Reducible	5186	579
3. Fracción Oxidable	662.5	103.9
4. Fracción Residual	386	3.5

Cuadro 3. Niveles de Concentración de Zinc en las diferentes fases del proceso de especiación

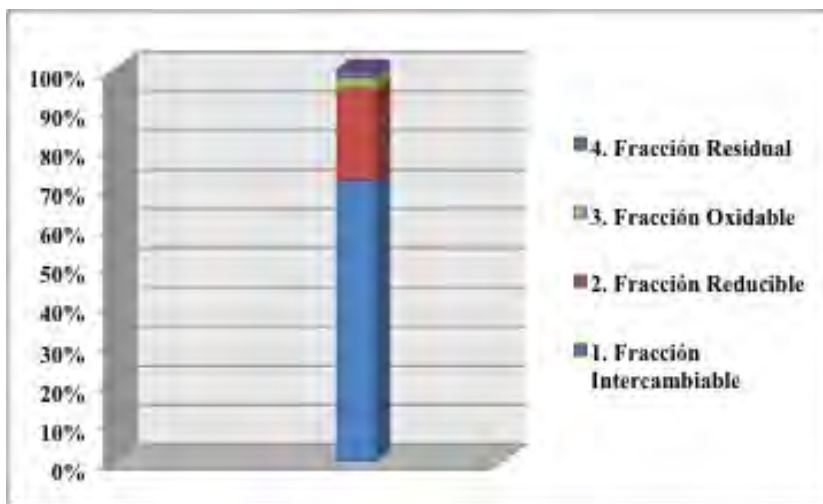


Figura 4. Representación porcentual de la presencia de “Zn” en las diferentes fases del proceso de especiación

Arsénico

Fase o Extracto	As (mg/L)	DESVESTD
1. Fracción Intercambiable	11.4	
2. Fracción Reducible	419	31.1
3. Fracción Oxidable	779	122.5
4. Fracción Residual	76	22.8

Cuadro 4. Niveles de Concentración de Arsénico en las diferentes fases del proceso de especiación

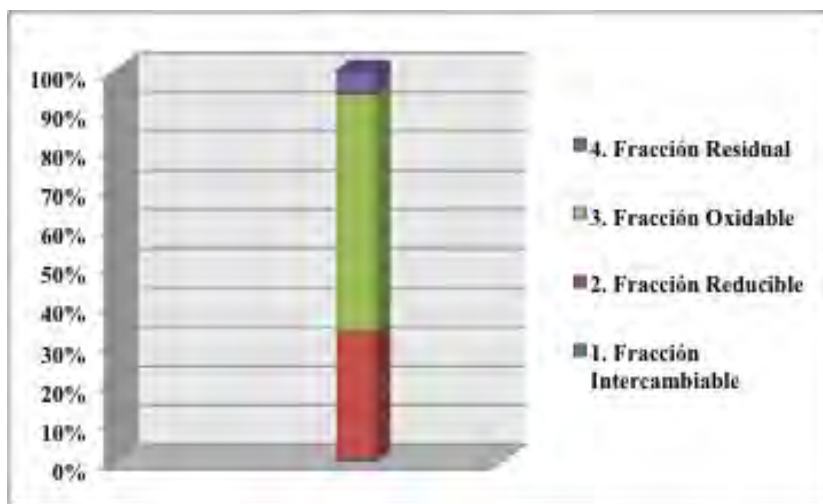


Figura 5. Representación porcentual de la presencia de “As” en las diferentes fases del proceso de especiación



*Mercurio*

Fase o Extracto	Hg (mg/L)	DESVSTD
1. Fracción Intercambiable	0.8	0.2
2. Fracción Reducible	0.9	0.1
3. Fracción Oxidable	29.4	23.3
4. Fracción Residual	1.3	0.3

Cuadro 4. Niveles de Concentración de Mercurio en las diferentes fases del proceso de especiación

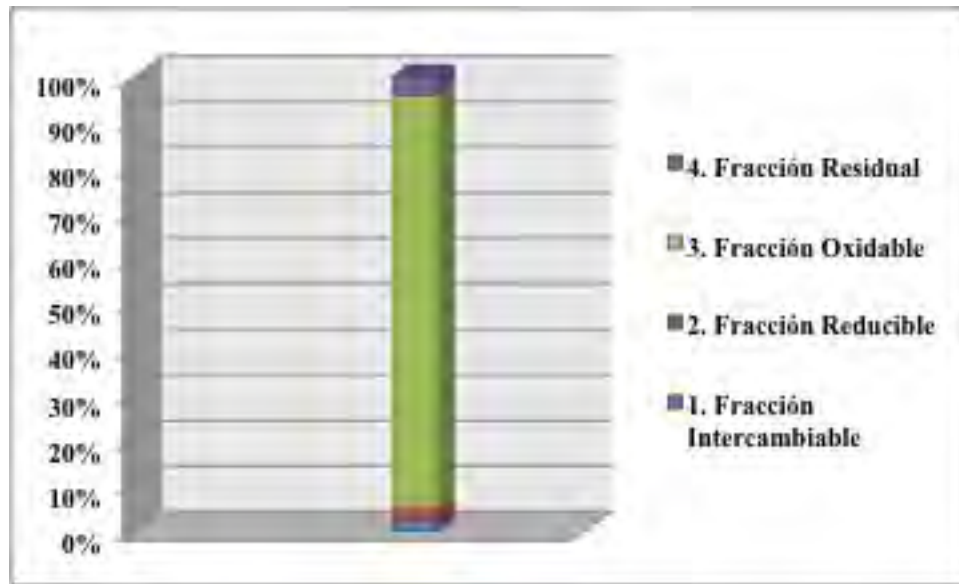


Figura 6. Representación porcentual de la presencia de “Hg” en las diferentes fases del proceso de especiación

**Comentarios Finales**

*Resumen de Resultados*

Los resultados muestran un alto grado de biodisponibilidad para los metales de Plomo, Cadmio y Zinc, detectándose la presencia de estos en las dos primeras fracciones del proceso de especiación química; Fracción intercambiable y Fracción Reducible.

Para los casos del Plomo y el Zinc, cuya concentración total se encuentra fuera de los límites máximos permisibles, 400-800 ppm y 800 a 1200 ppm respectivamente, según lo establecido en la Norma Oficial 147 de SEMARNAT y la SSA (NOM-147 SEMARNAT/SSA1-2004) e IHOBE (Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco, 2010) para daños al ecosistema, mas del 80% de la concentración total de metales pesados presentes en la muestra estan biodisponibles, lo que representa un riesgo potencial de daños a la salud y del medio ambiente elevado, considerando que los depositos de jales se encuentran a cielo abierto y son altamente susceptibles de ser erosionados, convirtiendolos en una fuente emisora de material particulado con contenido de metales pesados de alto impacto.

En lo que respecta al arsénico, los niveles de concentración detectados también se encuentran fuera de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM 147 de SEMARNAT (22-260 ppm). Sin embargo, el grado de biodisponibilidad de este metaloide se encuentra por debajo del 30%, asociado a la Fracción Reducible del proceso de especiación del Arsénico.

Aunque las concentraciones de Mercurio detectadas se encuentran por arriba de los niveles establecidos como máximos en suelos de zonas urbanas (20-625 ng/m<sup>3</sup>) según el Instituto Nacional de Ecología (INE, 2007), el grado de biodisponibilidad es bajo, detectándose la presencia de mercurio por debajo del 10% en las Fracciones que representan el mayor grado de biodisponibilidad; Fracción intercambiable y Fracción reducible; siendo las fracciones Oxidable y Residual las que contienen la mayor parte de la concentración de mercurio en las muestras

analizadas. No debe perderse de vista que bajas concentraciones de mercurio causan daños importantes a salud del ser humano y de su entorno por lo que no debe descartarse del todo un riesgo potencial de afectación a la población ya que las concentraciones de mercurio presentes en las muestras analizadas son considerablemente mas elevadas a lo que se establece como limite máximo permisible.

### Conclusiones

Existe riesgo potencial elevado de daños a la salud de la población y mel medio ambiente, no solo de Hidalgo del Parral, donde se encuentran los depositos de jales a cielo abierto, sino de sus alrededores en donde se encuentran desde zonas de pastoreo para ganado, hasta parcelas de producción agricola en dirección de los vientos dominantes (E y NE), dados los grados de biodisponibilidad de metales como Plomo y Zn.

Es de vital importancia establecer las estrategias que permitan reducir o eliminar la susceptibilidad de los depositos de jales a la erosión, que al encontrarse totalmente expuestos a la acción del viento, representan una de las principales fuentes de emisión de material particulado con contenido de metales pesados en la zona en proceso de estudio.

### Referencias

Eduardo González Flores, Mario Alberto Tornero Campante, Yolanda Ángeles Cruz y Noemí Bonilla y Fernández . 2009. *Concentración total y Especiación de metales pesados en Biosólidos de origen Urbano*. Rev. Int. Contam. Ambient. 25 (1) 15-22, 2009.

Filgueiras A. V., Lavilla I. y Bendicho C. 2002. *Chemical sequential extraction for metal partitioning in environmental solid simples*. J. Environ. Monit. 4, 823–857.

J. Hlavay, T. Prohaska, M. Weisz, W.W. Wenzel and G.J. Stingeder, *Determination of trace elements bound to soils and sediment fraction*, Pure Appl.Chem., 76(2) (2004), 415-442, (IUPAC Technical Report).

Rauret G., López-Sánchez J. F., Sahuquillo A., Barahona E., Lachica M., Ure A.M., Davison C.M., Gomez A., Lück D., Bacon J., Yli-Halla M., Muntau H. y Quevauviller Ph. (2000). *Application of a modified BCR sequential extraction (three-step) procedure for the determination of extractable trace metal contents in sewage sludge amended soil reference material (CRM 483), complemented by a three-year stability study of acetic acid and EDTA extractable metal content*. J. Environ. Monit. 2, 228–233.

IHOVE 2010. Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco.

Istituto Nacional de Ecología, 2007. *Lo que usted debe saber sobre el mercurio y sus situación en América del Norte*. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/folletos/93/93.html>. Ultima actualización 27/08/2007. Fecha de Consulta Junio/2015

Luis Miguel Rodríguez, Ever Torres, Luis Sáenz, María del Carmen Avitia, Guillermo Rodríguez, Eduardo Herrera, Carmen Julia Navarro, Guillermo González, Luis Lozoya and Damaris Acosta. *Contamination of Water for Domestic Use and Human Consumption by Heavy Metals Derived from Mining Activity in Parral, Chihuahua, Mexico*. Journal of Environmental Science and Engineering; Mar. 2012; Volume 1; No.3 (Serial No.3); pp 286-294.

NOM-141-SEMARNAT-2003. (s.f.). *Establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperacion de presas de jales*.

# Hacia una buena gobernanza en el Municipio de Torreón Coahuila: la creación del Consejo Ciudadano de Transparencia de las Finanzas y Políticas Públicas

Dr. Raúl Rodríguez Vidal<sup>1</sup>, MCA Víctor Pedro Rodríguez Vidal<sup>2</sup>, y  
Justo Edén Corpus Vielma<sup>3</sup>

**Resumen**— Esta artículo analiza la creación del Consejo Ciudadano para la Transparencia de las Finanzas y Políticas Públicas del Municipio de Torreón Coahuila, con la finalidad de promover un gobierno de calidad bajo las premisas de eficiencia, eficacia y profesionalismo. Una sociedad es más democrática a medida que el ejercicio del poder está más legitimado por la voluntad obtenida de los ciudadanos. Esta voluntad se manifiesta, individual o colectivamente, por medio de distintos mecanismos e instrumentos cuyo objeto es incidir en la toma de decisiones, la fiscalización, el control y la ejecución de las acciones por parte de las autoridades, que afectan al ciudadano en lo político, económico, social y ambiental, con la finalidad de permitirle su pleno desarrollo como ser humano individual y en tanto ser social. La buena gobernanza es impulsada mediante mecanismos concretos como la rendición de cuentas, la transparencia, el principio de legalidad y, la ética pública.

**Palabras clave**— Participación ciudadana, gobernanza, Consejo, Municipio.

## Introducción

Paulatinamente los ciudadanos coahuilenses y torreonenses en particular, avanzamos en considerar que el gobierno es un asunto de todos, donde la democracia es consecuencia de la voluntad ciudadana a través del voto.

Es urgente madurar una relación entre el poder del gobernante y el poder del ciudadano, a fin de que éste participe en la toma de decisiones sobre asuntos gubernamentales.

Así pues, la democracia tiene elementos definitivos, algunos de los cuales se presentan al mismo tiempo como referentes que muestran su grado de consolidación. Uno de ellos, quizá el más significativo, es la participación ciudadana en los asuntos públicos.

Una sociedad es más democrática a medida que el ejercicio del poder está más legitimado por la voluntad obtenida de los ciudadanos. Esta voluntad se manifiesta, individual o colectivamente, por medio de distintos mecanismos e instrumentos cuyo objeto es incidir en la toma de decisiones, la fiscalización, el control y la ejecución de las acciones por parte de las autoridades públicas y privadas, que afectan al ciudadano en lo político, económico, social y ambiental, con el objeto de permitirle su pleno desarrollo como ser humano individual y en tanto ser social.

En nuestra sociedad está presente una marcada exclusión de la mayoría poblacional respecto a la toma de decisiones sobre los asuntos públicos, de manera que el consenso se reduce a minorías no representativas de la pluralidad de intereses de la sociedad.

Tal marginación se debe principalmente a dos aspectos: por una parte, ausencia de información e interiorización de la ciudadanía en torno al marco jurídico sobre la materia y, por la otra, la inviabilidad de los instrumentos y mecanismos de participación, así como de las instituciones de organización y representación ciudadana.

La presencia del ciudadano en las decisiones que le afectan, tanto individual como colectivamente, precisa de una adecuación funcional, en tanto facilite el acceso y la conformación no excluyente de centros de decisión a partir del nivel local.

La participación ciudadana y sus objetivos serán un concepto vacío si los mecanismos diseñados para su instrumentación no pueden ser llevados cabalmente a la práctica o si son ineficaces.

<sup>1</sup> El Dr. Raúl Rodríguez Vidal es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Coahuila, Unidad Torreón. México. [rrv04172@uadec.edu.mx](mailto:rrv04172@uadec.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Maestro Víctor Pedro Rodríguez Vidal es Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma de Coahuila, Unidad Torreón, México [viper@uadec.edu.mx](mailto:viper@uadec.edu.mx)

<sup>3</sup> Justo Edén Corpus Vielma es alumno de licenciatura en la Facultad de Administración Fiscal y Financiera de la U. A. de Coahuila, Unidad Torreón, México.

Los procesos de participación ciudadana deben de ser concebidos como los mecanismos de mayor dimensión de la participación directa de la ciudadanía en nuestro país referido a los diferentes ámbitos de gobierno, esto es, Federal, Estatal y Municipal.

Si bien es cierto, que nuestra Ley de Participación Ciudadana en el Estado de Coahuila, prevé como instrumentos de participación ciudadana y/o comunitaria a las figuras del referendo, plebiscito, la iniciativa popular, la consulta popular y la audiencia pública, estimamos hace falta que la Constitución local o la referida ley, incluya la figura de la revocación del mandato para estar acorde con otras entidades federativas que ya la regulan a través de sus Constituciones, como es el caso de Yucatán, Chihuahua y San Luis Potosí, por citar algunos ejemplos.

La participación ciudadana debe ser un coadyuvante del proceso democrático. Debemos lograr una mayor inclusión política hacia los representados; y articularla en torno a su capacidad de decisión.

Una democracia será más sólida en la medida que organizaciones ciudadanas estén cada vez más cerca de los procesos de toma de decisiones de los gobiernos, tanto a nivel nacional como local.

La teoría clásica de la representación, se fundamenta en la premisa de que las elecciones periódicas y transparentes son suficiente garantía de que los funcionarios electos representarán responsablemente a los electores.

La corrupción gubernamental y la falta de representatividad de las instituciones del gobierno, durante los últimos períodos presidenciales, nos exigen un replanteamiento en el ejercicio de poder en los diferentes niveles de gobierno para rescatar la credibilidad de los electores.

### Descripción del Método. Revisión literaria

En la literatura internacional, estado de derecho y democracia son dos conceptos correlativos a partir de las revoluciones democrático-liberales de fines del siglo XVIII que instituyeron este sistema de gobierno al destruir el antiguo régimen basado en la monarquía. Se observa, sin embargo, que en algunos países como Alemania, “los principios del estado de derecho liberal rigieron...antes de la introducción de la democracia...y está más fuertemente encauzada...en la tradición del pensamiento positivista del Kaiserreich”<sup>4</sup>.

Recordemos que para Kelsen la expresión “estado de derecho” es un pleonasma porque, según él, todo estado es de derecho, cualquiera que sea su forma de gobierno. “El Derecho -el derecho positivo, no la justicia- es precisamente ese orden coactivo que es el Estado”, dice; concepto compartido por los sistemas totalitarios del primer tercio del siglo XX, que se auto-calificaban como estados de derecho, desde un punto de vista formal, sin sustancia político-constitucional. Este concepto reduce al Estado a un fin en sí mismo, apartándose de las teorías políticas y jurídicas que lo consideran, inversamente, un medio para el desarrollo individual y social del ser humano. Para la democracia liberal lo central es el hombre, no el Estado, y la ley deja de ser expresión de la voluntad del Estado que la impone incondicionalmente, para ser un instrumento de protección de los derechos del individuo.

Cuando decimos que democracia y estado de derecho son conceptos correlativos, damos al primero de estos términos un contenido sustancial, no formal. No basta que la democracia se manifieste en la separación de poderes, en las declaraciones de derechos y en la existencia de una Constitución, sino que ha de entenderse como “sistema político y forma de vida (que) genera identidad cultural, estabilidad económica, justicia social y consenso político”<sup>5</sup>.

Se puede afirmar que un nuevo fenómeno afecta a la democracia desde hace dos décadas: la globalización, que involucra todos los aspectos de la vida del ser humano.

Decía Frank Knight en 1922 que la economía y la ética “mantienen de modo natural relaciones bastante íntimas, dado que ambas tratan del problema del valor”, valor de cambio la primera, y valor humano la segunda<sup>6</sup>. Hace tiempo sin embargo, que esta afirmación ha sido desmentida por los hechos: los valores tecnológicos y financieros ocupan un lugar preponderante en la sociedad globalizada, en detrimento de los valores éticos. En su último libro, “La Gran Ruptura” (1999), Francis Fukuyama anota la paradoja de que mientras la democracia y el mercado libre ganan espacio a nivel mundial, esta tendencia progresiva no es por fuerza evidente en el desarrollo moral y social. La tendencia de las democracias liberales contemporáneas a ser presa de un excesivo individualismo constituye quizá su mayor debilidad a largo plazo”.

Otros analistas creen que la democracia está de nuevo en peligro porque la globalización económica está minando sus bases, dado que “la desregulación de los mercados financieros y la privatización a gran escala de servicios estatales han perjudicado los esfuerzos por la estabilidad social y la distribución equitativa de los recursos, siendo las consecuencias la desigualdad, la desintegración y el descontento a nivel social”. Los bancos, inversores y especuladores son los verdaderos actores políticos de la globalización porque determinan las políticas económicas y

<sup>4</sup> Zagrebelsky, Gustavo, *El Derecho Dúctil*, Editorial Trotta, Madrid, España, 1999, p.34.

<sup>5</sup> Thesing, Josef, *Estado de Derecho y Democracia*, Editorial FCE, México, 2005, p.111

<sup>6</sup> Citado por Herranz Guhlén, José Luís en su artículo, *Los valores (los económicos y los éticos)*, Diario el País, Madrid, 16/05/10.

sociales a seguir, de suerte que las democracias nacionales están sometidas a las estructuras transnacionales<sup>7</sup>. Ahora bien, en la literatura sobre buen gobierno, fijada la premisa de que estado de derecho y democracia son inseparables, es indudable, sin embargo, que no toda democracia es “buen gobierno”. ¿Qué debemos entender por buen gobierno? Uno que realice los fines del Estado mediante una democracia como la define el artículo tercero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos<sup>8</sup>. Y así como no toda democracia “es un buen gobierno”, no todo estado de derecho lo es. Aquí aparece la necesidad de introducir un concepto de administración, de buena administración, de la eficiencia del estado de derecho de que nos habla Ulrich Kalrpen. Como se sabe, la eficiencia consiste en “obtener con recursos limitados un resultado máximo o un determinado resultado con recursos mínimos”. Con respecto al estado de derecho, “eficiencia designa la realización óptima racional, rápida, completa, profunda, convincente, de las funciones del Estado, es decir, la paz, la seguridad, el bienestar. “Efectividad del estado de derecho” significa que el Estado cumple la finalidad de su existencia responsable, controlada, confiablemente, es decir, con eficacia, frente a los ciudadanos y a la comunidad. El legislador se preocupa por las decisiones correctas y necesarias; la administración pública se atiene estrictamente a las leyes; el ciudadano obtiene en todo momento una eficaz protección jurídica”<sup>9</sup>. Aquí es necesario mencionar que la eficiencia, además de eficacia y de ciencia, supone honradez en el manejo de la cosa pública, especialmente en tiempos como los actuales en que la democracia aparece corroída por la corrupción. Como escribiera Montesquieu, no hay democracia sin virtud, porque “no hace falta mucha honradez para que un gobierno monárquico o un gobierno despótico se mantengan o sostengan. La fuerza de las leyes en uno, el brazo del príncipe siempre levantado, en otro, regula o abarcan todo. Pero en un régimen popular hace falta un resorte añadido, que es la virtud”.

De la administración pasamos a la economía. Algunos politólogos sostienen que cuando el producto bruto interno es inferior a los seis mil dólares per cápita, “es imposible, a la larga, mantener un orden de estado de derecho libre de crisis”. De donde se concluye que no basta que un estado de derecho sea democrático, si no puede asegurar a sus ciudadanos un ingreso que les permita el ejercicio efectivo de los derechos que tal Estado supone.

En este orden de ideas, según encuestas internacionales en nuestro país durante décadas la corrupción ha sido el sello característico de los gobiernos a todos los niveles. Esta situación ha ido cambiando paulatinamente a raíz del ejercicio democrático de elecciones libres y alternancia política, lo que a su vez ha propiciado gobiernos más responsables. Sin embargo, todavía estamos lejos de haber terminado el proceso de transformación del gobierno. Es necesario dejar atrás de forma definitiva el lastre de la corrupción, por lo que el gobierno debe reinventarse para ser más eficaz, efectivo, profesional y de calidad. Quedaron atrás los tiempos en los que era suficiente con tener un gobierno “que roba pero de perdido hace obras”, como por desgracia llegó a ser la visión que expresaban muchos ciudadanos sobre lo que era “un buen gobierno”. También han quedado atrás los tiempos en que la legitimidad electoral era suficiente para sustentar a un gobierno.

### **El caso del municipio de Torreón, Coahuila.**

Hacia una buena gobernanza que se propone actualmente en el municipio de Torreón, Coahuila, es impulsado mediante mecanismos concretos como la rendición de cuentas, la transparencia, el principio de legalidad, la supervisión del avance en la ejecución del Plan de Desarrollo Municipal y el combate a la corrupción, entre otros tendientes a lograr los objetivos de una buena gobernanza, pero lo verdaderamente trascendental es que en Torreón se da el siguiente paso creando en el año 2014 un Consejo bajo el control ciudadano, a partir de esa fecha se impulsa un programa de modernización administrativa con el propósito de realizar cambios orientados al mejoramiento en la prestación de los servicios públicos, de donde deriva una línea de acción cuyo objetivo fue la simplificación administrativa de trámites relacionadas con el fomento económico; así mismo se impulsa el proceso para mejorar la gestión pública a partir del establecimiento de un sistema de indicadores.

El Reglamento del Consejo Ciudadano para la Transparencia de las Finanzas y Políticas Públicas para el Municipio de Torreón, Coahuila, rompe el paradigma tradicional de un gobierno cerrado y alejado de sus ciudadanos, a uno donde la ciudadanía está inmersa en el ejercicio mismo del gobierno. Si bien, la democracia electoral fortalece la posición ciudadana de castigar o premiar a sus gobiernos a través del voto, hoy en día eso no es suficiente para satisfacer la rendición de cuentas de los gobiernos hacia los ciudadanos. El Reglamento propone que la voz ciudadana no sólo se materialice en las elecciones, sino a través de un modelo donde la rendición de cuentas sea una práctica cotidiana y la interacción y retroalimentación de los ciudadanos a su gobierno sea la regla y no la

<sup>7</sup> Nymark, Johannes, en su artículo, *Democracia y Globalización*, Diario el País, Madrid, 09/05/10.

<sup>8</sup> Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Editorial Porrúa, México, 2007, p. 5.

<sup>9</sup> Karpen, Ulrich, *Condiciones de la eficiencia del Estado de Derecho*, Editora Nacional, Madrid, 2002, p. 159.

excepción. El Consejo Ciudadano para Transparencia de las Finanzas y Políticas Públicas, cambia el modelo de participación ciudadana pasiva y desde fuera del gobierno, a uno en donde los ciudadanos vigilen y participen en su gobierno desde el gobierno mismo.

Iniciar esta etapa, no será tarea sencilla, pero si posible. La integración de un órgano de conducción, como lo es el de este Consejo, permitirá que los asuntos de carácter público gubernamental, sean discutidos con la participación de representantes de ese público; ciudadanizar esta tarea de promoción es el punto de partida para establecer nuevas relaciones con la comunidad, y la enorme posibilidad de que ésta deje de ser un receptor de decisiones y acciones verticales, para convertirse en un elemento clave para que la necesaria discusión y acuerdos sobre el quehacer del gobierno, implique cada vez más la presencia de la comunidad gobernada.

La naturaleza jurídica del Consejo es un órgano colegiado y ciudadano, dotado de autonomía técnica, de gestión e independiente en el ejercicio de sus atribuciones.

Con este referente, y a partir de la decisión de dar un salto cualitativo en la tarea de gobierno, se crea el referido Consejo que tiene como principal objetivo, coadyuvar a promover un gobierno de calidad, a través de la evaluación de las políticas públicas relativas a la transparencia de las finanzas municipales, rendición de cuentas, ética pública, combate a la corrupción y avance en la ejecución del Plan de Desarrollo Municipal.

Conforme al Reglamento del Consejo, se deberán considerar los principios de **eficiencia, eficacia y calidad**, que permitan constituir un gobierno transparente, ciudadanos participantes, dependencias transparentes y que rindan cuentas, servidores públicos comprometidos con su servicio y su responsabilidad, sistemas modernos y eficientes para la gestión pública, políticas públicas que promuevan y mejoren los sistemas de evaluación y medición, y una base normativa municipal que sea acorde con la realidad del municipio en que viven los ciudadanos torreonenses.

Son los ordenamientos jurídico-administrativos que conforman la base legal y regulatoria que dan sustento al Consejo Ciudadano para la Transparencia de las Finanzas y Políticas Públicas del Municipio de Torreón, Coahuila de Zaragoza, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, Constitución Política para el Estado Libre y Soberano de Coahuila de Zaragoza, y la Ley de Acceso a la Información Pública y Protección de Datos Personales para el Estado de Coahuila de Zaragoza.

El Consejo que se analiza se integra por 10 Consejeros (as) ciudadanos (as), un Consejero o Consejera Presidente designado por el voto de las dos terceras partes del Ayuntamiento y a propuesta del Consejo de Instituciones de Educación Superior de la Laguna, la persona propuesta deberá ser rector o rectora de una institución de educación superior en el municipio, siete Consejeros o Consejeras Ciudadanos electos por el voto de las dos terceras partes del Ayuntamiento en base a la propuesta que realice cada uno de los órganos de dirección del colegio o institución educativa que a continuación se señalan: Colegio de Contadores Públicos, Colegio de Notarios Públicos, Instituto Tecnológico de la Laguna, Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Torreón, Universidad Iberoamericana Torreón, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Laguna, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Torreón, un Consejero o Consejera que haya sido distinguido con algún reconocimiento oficial por el Ayuntamiento de Torreón en virtud de su trabajo desinteresado a favor de la comunidad designado por el Ayuntamiento, y un Secretario Técnico designado por mayoría simple del Ayuntamiento a propuesta de la Contraloría.

Para ser comisionado ciudadano, entre otros requisitos se exige, ser ciudadano o ciudadana mexicano, en pleno goce de sus derechos políticos y con una residencia no menor a cuatro años en el municipio, no pertenecer a ningún partido u organización política; no haber desempeñado cargo, empleo o comisión en la administración pública municipal, estatal o federal, durante los últimos ocho años; gozar de buena reputación entre la ciudadanía por su reconocida probidad, honestidad y capacidad; y no haber sido sentenciado por delito intencional.

Es importante mencionar que el cargo de consejero ciudadano es honorífico, y dura 4 años, finalmente el Reglamento en comento, precisa las atribuciones de los consejeros ciudadanos, del consejero Presidente, y secretario, así como la programación de sesiones que podrán ser ordinarias bimestralmente, o extraordinarias cuando así se requiera.

## Conclusiones

Primera.- Estimamos que referirnos a la “buena gobernanza” es un discurso recurrente pero por lo general vacío. Llevar a cabo acciones concretas requiere de voluntad política que va mucho más allá de la declaración de pasillo o banqueta. El Cabildo del municipio de Torreón, aprobó por unanimidad el Reglamento del Consejo Ciudadano para Transparencia de las Finanzas y Políticas Públicas. Si bien la transparencia es uno de los elementos de un “buen gobierno”, no basta con transparencia para tener un buen gobierno. En los últimos años, la comunidad internacional ha desplegado una estrategia orientada a la reinención del gobierno. El planteamiento es que el gobierno se reinventa en función de un modelo de democracia participativa que va más allá de la intervención del ciudadano a través de su voto en las elecciones, sino que promueve una sociedad inmersa en su gobierno.

Segunda.- El Consejo Ciudadano para Transparencia de las Finanzas y Políticas Públicas para el municipio de Torreón, su naturaleza jurídica es un órgano colegiado y ciudadano, dotado de autonomía técnica, de gestión e independiente en el ejercicio de sus atribuciones, entre las cuales podemos mencionar: el coadyuvar a promover un gobierno de calidad, a través de la evaluación de las políticas públicas relativas a la transparencia de las finanzas municipales, rendición de cuentas, ética pública, combate a la corrupción y avance en la ejecución del Plan de Desarrollo Municipal.

Tercera.- Consideramos que si algo necesita el país son buenos ciudadanos, que participen, que opinen, que no se dejen engañar, que sepan exigir, que demanden cuentas claras, que exijan responsabilidad y compromiso; también se requiere de buenos gobiernos pero “no hay buenos gobiernos si no hay buenos ciudadanos”, efectivamente, buenos gobiernos suponen buenos ciudadanos, entendidos estos no en su definición legal, sino como una construcción social que va más allá de los derechos y obligaciones; la ciudadanía constituye el espacio del ejercicio de las libertades, la participación, el ejercicio de la crítica y de demanda y exigencia a los gobernantes. Sin embargo, se requiere algo más que buenos ciudadanos para lograr buenos gobiernos. Se podría decir que la ciudadanía es la llave de entrada para la democracia; pero no hay democracia efectiva sin un sistema eficaz de representación. Los partidos políticos y el Poder Legislativo son fundamentales; también los medios de comunicación.

Cuarta.- Creemos que los retos de la figura municipal analizada, son entre otros los siguientes: a) La creación de un código de conducta para los servidores públicos locales como instrumento que permita crear confianza entre los políticos y los ciudadanos, indispensable para que aquellos puedan desempeñar sus funciones de forma eficiente puesto que el respeto por el mandato del electorado va estrechamente unido al respeto de unas normas éticas; b) Fomentar una Administración inteligente dialogante que implique, coopere cogestione y codecida con los ciudadanos facilitando los cauces y los medios necesarios; c) Crear cauces de intervención ciudadana en la gestión de los servicios municipales descentralizados, a través de la participación de los ciudadanos y de usuarios en los órganos municipales encargados de su gestión y prestación: servicios municipales del agua, recolección de basura, de deportes y cultura, órganos de bienestar social, etc.; d) Crear instrumentos concretos como el Consejo del Municipio, Contraloría Ciudadana, grupos de trabajo en torno a proyectos determinados, talleres de Reflexión Ciudadana, los Presupuestos Participativos, el Consejo Económico y Social del Municipio, éste último que proponga los sueldos máximos de los servidores públicos; e) Prestar atención diferenciada a la participación de los niños y niñas con el impulso de Consejos de la Infancia, y a los mayores a través de la promoción de Consejos de Adultos Mayores; f) Crear Consejos Municipales de Participación de la Mujer que tengan carácter consultivo y asesor en la toma de decisiones municipales, en los que se hallarán representados todos los sectores sociales como partidos políticos, universidades, sindicatos, empresarias, empresarios y asociaciones de mujeres; g) Y por último, asegurar el derecho a la información entre la ciudadanía y los servidores públicos locales, aprovechando al máximo las tecnologías de la información, a cuya utilización debe contribuir decididamente el Consejo Ciudadano para la Transparencia de las Finanzas y Políticas Públicas del municipio de Torreón.

## Referencias bibliográficas

### Libros

- Herranz Guhlén, José Luis en su artículo, *Los valores (los económicos y los éticos)*, Diario el País, Madrid, 16/05/10.  
Karpen, Ulrich, *Condiciones de la eficiencia del Estado de Derecho*, Editora Nacional, Madrid, 2002.  
Nymark, Johannes, en su artículo, *Democracia y Globalización*, Diario el País, Madrid, 09/05/10.  
Thesing, Josef, *Estado de Derecho y Democracia*, Editorial FCE, México, 2005.  
Zagrebel'sky, Gustavo, *El Derecho Dúctil*, Editorial Trotta, Madrid, España, 1999.

### **Legislación aplicable**

Compendio de Leyes en Materia de Acceso a la Información Pública, editada por el Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, Saltillo, 2014.  
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Editorial Porrúa, México, 2014.  
Constitución Política para el Estado Libre y Soberano de Coahuila de Zaragoza.  
Ley Federal de Acceso a la Información Pública Gubernamental  
Reglamento del Consejo Ciudadano para la Transparencia de las Finanzas y Políticas Públicas del Municipio de Torreón, Coahuila.



# Manipulación de mano robótica a través de la detección y acondicionamiento de señales mioeléctricas con Arduino

Rojas Balbuena Dorian<sup>1</sup>, Grajeda Soto Carlos Eduardo<sup>2</sup>, Alpizar Garrido Luis Octavio<sup>3</sup>, Galindo Mentle Margarita<sup>4</sup>, Islas Salas María Angélica<sup>5</sup>

**Resumen** - En este trabajo se explicara el desarrollo de un acondicionamiento de señales mioeléctricas usando una de las tarjetas open source. La obtención, acondicionamiento y manipulación de dichas señales se pretenden utilizar a futuro en la manipulación de dispositivos electro mecánicos con fines de rehabilitación o prótesis semi o totalmente automatizadas. Este proyecto está enfocado principalmente al procesamiento de las señales mioeléctrica en una área determinada del antebrazo del cuerpo humano, utilizando electrodos superficiales para su detección, una tarjeta comercial que amplifica y filtra el ruido ocasionado por los aparatos eléctrico alrededor, causados por la misma persona que manipula el actuador, etc., la tarjeta Arduino que se encarga de procesar la señal obtenida y como actuador final un gripper de tres dedos.

**Palabras claves** - Señales mioeléctricas, Arduino, electrodos, gripper, prótesis.

## Introducción

El cuerpo humano es una maquina extraordinaria si así se le puede decir ya que es capaz de genera diferentes tipos de señales eléctricas, dependiendo de la parte que la genere, estas pueden clasificarse en oculográficas que provienen en el área de los ojos, electroencefalográficas que provienen en el área del cerebro, electrocardiográficas que provienen del corazón y electromiográficas que proviene del área de los músculos. Estas últimas generadas por la contracción de los músculos del cuerpo, en brazos, piernas, abdomen, etc. y son producidas por el intercambio de iones a través de las membranas musculares. A la detección de estas señales, se la conoce como electromiografía y este es el propósito de este trabajo,

detectar señales para utilizarlas como medio de control de dispositivos electro-mecánicos o para tener una comunicación hombre máquina [1].

El órgano principal para la manipulación física del medio que nos rodea son nuestras manos, en donde la punta de los dedos es una de las zonas con más terminaciones nerviosas del cuerpo humano, son la fuente principal de información táctil sobre el entorno, por eso el sentido del tacto se asocia inmediatamente con las manos.

Según Sarmiento en la mano ha sido la compañera indispensable del cerebro para convertir el pensamiento en acción, en ella, las ideas se traducen mecánicamente en acciones, creando representaciones para configurar los procesos que se necesitan en el control de movimientos. Desafortunadamente desde tiempos atrás algunas personas han vivido sin una parte funcional de su cuerpo como los miembros superiores a consecuencia de una amputación, donde amputar según el diccionario de la Real Academia Española, “es la acción de cortar y separar enteramente del cuerpo un miembro o una porción de él”. Con el echo de que existen personas que se les ha amputado alguna parte de su cuerpo ha surgido la necesidad de diseñar prótesis las cuales son dispositivos que intentan complementar la imagen corporal perdida y simular el funcionamiento de esta parte del cuerpo. Para lograr este objetivo la mecánica realizo un papel primordial en sus primeros diseños, por esta razón se les dio el nombre de prótesis mecánicas o convencionales (gancho y mano mecánica). Después con el avance tecnológico y siendo más específico en el área de la robótica y la electrónica, se

<sup>1</sup> Rojas Balbuena Dorian actualmente se encuentra trabajando en la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez en la Unidad Académica de Mantenimiento Área Industrial en la ciudad de Xicotepec de Juárez, Puebla, México y estudiando el Doctorado en Mecatrónica en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla en la ciudad de Puebla, México. [dorian\\_915@hotmail.com](mailto:dorian_915@hotmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Grajeda Soto Carlos Eduardo obtuvo el título de Ing. Mecatrónica, en el Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango en el año 2015 en la ciudad de Huauchinango, Puebla, México. [carlos\\_lgs@live.com.mx](mailto:carlos_lgs@live.com.mx)

<sup>3</sup> Alpizar Garrido Luis Octavio actualmente se encuentra trabajando en la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez en la Unidad Académica TIC, en la ciudad de Xicotepec de Juárez, Puebla, México. [luisoctavioalpizar@outlook.com](mailto:luisoctavioalpizar@outlook.com)

<sup>4</sup> Galindo Mentle Margarita actualmente se encuentra trabajando en la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez en la Unidad Académica de Mantenimiento Área Industrial, en la ciudad de Xicotepec de Juárez, Puebla, México. [gmentle\\_16@yahoo.com.mx](mailto:gmentle_16@yahoo.com.mx)

<sup>5</sup> Islas Salas María Angélica actualmente se encuentra trabajando en el Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango en la ciudad de Huauchinango, Puebla, México. [angelica\\_is@live.com.mx](mailto:angelica_is@live.com.mx)

lograron desarrollar prótesis mejoradas en sus sistemas de control y adaptación hasta lograr una prótesis controlada con impulsos musculares, a la cual se le dio el nombre de prótesis Mioeléctrica (mio= músculo, eléctrica= electrónica) [2].

### Descripción del Método

#### *Materiales*

Para poder realizar el presente trabajo se utilizaron electrodos superficiales de cloruro de plata-plata (Ag-Ag Cl) con pasta de cloruro [1], kit de sensores musculares V3 (tarjeta comercial) [4], un plug de audio con cables especiales para electrodos, tela de plata, una batería de 6volts, una tarjeta Arduino UNO R3, IDE de Arduino, una laptop o computadora de escritorio, un cable USB, jumpers, programa PXL-DAQ y un gripper con servomotor.

#### *Electrodos superficiales*



Fig. 2. Tarjeta V3 para sensores musculares.

Los electrodos superficiales son colocados sobre la piel, estos electrodos son en su mayoría superficies de metal, sin embargo, debido al estar en contacto directo con la piel hay que tomar algunas consideraciones: la piel es un tejido conductor cuyo material intracelular y extracelular está compuesto de soluciones electrolíticas, en la cual la corriente es transportada por iones; mientras que el metal es un material altamente conductor, en el cual la corriente es transportada por electrones, en consecuencia, la interacción entre el electrodo y la piel ocasiona en sí mucho ruido. Existen varios tipos de electrodos de superficie, estos se dividen en dos principalmente: electrodos secos y electrodos húmedos. Los electrodos húmedos son los que entre la placa de metal y la piel se encuentra una sustancia electrolítica o gel conductor, esto es con el fin de minimizar el ruido que se genera entre el contacto de la piel y el metal, este gel conductor mejora la conductividad y el flujo de la corriente, por esa razón se decidió que se utilizara este tipo de electrodos para este proyecto [5].

#### *Kit de sensores musculares V3*

La tarjeta V3 para sensores musculares que se muestra en la Fig. 2 es una tarjeta comercial que mide la actividad eléctrica filtrada y rectificadora de un músculo mediante electrodos superficiales; la salida 0-Vs Voltios dependiendo la cantidad de actividad en el músculo seleccionado, donde Vs significa el voltaje de la fuente de alimentación. Con esta tarjeta V3 se obtiene la señal eléctrica del antebrazo con un rango aproximado de voltaje de 40mv hasta 3400mv, eso quiere decir que la tarjeta comercial está amplificando la señal obtenida ya que los músculos del antebrazo generan un voltaje de entre 1mv a 10mv . La señal amplificada contiene una mezcla de señales biológicas, por ejemplo, se encuentran las señales de ECG, respiración y dependiendo del lugar se podrían encontrar rastros de EEG. Es por esta razón que para tener registros claros de EMG es necesario minimizar o filtrar la información indeseada; esto se logra utilizando amplificadores operaciones con los cuales se construyen filtros analógicos para obtener únicamente las señales requeridas que son EMG, estas señales se presentan en el rango de frecuencia de 1Hz a 1kHz lo cual la tarjeta comercial está diseñada para filtrar esas frecuencias.

### Gripper

Se les da el nombre de gripper a todos los sistemas de manipulación que están sujetos en el extremo de un brazo del robot y que permiten sujetar piezas, manipularlas o sostener las herramientas que realizaran el trabajo [6].

Al hacer una investigación acerca de sus diseños y variedades de los gripper, se encontró en la web una grandiosa idea que al a pesar de ser buena es simple [7], la cual consiste en un popote que se le realizan cortes en lugares específicos simulando los dedos de la mano humana y la punta es unida a un hilo o cordón que funciona como una articulación mecánica, el cordón debe estar dentro del popote para que al momento de jalar el hilo el popote se doble y al momento de soltar el hilo la misma forma cilíndrica y las características del popote hace que regrese a su posición inicial el cual al es la base para el gripper utilizado, se elaboró el prototipo para comprobar, analizar y mejorar el funcionamiento de dicho prototipo inicial como se muestra en la Fig. 3.

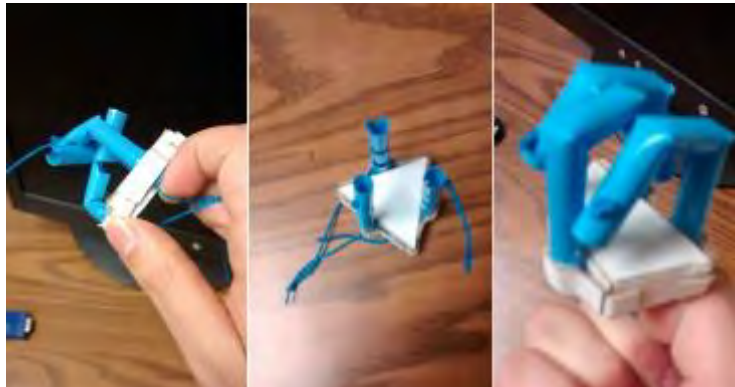


Fig. 3. Prototipo inicial del gripper.

### Resultados y discusión

La placa Arduino detecta señales eléctricas de AC y DC de 0-5volts siendo capaz de detectar incluso mili volts dentro del rango mencionado y con un ADC de 10 bits de resolución, eso es de suma importancia ya que la tarjeta V3 manda señales de 40mv cuando el musculo del antebrazo está en reposo y Arduino nos ayuda a codificar esa señal. Para realizar la programación que se requiere en el IDE de Arduino que controlara el gripper, primero surgió la necesidad de conocer los valores de la señal eléctrica del antebrazo y para ello se utilizó un programa llamado PLX\_DAQ, el cual hace que Excel y Arduino interactúen, cuando los valores sean detectados por Arduino en microsegundos serán enviados a una hoja de Excel clasificando hora de captura, valor capturado y numero de muestra para su posterior análisis. Se ocuparon cinco rutinas diferentes para el antebrazo y mano, tomando 54 muestras por rutina y registrando 3000 muestras por cada tarea. De las rutinas realizadas se consiguieron datos del músculo del antebrazo colocando la mano es diferentes posiciones como se muestra en las fig. 4, 5, 6, 7 y 8:

- De mano abierta a mano cerrada lentamente.
- De mano cerrada a mano abierta lentamente.
- De mano abierta a mano cerrada rápidamente.
- De mano cerrada a mano abierta rápidamente.
- De mano abierta a mano cerrada a mano abierta normalmente.

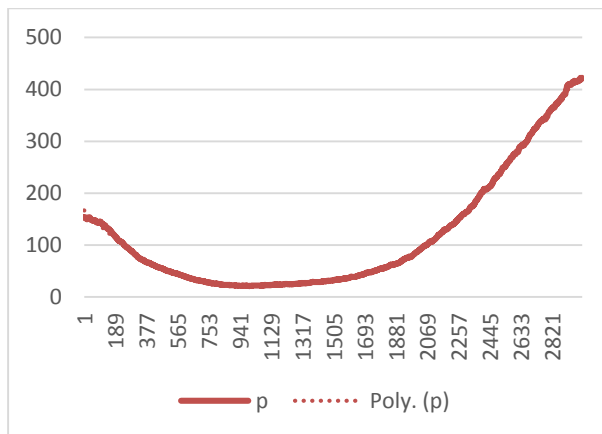


Fig. 4. Rutina mano cerrada a mano abierta

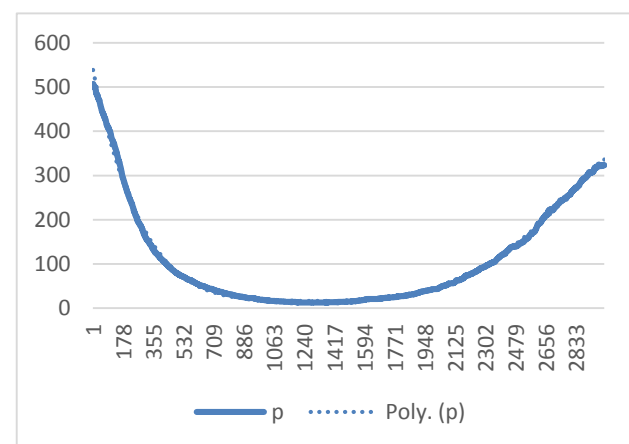


Fig. 5. Rutina mano abierta a mano cerrada

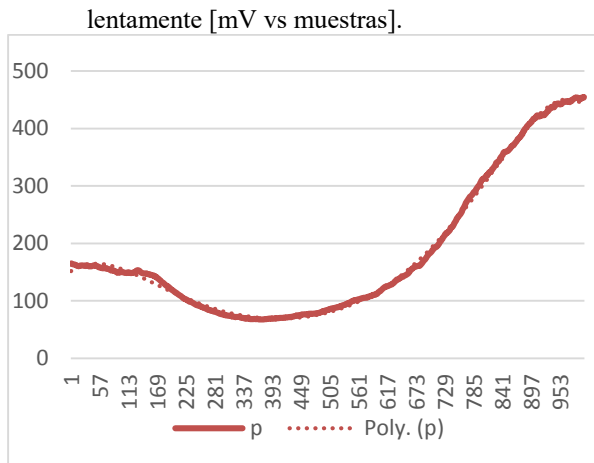


Fig. 6. Rutina de mano cerrada a mano abierta con movimientos rápidos [mV vs muestras].

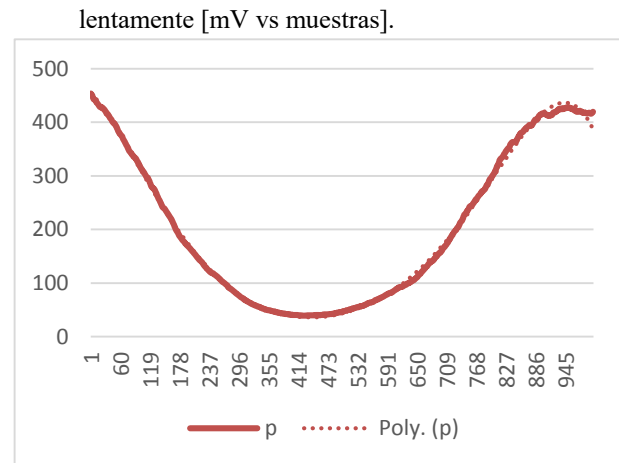


Fig. 7. Rutina de mano abierta a mano cerrada con movimientos rápidos [mV vs muestras].

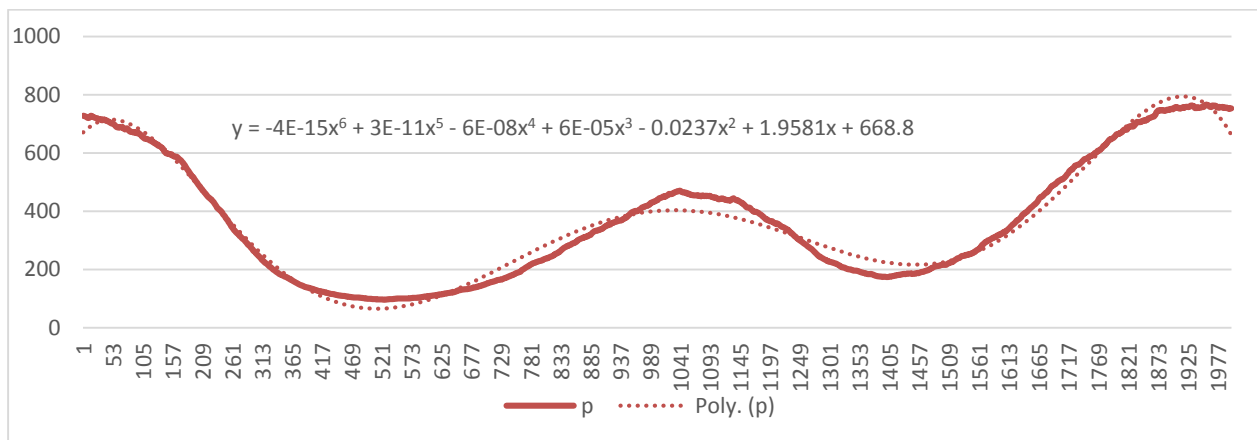


Fig. 8. Rutina de mano abierta – cerrada – abierta normalmente [mV vs muestras].

El total de registros realizados fueron superiores a los 500,000 el cual es un numero enorme de registro para hacer pero utilizando el programa PLX\_DAQ es una manera fácil y simple de poderla realiza la misma tarea que de otro modo sería muy complicado. Todos los datos obtenidos de la tarjeta comercial V3 y la interfaz con fueron procesados mediante el siguiente código que se muestra a continuación para poder hacer la manipulación del gripper.

Arduino cuenta con entradas analógicas (las cuales son indispensables para este proyecto) y digitales, cuenta con salidas PWM las cuales son necesarias para poder controlar los servomotores, el codigo anterior dice que cuando Arduino detecte cualquier señal de voltaje en la entrada analógica 0 tiene la indicación de sumar 50 veces los datos y sacar un promedio de esa suma, es decir, dividir el total entre 50, ese promedio se necesita ya que el musculo donde se obtiene la señal constantemente manda pulsos variados aun estando el músculo en reposo, después del promedio se colocan condiciones y que compare la señal de entrada con valores especificos analizados y obtenidos de las gráficas

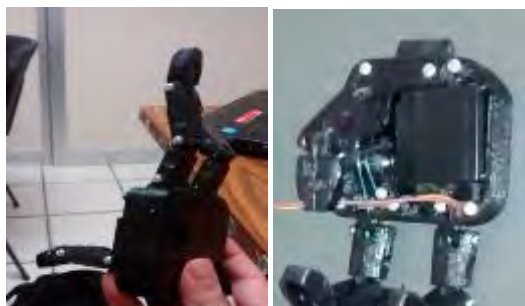


Fig. 9. Mano robot de 3 dedos.

de registro del músculo del antebrazo, si cumple las condiciones entonces se le da la indicación de que debe mandar los grados correspondientes a la señal obtenida del músculo y de esa manera se estaría controlando el servomotor de nuestro gripper. Al tener ya la señal amplificada, los valores del músculo y el programa capaz de enviar la salida necesaria para controlar un actuador electromecánico, solo hace falta dicho actuador, el cual es el resultado final al poder manipular una mano robótica (gripper).

Al investigar y estudiar los electrodos superficiales para evitar la irritación de la piel por el uso constante de dichos electrodos se logró realizar una manga con electrodos de tela de plata ya que la plata es un buen conductor de la electricidad y evita que se irrite la piel con el uso prolongado del metal mencionado y otra más con tachuelas de cobre como se muestra en la Fig. 10 con las cuales se obtienen las señales mioeléctricas de la misma manera que con un electrodo comercial de superficie común la única diferencia de utilizar tachuelas de cobre y tela de plata es que el cobre se corroe u oxida por el cual se llevó a la conclusión de solo utilizar la tela de plata que al ser filtradas y amplificadas mediante la tarjeta V3, se obtuvieron los mismo resultados para la manipulación que se desea, que en este caso es el gripper de tres dedos.



Fig. 10. Mangas con electrodos de tela de plata y tachuelas.

Nuestro actuador electromecánico que se muestra en la Fig. 9 es un gripper manipulado por un servomotor conectado a los dedos de plástico mediante un hilo de caña, ligas y tornillos. El servomotor que se encuentra en la parte central de la mano está unido sobre un eje central con engranes que cuando el servomotor gira comienza a enrollar el hilo de caña, jalando los dedos adentro haciendo que se doblen, cuando el servo regresa a su estado inicial las ligas hacen que se desdoblen estirando los dedos nuevamente hacia afuera.



Fig. 11. Manipulación del gripper usando Arduino y la tarjeta V3

### Conclusiones

Los resultados que se obtuvieron en este proyecto superaron las expectativas de los objetivos planteados al inicio ya que se logró manipular un gripper de tres dedos de tal manera que al abrir la mano lentamente o rápida mente nuestro actuador respondía considerablemente copiando la posición de la mano abierta o cerrada según se actuaba, es decir, que al momento que la mano se iba cerrando lentamente o rápidamente el gripper de manera similar realizaba la misma actividad y cuando la mano empezaba a abrirse hasta tener los dedos extendidos el gripper también realizaba dicha actividad de una forma favorable como se muestra en la Fig. 11 y muestran una mejora considerable en el uso electrodos comerciales, ya que para las personas con necesidad de una prótesis deben de estar colocando electrodos diariamente. El uso de una manga con electrodos de plata facilita el uso de las prótesis y mejora la interacción entre la piel y el aparato receptor, evitando irritación, comezón y la sensación de estiramiento de la piel al momento de quitar el electrodo sin embargo cabe mencionar que es importante que no tenga bello abundante en el área que son colocados los electrodos ya que esto bellos impiden que haga contacto el electrodo con la piel y en consecuencia extrulle el paso de la corriente eléctrica del cuerpo. El beneficio-costo de las prótesis que se proponen realizar con esta investigación son significativos con respecto a los que se encuentran comercialmente. Se espera que en un futuro no muy lejano ir mejorando el desempeño de cada uno de los elementos utilizados en este proyecto, así como, desarrollar una prótesis de bajo costo y que use el sistema desarrollado del presente trabajo. Se pretende también encontrar materiales que puedan ser ocupados como electrodos y poder mejorar el desempeño que se tiene con los actualmente comerciales.

## Referencias

- [1] <http://www.mecamex.net/anterior/cong10/trabajos/art36.pdf>, último acceso: 15 09 2014.
- [2] <ftp://ftp.uady.mx/pub/tmp/smagana/TESIS%20FINALIZADA.pdf>, último acceso: 20 10 2014.
- [3] <https://uametodologia.files.wordpress.com/2011/05/articulo-metodologia2.pdf>, último acceso: 11 10 2014.
- [4] [http://www.robotacta.mx/index.php?dispatch=products.view&product\\_id=769](http://www.robotacta.mx/index.php?dispatch=products.view&product_id=769), último acceso: 10 10 2014.
- [5] <http://www.robotec.cl/faq.php>, último acceso: 23 10 2014.
- [6] McRoberts, M. (2010). *Beginning Arduino*, Ultrasonic Rangefinders, Apress, New York.
- [7] Ozer J. (2009). *Practical Arduino: Cool Projects for Open Source Hardware Technology in Action Apress Series Technology in Action Pressbook*, Editorial Apress, USA.

# Modelo de capacidad de madurez para la evaluación de Write en Libre Office

M.S.L. Guillermina Yanet Rojas López<sup>1</sup>, M.S.L Isela Mendoza Lozano<sup>2</sup>, M.D.E José Hilario Partida Torres<sup>3</sup> y Jesus Antonio Aguirre Recendez<sup>4</sup>

**Resumen**—En el documento a presentar se muestra a detalle la evaluación de Write y como ha mejorado sus herramientas. Se evalúa el funcionamiento de Libre Office, la razón por la que es conocido como paquete de oficina o suite ofimática, entre otros; y las plataformas en las que puede instalarse el software. Además de conocer cómo se asocia con el Modelo de capacidad de madurez (CMM), ya que Libre Office es un software que se dedica a satisfacer las necesidades del usuario y crear un espacio libre hacia la creatividad.

**Palabras clave**—Libre Office, CMM, Write.

## Introducción

Alineando las etapas por las que debe pasar un software, aplicación o herramienta durante el proceso de un CMM para su prueba y análisis, en cada uno de los procesos que se desarrollan. De tal forma poder comprobar si es una innovación con las características necesarias para el usuario. De esta manera Libre Office tuvo que pasar por un proceso similar, con el fin de saber las necesidades de los usuarios, como evoluciono, estabilidad del software y finalmente las pruebas con usuarios y del cual se obtienen gustos, preferencias o inconvenientes con cada una de las herramientas del software, mostrando el desarrollo final al público en general con sus respectivos costos o licencias.

Se puede decir que el usuario puede manipular formatos o plantillas, imágenes, crear bases de datos, como algunas otras. Con las herramientas que nos permite utilizar es necesario informarse del entorno para aprovechar las características software y a su vez realizar trabajos de mayor calidad con la aplicación Write.

### *Beneficios y características de CMM*

De acuerdo a la colaboración entre la Universidad Carnegie-Mellon y el Instituto de Ingeniería de Software (SEI) el modelo CMM apoya tanto a usuarios como empresas a desarrollar software con un modelo estable y confiable; tal modelo implica una serie de pasos que deben ir surgiendo en el desarrollo y por lo cual es recomendable no omitir pasos, los cuales son vitales para que el software evolucione y sea apropiado para las necesidades de los usuarios. Los resultados que se esperan con este modelo es obtener un nivel de madurez más alto, ya que cada nivel del modelo implica un crecimiento cada vez que se utiliza y a su vez optimiza el software y permitiendo al usuario conocer y experimentar con nuevas actualizaciones.

Los niveles del CMM para desarrollar un software o aplicación:

- **Inicial:** plantea los objetivos, metas, y todo aquello que desea alcanzar con el proyecto en desarrollo; sin tomar en cuenta los costos ya que solo se visualiza hacia donde se desea llegar con este modelo. De igual manera la utilización de este método, no solo es crear desde cero el software, sino también basarse en software ya creado y hacer una exploración analizando las mejoras que se pueden obtener tomando esto como punto inicial y así seguir los niveles del modelo para conseguir de un software inmaduro uno maduro.
- **Repetible:** documenta las estrategias que se utilizan para el desarrollo del software; para una mejor comprensión puede ser diagramas, tablas, entre otros tipos de información que contenga los objetivos específicos del software y poder plantear exactamente las necesidades y alcance que se desea.

<sup>1</sup> M.S.L. Guillermina Yanet Rojas López es Docente del área de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chih. yrojas@itcj.edu.mx (autor corresponsal)

<sup>2</sup> M.S.L. Isela Mendoza Lozano es Docente del área de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chih. imendoza@itcj.edu.mx

<sup>3</sup> M.D.E. José Hilario Partida Torres es Docente del área de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chih. jhpartida@itcj.edu.mx

<sup>4</sup> Jesus Antonio Aguirre Recendez es Alumno de la carrera de Ingeniería en Tecnología de la Información y Comunicación del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Chih.13111674@itcj.edu.mx

- **Definido:** se crea un prototipo con los objetivos establecidos en el nivel inicial, transfiriendo al equipo de ingeniería para su posterior desarrollo e iniciando la evaluación de costos por material o equipo utilizado con el fin de tener un producto exitoso.
- **Administrado:** en este nivel se analizan los resultados obtenidos y se crea un informe que muestran los problemas encontrados durante la creación del software, así como los alcances y logros de esta manera la empresa puede ver cómo mejora y saber que fallos se encontraron para solucionarlo, los resultados se analizan y comienza a colocar sus ventajas obtenidas y se decide si es software de calidad; en caso de que la empresa que desarrolle el software contenga uno con las características similares al actual puede utilizar partes del software realizado para mejorar la calidad y optimizarlo en su fase de desarrollo. En este nivel también se puede elaborar software versión beta el cual se pone a prueba en un grupo de usuarios o bien aquellos que están registrados en bases de datos de la empresa; de la valoración de los usuarios los resultados son proporcionados a los desarrolladores como una fuente óptima que determinan las últimas modificaciones antes de su entrega.
- **Optimizado:** en este punto se deduce que el software ya es óptimo y es lanzado al mercado para su distribución, la empresa que lo desarrolla sigue observando y analizando los resultados de los usuarios, obteniendo comentarios o dudas en sus páginas oficiales, el equipo de ingeniería siguen agregando mejoras al software en la interfaz para obtener mejores resultados, de esta forma el modelo se emplea desde el inicio hasta el final.

### *Libre Office*

¿Qué es Libre Office? Es una pregunta que muchos nos hacemos, este software nos muestra una gran variedad de aplicaciones, además que no tiene costo y es de código abierto. Otra característica que tiene es que para usuarios especializados pueden tener acceso al código y modificarlo, guardar en la nube o en cualquier dispositivo de almacenamiento. (LibreOffice, s.f.)

Permite editar documentos, crear presentaciones, hacer cálculos, bases de datos, entre otros; además los desarrolladores no solo han pensado emplearlo a equipos de escritorio, sino expandirse a dispositivos móviles con algunas restricciones, es decir una reducción de aplicaciones y herramientas en cada una de ellas, esto posibilita hacerlo estable para que el usuario pueda utilizarlo en cualquier momento ya sea en casa o en la oficina.

¿Por qué llamarlo paquete de oficina? Es un buen seudónimo ya que este software emplea diferentes aplicaciones en las cuales para una oficina son muy útiles, ya que contiene editor de texto, hojas de cálculo y diapositivas electrónicas (Writer, Calc, Impress) entre otras como Draw, Base y Math; es decir, nos da a conocer una aplicación con diferentes herramientas a la mano, como crear algunas líneas de texto, cambiar su formato en distinto color, tipo de letra, tamaño de letra, alineación de texto y muchas cosas más. Lo que implica que es una suite ofimática que tiene herramientas para crear trabajos de oficina.

¿Por qué es importante utilizarlo? Por su practicidad que tiene en sus aplicaciones, es útil, a su vez es libre y sin costo, en caso de expira la versión que utilizas puedes volver a instalar o actualizar para adquirir nuevas herramientas y si se desea soporte técnico se generan cargos mensuales, pero puede trabajar libremente. Otro punto a favor es la innovación es algo muy práctico para los usuarios que adquiriendo mejoras en el software sin ningún costo. En Cuadro 1 se muestran las ventajas y plataformas existentes.

Ventajas	Plataformas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidad y ahorro en coste e inversiones.</li> <li>• Tranquilidad y seguridad.</li> <li>• Asesoría y soporte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linux x64(deb)</li> <li>• Linux x64(rpm)</li> <li>• Linux x86(deb)</li> <li>• Linux x86(rpm)</li> <li>• Mac OS X(Intel)</li> <li>• Windows</li> </ul>

Cuadro 1 Ventajas y plataformas





Figura 1 Libre Office the document foundation.

### *Libre Office en dispositivos móviles*

Se dieron cuenta que los usuarios en la actualidad emplean dispositivos móviles como celulares o tabletas, por lo que desarrollaron Libre Office App que contiene solo parte de las aplicaciones como Calc, Impress, Write y Draw utilizando como almacenamiento la nube para no saturar los dispositivos móviles con el paso del tiempo esto lo hace practico y factible. Las plataformas móviles en las que se puede ejecutar Libre Office App son Mac y Android.

### Características principales:

- Una interfaz fácil de usar pero potente.
- Abrir, editar y guardar sus archivos y documentos con almacenamiento en la nube: Google Drive, Dropbox, Box y OneDrive.
- Compatible con todos los principales formatos de archivo de documentos.
- Crear documentos de Word y editar archivos de Excel.



Figura 2 App Libre Office the document foundation aplicado a dispositivos móviles Android y Mac.

### *Licencia público en general GPL v3/MPL*

La licencia público en general GPL v3/MPL versión 3 como se muestra en la figura 3 son las licencias con las que cuenta Libre Office las dos cuentan en ser software libres en donde cada usuario es libre de modificar el código fuente, rescribir, publicarlo y copiarlo; de tal manera que se desarrolle una innovación. Para Libre Office al emplear GLP v3 y MPL hace que las modificaciones de código y cualquier otra alteración en el software que registrada en sus licencias y bajo modificación de Libre Office. (Foundation F. S., 2007)

Por lo tanto la GNU (Licencia Publica en General) es una licencia con la cual consta de que los usuarios son libres de modificar, copiar y publicar ediciones de programas o software y de igual manera cualquier otro usuario ver y poder modificar ese código y publicarlo. GLP v3 es la licencia con la que se protege al usuario; de igual manera los usuarios pueden modificar códigos y basarse como una licencia GNU. Para esto copyleft nos haba que las distribuciones de códigos modificados siempre deben de ser públicas para que los usuarios tengan el conocimiento del tal código, de lo contrario los usuarios que guarden el código que se extrajo de una software del cual no son autores serán causa de una demanda.

La licencia MPL (Licencia publica de Mozilla) esta licencia cubre a los usuarios siempre y cuando contengan los códigos fuentes de alguna aplicación o software y lo combinen con algún otro código que este bajo la misma licencia MPL o bien que agregue código, solo en estos caso la licencia podrá ser empleada para proteger a los usuarios que son desarrolladores de códigos fuentes.



Figura 3 Licencia GPL v3/MPL con la que cuenta Libre Office

### Write

Este es un ejemplo de cómo cada una de las versiones y mejoras de Libre Office satisfacen los niveles del modelo CMM las ventajas mencionadas anteriormente y alineando los niveles del modelo CMM se puede decir que el editor de texto Write cumple con cada uno de ellos.

Write es un procesador de texto el cual cuenta con una gran variedad de herramientas que están a disposición de los usuarios, para poder utilizar esta aplicación es necesario instalar el software Libre Office. Write proporciona la edición de texto de manera fácil al ir desarrollando sus documentos, permitiendo modificar un tipo de letra específico, tamaño de letra, tipo de alineación, etc, pero no solo es editar texto sino también puede agregar imágenes y recortar, o simplemente ajustar el documento a las necesidades requeridas por el usuario. Para actualizar Write es necesario renovar Libre Office.

Lo cual significa que Libre Office ha ido innovándose para tener satisfechos a sus usuarios creando un entorno, con una interfaz más cómoda y accesible, por ejemplo en la aplicación Write cuenta con las siguientes barras de herramientas que se muestran en el Cuadro2, las que facilitan la edición de documentos o cualquier tipo de trabajo.

A. Barra de menú	B. Barra estándar	C. Barra de formato	D. Barra de estado
1- Archivo	1- Imprimir	1- Tipo de letra	1- Número de página
2- Insertar	2- Guardar	2- Tamaño de letra	2- Estilo de pagina
3- Ver	3- Cortar	3- Alineación	3- Idioma
4- Editar	4- Pegar	4- Fondo de texto	4- Modo insertar
5- Tablas	5- Copiar	5- Color de fuente	5- Modo selección
6- Entre otros	6- Entre otros	6- Entre otros	6- Entre otros

Cuadro2. Barras de herramientas de Write

Como los usuarios tenían la necesidad de ir mas haya Libre Office tuvo que implementar nuevas versiones para Write, logrando así la versión 3.5 conocida como *Bug Hunting Session* una de sus características era detectar errores para mejorar el software; esta versión es un claro ejemplo de la aplicación del modelo CMM como ya se mencionó busca dar respuesta o solución a conflictos o problemas por medio de la interfaz de los desarrolladores, lo cual genero una versión 4.0 en la que destacan las siguientes mejoras:

- Integración con la apariencia de Firefox Personas.
- Compatibilidad con documentos Microsoft Publisher y Microsoft VISIO.
- Pre visualización de estilos de letra (tipografías).
- Importación de "Ink anotations" de formatos DOCX y RTF.

Libre Office sigue innovando sus versiones para satisfacer las necesidades de los usuarios lo cual implica mantenerse en contacto directo por media de su página oficial y a través de correos; especificando actualizaciones en el software o herramientas que complemente Write para obtener una mejor edición en documentos y apoye al usuario en el momento en que trabaja con estas herramientas.

### Comentarios finales.

Después de analizar el enfoque que emplea CMM en el desarrollo de software para su mejoramiento en el transcurso de su creación o bien de actualizaciones nos damos cuenta que Libre office es un software de desarrollo y más que nada tiene un gran camino, ya que se ha apoyado de modelos que lo ayudan a ampliarse de forma general. Como se observó se amplía en el ámbito de computadoras de escritorio ha estado en continua evolución alcanzando niveles de madurez óptimos al grado de que en la actualidad se encuentran en dispositivos móviles.

Como se pudo observar durante el desarrollo de la investigación, Libre Office nos muestra que es un software evolutivo que ha avanzado a lo largo de cada una de sus versiones, es decir, ha mejorado paso a paso sus

actualizaciones, como sus herramientas, expansión de plataformas, entre otras; además que actualiza el entorno del usuario satisfaciendo sus necesidades con las diversas versiones que presenta el software apoyándose en las observación que realizan los usuarios por medio de los comentarios registrados en sus bases de datos.

Finalmente de una u otra forma estas aplicaciones contenidas en Libre Office App obtendrán mayor desarrollo en el ámbito de dispositivos móviles ya que en la actualidad los usuarios manejan más en su rutina como celulares inteligentes, tabletas, etc. Cabe destacar que se amplían las aplicaciones en los dispositivos, logrando que desde un pc o dispositivo móvil se interconecten para poder intercambiar documentos o bien información en ellos, para tener un mejor desarrollo o bien en ámbitos que se pueden almacenar archivos en la nube de acuerdo al espacio que el usuario tenga definido o incrementa la capacidad de almacenamiento.

## Referencias

- Casimiro, H. P. (2007). *CMMI - Capability Maturity Model Integration*. Obtenido de <http://www.globales.es/http://www.globales.es/imagen/internet/Informaci%C3%B3n%20General%20CMMI.pdf>
- CMM: CAPABILITY MATURITY MODEL*. (s.f.). Obtenido de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/juarez\\_s\\_g/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/juarez_s_g/capitulo2.pdf)
- Foundation, F. S. (2007). <http://www.spanish-translator-services.com>. Obtenido de <http://www.spanish-translator-services.com/espanol/t/gnu/gpl-ar.html>
- Foundation, T. D. (2012). *Primeros pasos con Write*.
- Foundation, T. D. (2013). *Libreoffice, Getting started*. Copyright.
- LibreOffice. (s.f). *LibreOffice: The Document Foundation*. Obtenido de <https://es.libreoffice.org>: <https://es.libreoffice.org>
- LibreOffice. (s.f). *LibreOffice: The Document Foundation*. Obtenido de <https://www.aplicateca.es/https://www.aplicateca.es/Resources/45c94dcb-1ca4-4523-8133-e089d0721780/Ficha%20LibreOfficev4.pdf>
- Lluís Codina, C. R. (4 de julio de 2008). OpenOffice y el formato OpenDocument: funciones y compatibilidad. *Software*, págs. 453-460.
- Modelo de Capacidad de Madurez*. (s.f.). Obtenido de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/garcia\\_r\\_ci/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/garcia_r_ci/capitulo5.pdf)
- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del software*. Madrid: PEARSON EDUCACION.