

## REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA EMPRESA LABORATORIO JABA S.A. DE C.V.

Gálvez Mendoza Alejandro <sup>a</sup>, Trejo Mendoza Juan Patricio <sup>a</sup> y Estrada Barrera Jonathan Daniel <sup>a</sup>

<sup>a</sup> División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo. Paseo del Agrarismo 2000, Carr. Mixquiahuala - Tula, Km 2.5. Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo, C.P. 42700. agalvezme@itsoeh.edu.mx

Recibido 18 de septiembre de 2019; 10 de diciembre aceptado 2019

*Palabras clave:*  
Servicios, Distribución de planta, SLP

**RESUMEN.** En la empresa laboratorio Jaba S.A. de C.V. los principales problemas que presenta, es que las áreas de trabajo actuales, están distribuidas de forma inadecuada, no tienen una organización efectiva para realizar las pruebas de ensayo bajo la NOM NMX-J-521-2-23-ANCE 2016, que se enfoca a la revisión de seguridad y calidad de equipos eléctricos, esto genera una mala distribución de sus operaciones impactando en una baja productividad, de acuerdo al incremento de sus clientes estos factores impiden cumplir con los tiempos de servicio. El objetivo de este trabajo es desarrollar una redistribución de planta mediante la aplicación de la metodología Systematic Layout Planning (SLP) de Richard Muther, para incrementar su productividad en el número de servicios. En la primera fase se menciona la relación de recorridos y actividades así como la importancia relativa de proximidad entre ellas, la segunda fase se establece el patrón de flujo para las áreas y la superficie requerida, la tercera fase se hace el plan de distribución detallada de los lugares donde van a ser instalados/colocados los puestos de trabajo, así como los dispositivos de prueba y la cuarta fase se realizan los cambios de movimientos físicos conforme se van instalar los equipos, para lograr la redistribución en detalle que fue planeada. Los resultados obtenidos muestran la comparación de la distribución de planta actual con una nueva propuesta, logrando obtener un aumento del 33% de 18 a 24 servicios por semana. Al comparar los dos escenarios esto contribuye a mejorar los tiempos de respuesta en los servicios de la empresa.

*Key words:*  
Plan distribution, Services, SLP.

**ABSTRACT.** In the company Jaba S.A. from C.V. The main problems that it presents, is that the current work areas, are improperly distributed, do not have an effective organization to perform the test tests under NOM NMX-J-521-2-23-ANCE 2016, which focuses to the review of safety and quality of electrical equipment, this generates a poor distribution of its operations impacting on low productivity, according to the increase of its customers these factors prevent compliance with service times. The objective of this work is to develop a plant redistribution by applying Richard Muther's Systematic Layout Planning (SLP) methodology, to increase its productivity in the number of services. In the first phase the relation of routes and activities is mentioned as well as the relative importance of proximity between them, the second phase establishes the flow pattern for the areas and the required surface, the third phase makes the detailed distribution plan of the places where the jobs are going to be installed / placed, as well as the test devices and the fourth phase, changes of physical movements are made as the equipment is installed, to achieve the redistribution in detail that was planned. The results obtained show the comparison of the current plant distribution with a new proposal, achieving a 33% increase from 18 to 24 services per week. By comparing the two scenarios this helps improve response times in the company's services.

### INTRODUCCIÓN

Andrés Mauricio Paredes Rodríguez realiza un trabajo de investigación sobre el rediseño de una planta de producción de lácteos utilizando la metodología SLP (Planeación Sistemática de Instalaciones), CRAFT (Asignación Relativa Computarizada de la Técnica de Instalaciones) y QAP (Problema de Asignación Cuadrática). Para optimizar el flujo de material y personal dentro de la planta para aumentar la producción<sup>1</sup>.

Buchari, U Tarigan, M B Ambarita, desarrollan una investigación en una empresa de procesamiento de

madera semi-acabada, su sistema de producción es por pedido, establecen una mejora en su sistema de producción mediante el uso del balanceo de líneas y la Planificación del diseño sistemático (SLP) teniendo como resultado el aumento de su producción con una eficiencia del 84,86% y una reducción de sus recorridos de 213,09 a 133,82 metros en dos escenarios<sup>2</sup>.

Ashish M. implementa la planificación de disposición sistemática (SLP) para mejorar las distancias espaciales entre las instalaciones (máquinas y

estaciones de trabajo) y también para mejorar el flujo de material en sus procesos que le permiten disminuir los costos del manejo de materiales donde los trabajadores se trasladen más rápido para aumentar su productividad<sup>3</sup>.

D. Suhardini, realiza una investigación en la fábrica de Gunaprima sobre el diseño y la simulación de su planta, utilizando la metodología SLP a través de tres fases, la primera es un análisis actual de su proceso, la segunda es su rediseño y la tercera es la simulación de sus procesos logrando tener un aumento de su producción a través de la implementación de una máquina y un operario<sup>4</sup>.

Felipe Andrés Salazar, implementa una propuesta de distribución de planta en ambientes de la manufactura flexible en dos fases para resolver la conformación celular, tiempos de ciclo y calidad del producto a través de la integración de familias de productos similares para aumentar su producción<sup>5</sup>.

El Systematic Layout Planning (SLP) fue diseñado por Richard Muther como una guía para el planeamiento de distribución en planta publicado en 1968, aunque fue creado para aplicar en cualquier uso, se ha abordado con más fuerza para el área industrial, dada la complejidad que se asume y que el SLP facilita, en resumen “permite identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación” y las relaciones existentes entre ellos<sup>6</sup>. Para encontrar la solución óptima de la distribución de planta es una situación importante para cualquier empresa, dado el impacto que tiene en la etapa de planeación y ejecución de las operaciones, para lograr su efectividad y eficiencia, ya que condiciona las relaciones existentes entre los diversos factores y procesos de la planta<sup>7</sup>.

Tompkins J.A. desarrollo el libro de planificación de instalaciones aplicando metodologías cuantitativas para poder ser implementadas en la planificación de instalaciones y procesos<sup>8</sup>.

Richard Muther desarrolla la metodología slp para la planificación de instalaciones aplicado en las propuestas de mejora en las instalaciones de los procesos industriales<sup>9</sup>.

George Kanawaty, publicó un libro donde considera la gestión de la producción como nuevos enfoques para mejorar los métodos de trabajo, considerando

temas con el uso de la tecnología de las operaciones que sirve como un instrumento para la medición del estudio del trabajo<sup>10</sup>.

Fred E. Meyers Matthew P. Stephens, publicaron un libro llamado Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales donde adopta un enfoque práctico para la planeación y diseño de instalaciones contemplando algunos temas de la manufactura esbelta<sup>11</sup>.

Tompkins, White, Bozer y Tanchoco, escribieron un libro sobre la planificación de instalaciones aplicando metodologías cuantitativas comprobadas con el uso configuraciones con la aplicación en las instalaciones<sup>12</sup>.

Pramod P. Shewale y Manmath S. Shete, publicaron un artículo sobre el diseño de plantas utilizando la metodología (slp) sistemas de planificación de diseño para obtener mayor productividad en la fabricación de compresores, donde muestra su proceso actual a través de diagramas de procesos y flujos de material con relaciones de actividades y desarrollan una nueva propuesta de planta donde se disminuye considerablemente el 30% el flujo de distancias para la obtención de materiales en sus procesos<sup>13</sup>.

Leonardo Rivera y Luis Felipe Cardona, realizaron una investigación llamada la selección de alternativas de redistribución de planta con un enfoque desde las organizaciones, donde proponen aplicar el diseño de plantas con factores cuantitativos y cualitativas para dicho análisis a través de una metodología de cuatro pasos para evaluar diferentes alternativas de diseño<sup>14</sup>.

El presente trabajo muestra la redistribución de planta en la empresa Laboratorio JABA S.A de C.V. que se dedica a realizar pruebas de ensayo bajo la NOM NMX-J-521-2-23-ANCE 2016, es una norma que se enfoca a la revisión de seguridad y calidad de equipos eléctricos, una vez realizada y aprobada la prueba de ensayo la empresa emite un informe de prueba, para posteriormente el proveedor adquiera un certificado de calidad por el organismo “ANCE” y pueda comercializar su producto en territorio nacional. De acuerdo a un análisis presentado con el incremento de clientes, se genera una problemática de retraso en los tiempos de servicio y baja productividad, por una mala utilización de los

espacios disponibles, lo que está ocasionando recorridos innecesarios y pérdidas de tiempo. Esta investigación se realiza con la implementación de la metodología Systematic Layout Planning (SLP) de Richard Muther en cuatro fases: la primera fase es el análisis sobre las operaciones de prueba y la gráfica de relación de actividades, en la segunda fase se utilizan los modelos matemáticos para los requerimientos de espacio, la tercera fase es la búsqueda del desarrollo de alternativas de distribución con la evaluación para obtener la propuesta de distribuir las áreas de trabajo, esta herramienta permite mostrar las relaciones de dependencia cualitativa que se generan entre las operaciones que se hacen para realizar las pruebas de ensayo y la cuarta fase muestra la evaluación de los cambios de movimientos físicos con la posición de los equipos, para lograr la redistribución en detalle que fue planeada, de tal forma de que se reduzca el flujo por distancia entre las áreas de trabajo, buscando optimizar en un mayor grado la distribución para incrementar el número de servicios de prueba de la empresa.

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa laboratorio JABA S.A de C.V. inició sus operaciones de trabajo en el año 2017, de acuerdo a su capacidad diseñada se proyectó realizar 3 servicios de pruebas diariamente, pero con el crecimiento de la demanda esto supera ese número de servicios, a través de esto se muestra un análisis de operaciones de los técnicos donde trabajan de acuerdo a sus procedimientos desestandarizados por no contar con la información detallada para realizar sus actividades, por lo que ocasiona una mala distribución de sus operaciones, tiempos muertos, recorridos innecesarios, desaprovechamiento de espacios, mala ubicación de equipos y herramientas de trabajo, todo esto genera el incumplimiento en las fechas de entrega de su informe de prueba a los clientes y una baja productividad en el número de servicios. Por tal motivo se rediseñará la distribución de laboratorio de pruebas de ensayo, buscando establecer una nueva distribución que tenga un flujo adecuado para sus operaciones de trabajo.

### METODOLOGÍA

Para iniciar el proceso de rediseño de planta se procede aplicar una investigación cuantitativa por

medio de la metodología SLP de Richard Muther con el fin de establecer mejoras en sus operaciones de pruebas en el Laboratorio JABA, debido a que como se evidenció previamente en la revisión literaria, es una técnica que se utiliza frecuentemente para minimizar el flujo del material a través de las instalaciones y mejorar las relaciones de actividades en sus procesos, la Figura 1, muestra un esquema detallado de la metodología aplicada a este trabajo. Esta metodología se divide en cuatro fases.

**Fase 1:** La primera fase comienza reconociendo el flujo de las operaciones de prueba, especificando claramente su secuencia a través de cada una de las áreas y los dispositivos que se utilizan para sus actividades.

El laboratorio cuenta actualmente con 23 áreas definidas como son: área de tracking, pruebas de hilo incandescente, dispositivo para compresores, pruebas de termopar, pruebas de potencia eléctrica, tres áreas de mesa de trabajo, dos áreas de pruebas con cámara de humedad, pruebas de disco, pruebas de estabilidad, pruebas de vibración, pruebas de horno, pruebas de flexión, pruebas de rayado, pruebas de impacto, mesa giratoria, Archivero, Almacén de productos de prueba, sanitarios, recepción y sala de juntas; cabe mencionar que para realizar las pruebas de ensayo solo se utilizan 14 áreas, considerando que para el rediseño de la planta solo se modifican las mismas áreas por los espacios de trabajo. Una vez definidas las zonas a ser localizadas en el laboratorio, se pasa a elaborar la matriz de flujo de operaciones a través de cada uno de estas áreas de prueba. El siguiente procedimiento que se realiza es definir la matriz de relaciones que muestra los criterios de cercanía establecidos en Figura 2.

Para establecer el orden en que se van a ir localizando en cada una de las zonas, se clasifica con el grado de importancia que tienen con cada una de sus áreas de trabajo, para de esta forma calcular el grado de prioridad para la distribución de planta que representa la suma de las relaciones de cada una de las áreas de prueba, la cual indica el área de mayor importancia en la distribución y a partir de esta se comienzan a asignar los otros espacios. La matriz de relaciones ponderada se muestra ordenando las áreas de pruebas de laboratorio JABA (Figura 2).



Figura 1. Systematic Layout Planning <sup>8</sup>.

En el diagrama de hilos actual, se muestra las relaciones entre las distintas áreas para crear un diagrama relacional de recorridos y actividades como se muestra en la Figura 3, actualmente en sus pruebas de ensayo, podemos observar los recorridos de los técnicos en cada una de las áreas que anteriormente se mencionan, el laboratorio de pruebas tiene una productividad de 18 servicios semanales, se logra un flujo no dirigido para realizar los servicios sin secuencia lógica de entrada y salida como se muestra en el siguiente diagrama.

En esta representación sistemática se puede observar que las líneas del mismo color simbolizan

una importancia absolutamente necesaria entre algunas áreas y un total de 224 metros de recorrido, que hacen los técnicos con zonas de trabajo para realizar sus pruebas, las relaciones no necesarias y ordinarias no se especificaron por cuestiones de optimización del gráfico.

**Fase 2:** En la segunda fase se utilizan los modelos matemáticos para el cálculo de requerimientos de espacio real para cada área de trabajo por el método de Guerchet, mediante las ecs. (1) -(3), tal como se muestra en el cálculo de áreas mostrados en la Tabla 1, donde se desarrolla todo el modelo con el propósito de encontrar opciones para la mejora de espacios.





$$S_g = S_e * N$$

Ec. 1

$$S_c = K (S_e + S_g)$$

Ec. 2

$$S_t = S_e + S_g + S_c$$

Ec. 3

Donde:

$S_e$ : Superficie estática.

$S_g$ : Superficie gravitacional.

$S_c$ : Superficie de evolución.

$S_t$ : Superficie Total.

N: Número de lados.

**Fase 3:** En la tercera fase se desarrolla la propuesta del layout para la construcción de la disposición de las áreas de prueba. Dado que en los objetivos anteriores ya se analizó el sistema de prueba y la secuencia, el flujo de los movimientos y otras consideraciones cualitativas, en esta etapa es posible realizar la construcción del diagrama de hilos propuesto, donde se registra una disminución en las distancias y flujos entre las distintas áreas de la empresa con un total de 118 metros recorridos por

los técnicos. Además, es posible construir la tabla de relaciones en la cual se cuantifica la importancia de cercanía entre determinadas áreas. Véase la Figura 4.

**Fase 4:** Una vez que se ha encontrado una distribución adecuada para laboratorio JABA se pasa a definir las áreas de las zonas en la nueva distribución, en este procedimiento de planificación paso a paso que permite a los usuarios identificar, visualizar y calificar las diversas actividades, relaciones y alternativas involucradas en un proyecto de diseño basado en los datos de entrada, el flujo de materiales, la actividad de las relaciones. Para mejorar la distribución inicial por la metodología SLP, obteniendo una nueva configuración adecuada. Véase la Figura 4.

Para mejorar la distribución inicial obtenida por la metodología SLP, se observa en la Figura 4 de forma física como quedaron distribuidas de forma correcta las posiciones de las áreas y equipos de prueba para tener un mejor aprovechamiento del 97% de espacio de trabajo.

Tabla 1. Cálculo de la superficie por el método de Guerchet

Características	Tracking	Hilo incandescente	Prueba de Termopar	Cámara 1	Cámara 2	Equipo de medición	Pruebas de Flexión	Pruebas de impacto	Mesa giratoria	Mesa Trabajo
Largo (cm)	1.27	-	-	268.5	384.50	65.00	48.00	62.00	121.00	178.00
Ancho (cm)	110.00	122.30	141.70	242.00	254.50	77.00	66.00	82.00	121.00	145.00
Numero de lados	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	4.00	3.00
K	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
$S_e = (m^2)$	110.00	122.30	141.70	242.00	254.50	77.00	66.00	82.00	121.00	145.00
$S_g = S_e * (N) m^2$	110.00	122.30	283.40	242.00	254.50	77.00	66.00	246.00	484.00	435.00
$S_c = K (S_e + S_g)$	330.00	366.90	637.65	726.00	763.50	231.00	198.00	492.00	907.50	870.50
$S_t = S_e + S_g + S_c$	550.00	611.50	1062.75	1210.00	1272.50	385.00	330.00	820.00	1512.50	1450.00
Numero de máquinas, equipo mobiliario	1.00	1.0	1.0	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	3.00
$S_t$	<b>550.00</b>	<b>611.50</b>	<b>1062.75</b>	<b>1210.25</b>	<b>1272.50</b>	<b>1155.00</b>	<b>330.00</b>	<b>820.00</b>	<b>1512.00</b>	<b>4350.00</b>

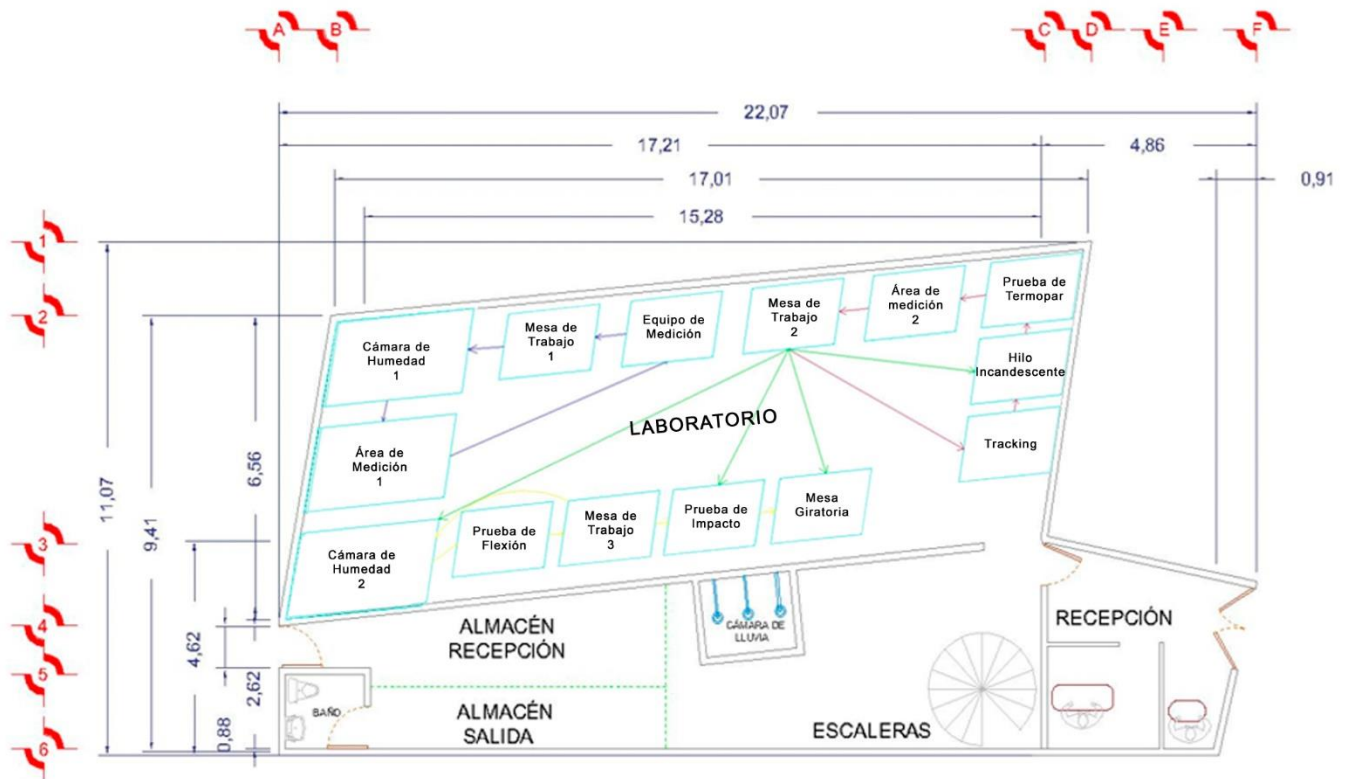


Figura 4. Re-distribución de planta con áreas establecidas.

### RESULTADOS

Con la propuesta de distribución se puede observar cómo aumenta de tener una utilización del espacio del 89% a una utilización del 97%, debido al orden que se ha establecido en el laboratorio mediante la demarcación de pasillos y el cambio de áreas de trabajo para realizar las pruebas de ensayo. Con la nueva distribución no se desaprovecha el recurso de espacio que posee el laboratorio y además el flujo de los recorridos son más adecuados. Este aumento en la utilización del espacio, es debido al análisis y la implementación de la metodología SLP, considerando una nueva reasignación de operaciones de trabajo y cambios de recorridos por los operarios. Con esta nueva distribución se asegura que el flujo de los traslados se disminuyó de 224 a 118 metros, logrando reducir los tiempos de prueba y así se aumentó de 18 a 24 servicios por semana como se muestra en la Figura 5.

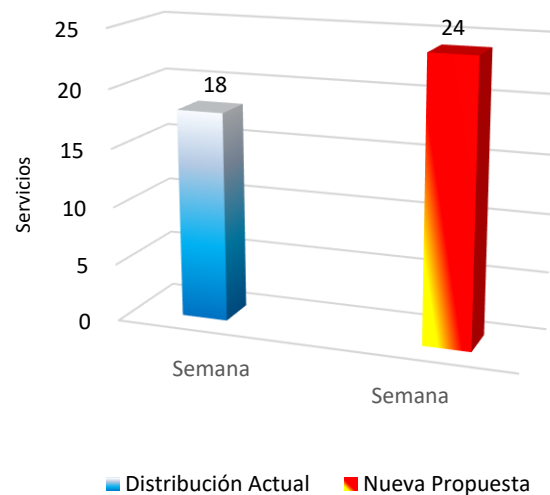


Figura 5. Gráfico de comparación de resultados en número de servicios semanales

## CONCLUSIONES

Se puede concluir que la metodología SLP es apropiada para desarrollar propuestas de mejoras en la redistribución de plantas cuando muestran ineficiencias en los procesos debido a los largos recorridos, tiempos óseos en los procesos y mala distribución de operaciones. Por estas razones, se considera adecuado la nueva redistribución en las áreas de pruebas de ensayo, ya que busca situar operaciones de pruebas y equipos asociados con una lógica de trabajo para poder aumentar en número de servicios de pruebas en los productos eléctricos, bajo las normas establecidas y acreditadas por la misma empresa. Con la presente propuesta para mejorar la eficiencia de trabajo se recomienda hacer un nuevo estudio de métodos para estandarizar sus operaciones y mejorar su productividad.

## REFERENCIAS

1. Andrés Mauricio Paredes Rodríguez, Kelly Andrea Peláez Mejía, Vivian Lorena Chud Pantoja. (2016). Rediseño de una planta de producción de lácteos utilizando la metodología SLP, CRAFT y QAP. *Scientia et Technica*, Vol. 21, No. 4. ISSN 0122-1701 (Electrónico).
2. Buchari, U Tarigan, M B Ambarita, (2018). IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering Vol. 309 012116 doi:10.1088/1757-899X/309/1/012116
3. Ashish M, Sandip K M, Sachin M. (2012). *International Journal of Computer Applications*. 40 27- 32
4. Suhardini, W Septiani y S. Fauziah. (2017). Diseño y simulación de planta utilizando la planificación de diseño sistemática. *Ciencia e Ingeniería de Materiales*, volumen 277, conferencia 1
5. Salazar, A. F., Vargas, L. C., Añasco, C. E., & Orejuela, J. P. (2010). Propuesta de una distribución en planta bietapa en ambientes de manufactura flexible. *Revista EIA*, 14, 161–175.
6. Muther, R. (1968). *Distribucion en planta*. España: Printed In Spain-Graficas Bobes, S. A. — Paris 157-159 — Barcelona.
7. Wang, Guoxin; Yan, Yan; Zhang, Xiang; Ning, Ruxinand Wu,Zhijun. (2008). "Integrating simulation optimization with VR for facility layout evaluation", International Conference on Information Management and Industrial Engineering. Taipei (19-21 December).
8. Tompkins JA. (2010). *Facilities Planning*. fourth edition ed.(California: John Willey & Sons).
9. Muther, R. (1973). *Systematic layout planning*, Editorial *Cahners books*, Universidad de Michigan.
10. Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*, Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra.
11. Meyers, F. E., y Stephens, M. P. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*, Editorial Prentice-Hall, México, 2006.
12. Tanchoco, J. (2006). *Planeación de instalaciones*, Editorial Thomson, México.
13. Shewale P.P., Shete M.S., y Sane S.M. (2012). Improvement in Plant Layout using Systematic Layout Planning (SLP) for Increased Productivity. *International Journal of Advanced Engineering Research and Studies*. 1(3), 259-61.
14. Rivera, L., Cardona, L., & Vásquez, L. (2012). Selección de alternativas de redistribución de planta: un enfoque desde las organizaciones. *Sistemas & Telemática*, 10, 9–26.
15. Meyers, F. (1993). *Plant Layout and Material Handling*. Prentice – Hall