

Diseño conceptual de la distribución de una planta de fabricación de tableros eléctricos

Por: *Francisco Lippke y Marcos Martínez.*

El presente trabajo se realizó con el objetivo de diseñar conceptualmente la distribución de una planta de fabricación de tableros eléctricos.

Adicionalmente a la utilización de los principios básicos así como de los distintos tipos de distribución en planta, se aplicaron filosofías actuales en lo que a distribución se refiere. tomadas de la experiencia de una importante consultora internacional.

El dinamismo empresarial en gerencia de manufactura busca fundamentalmente una organización de planta focalizada. Para lograr resultados destacados, la reorganización de plantas existentes en múltiples y pequeñas «fábricas dentro de la fabrica» es la acción más importante para la mejora de la productividad.

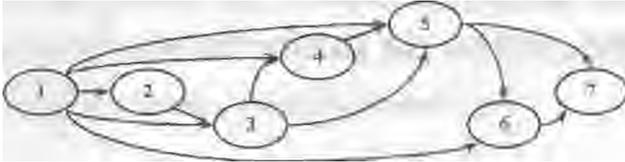
La fabrica especializada consiste en una pequeña fábrica. Dado que las unidades de fabricación más pequeñas son las más productivas, uno de los objetivos es el de organizar nuevas fabricas de menor tamaño dentro de la ya existente. Estas unidades compactas de producción se llaman **subplantas**. El segundo objetivo es organizar las unidades de fabricación en paralelo con las familias de productos o las de componentes; ésta última se aplica cuando la capacidad de la máquina o celda supera con creces la que se necesita para cualquier familia individual de productos. Las instalaciones para una familia de productos normalmente consisten en varias subplantas denominadas *grupo de subplantas*.

Para el desarrollo del presente proyecto se siguió la siguiente metodología y secuencia de actividades (ver):

1. Fundamentación Teórica.
 - Levantamiento de información inicial.
3. Análisis del negocio.
 - 3.1. Análisis de los productos.
 - 3.1.1. Conocimiento de los productos.
 - 3.1.2. Agrupación de productos: familias y subfamilias.
 - 3.1.3. Homologación de los productos en unidades equivalentes.
 - 3.2. Sondeo del mercado.
 - 3.3. Jerarquización (Definición de escenarios de combinación de productos).
 - 3.3.1. Determinación de la rentabilidad de los distintos escenarios.
4. Levantamiento de procesos.
 - 4.1. Descripción de los procesos productivos.
 - 4.2. Analisis de la distribución actual de la planta.
5. Diseño conceptual de la distribución de la planta.
 - 5.1. Diseño Teórico.
 - 5.2. Determinación de los requerimientos de las áreas.
 - 5.3. Restricciones físicas del edificio-planta.
 - 5.4. Diseño Conceptual.
6. Establecimiento de los factores a considerar en el plan de transición a la nueva planta y propuesta de uno tentativo.

7. Recomendaciones y conclusiones

Esquema Metodológico



En la mayoría de las pequeñas y medianas empresas del [país.se](#) carece de la información necesaria para la realización de los proyectos que en ellas se plantean. En el caso de existir, no se tiene clasificada y ordenada de forma adecuada que permita un óptimo manejo de la misma. Esto hizo necesario la determinación de [as fuentes a consultar y el diseño y levantamiento de una base de datos que sirviera de base para la realización del estudio.

De la base de datos se obtuvieron 5218 registros (órdenes de producción de la empresa). Estos registros mostraron que le empresa produjo más de 200 tipos de productos durante los últimos tres años. Cada uno de estos tipos de productos se puede producir con diversas características, dependiendo de las necesidades del cliente. Esta amplia variedad de productos hizo necesario la definición de familias (11), las cuales a su vez se dividen en subfamilias (67), sobre la base de: el tipo de producto, el montaje (superficial, embutido, autosoportado) y el grado de protección constructivo (Estándar **NEMA**: National Electrical Manufacturers Association).

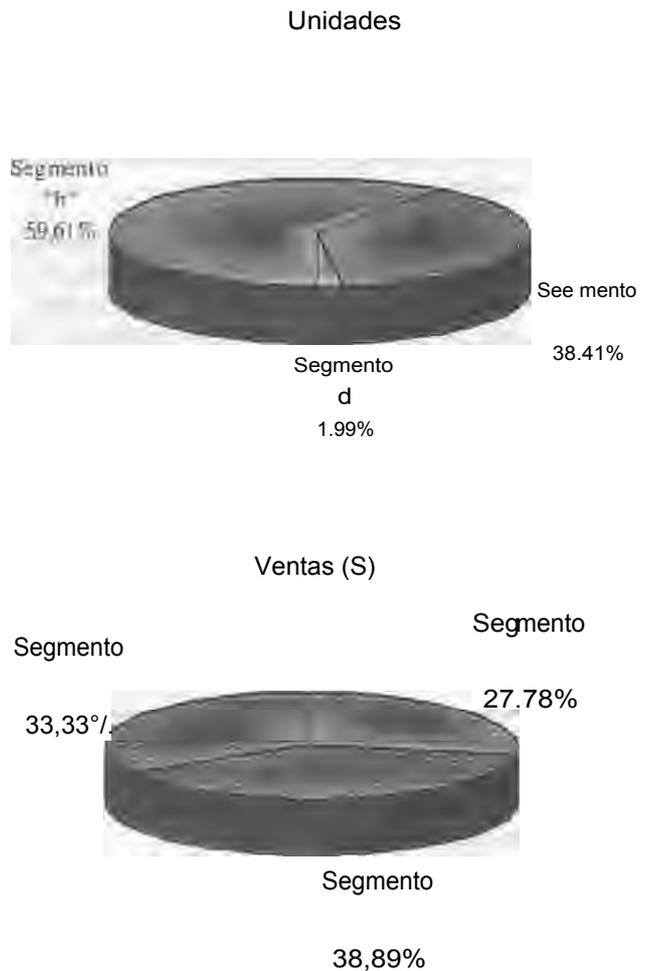
Definidas las familias y subfamilias, se hizo una homologación en unidades equivalentes (en función del costo de los productos), para medir la capacidad de la planta actual y hacer las proyecciones pertinentes en función de los objetivos de la gerencia.

Luego se realizó un sondeo del mercado actual consultando diversas fuentes. Sobre la base de esta consulta, se utilizó la clasificación de productos manejada por ANATAVE (Asociación Nacional de Fabricantes de Tableros Eléctricos) en cuatro segmentos: segmento *a* (tableros residenciales), segmento *b* (tableros de iluminación y distribución), segmento *c* (centro de control de motores, correctores de factor de potencia y arrancadores)

y segmento *d* (centro de control de motores de media tensión, subestaciones de media tensión).

Sobre la base de esta clasificación, en el gráfico se muestra la distribución porcentual del mercado nacional de tableros eléctricos, tanto en unidades como en dólares. Como se observa, la ley de Pareto es evidente en esta distribución, ya que, apenas el 2% del mercado en unidades (segmento *d*) representa casi el 40% de las ventas en dólares.

Gráfico 1. Distribución Porcentual del Mercado Nacional



Fuente: ANATAVE

Posteriormente se procedió a definir tres escenarios de combinaciones de productos, basándose en estos realizar el diseño conceptual de la planta. Estos escenarios se basaron en las expectativas del mercado nacional (principalmente el Producto Interno Bruto nacional y por sector) y los objetivos de la gerencia.

Cuadro. Definición de los escenarios

| | Escenario 1 | | | Escenario 2 | | | Escenario 3 | | |
|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Expectativas del mercado Nacional |  | | t | |  | | | | |
| Objetivos de la Gerencia |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Para cada uno de estos escenarios se determino la curva de rentabilidad en ventas en función de la capacidad de planta utilizada. Se observaron comportamientos similares, con la única diferencia que se encuentran desplazadas las curvas, donde se obtuvieron unos puntos de equilibrio de 47,21%, 54,95% y 63,89% para el primero, segundo y tercer escenario respectivamente.

Después se realizó el levantamiento de los procesos productivos, donde se observaron 9 procesos diferentes. Adicionalmente se propuso la mejora del proceso de lavado, secado, pintado y cocción de la pintura, el cuál se realiza actualmente, de forma manual e intermitente, y el propuesto es automático y continuo.

Sobre la base de los escenarios y los procesos productivos, se procedió a realizar el diseño conceptual de la nueva planta, para lo cual se partió con la definición de un diseño teórico inicial. Este diseño teórico se fundamentó en las frecuencias entre áreas totales, para cada uno de los escenarios, y en criterios subjetivos de seguridad, higiene y eficiencia en las operaciones.

Debido a lo complejo que se puede tornar evaluar este diseño inicial, por el enorme número de cálculos necesarios para evaluar ésta y cualquier otra alternativa posible, se hace evidente la necesidad del uso de herramientas que simplifiquen esta labor.

La disponibilidad actual de sistemas personales de procesamiento de datos (computadoras personales) al alcance de cualquier usuario, los cuales poseen una alta capacidad de cálculo, facilita su aplicación en la determinación de mejoras en el diseño de la D.P., por lo cual se diseñó un algoritmo heurístico.'

El algoritmo desarrollado se basó en el utilizado en el paquete CRAFT (Computer Relative Allocation of Facilities Technique) , el cual parte de una distribución inicial que se toma como punto de partida y que maneja como entrada la matriz de frecuencias entre departamentos. Luego de calcular el recorrido total para la distribución inicial, intercambia los departamentos de dos en dos (versiones más avanzadas lo hacen de tres en tres), evaluando el recorrido de cada cambio y adoptando, de entre todos, aquel con menor recorrido, aplicándole a éste el mismo proceso.

El algoritmo diseñado realiza iteraciones en una distribución teórica (áreas de tamaño unitario distribuidas en una cuadrícula) intercambiando primero las áreas de dos en dos y luego de tres en tres. Este intercambio de áreas trae como consecuencia que la forma de la distribución inicial se mantenga, es decir, el programa nunca ubicará un área en una celda de la cuadrícula que en la distribución inicial estuviera en blanco.

Tiene como entradas un diseño inicial, y las frecuencias totales entre áreas. Al igual que el CRAFT, al encontrar una mejora vuelve a ejecutarse y repite el proceso hasta aplicar todo el proceso completo a una misma distribución sin encontrar mejoras. Este algoritmo fue programado en lenguaje «Visual Basic For Applications»

Partiendo siempre del diseño inicial propuesto, se realizaron múltiples corridas o ejecuciones del programa. Esto se realizó cambiando en cada una de ellas la forma de la distribución inicial, en función de los resultados obtenidos en la corrida anterior, para de esta forma encontrar mejores soluciones que el trabajo independiente del programa o del usuario.

Realizando esto para cada uno de los escenarios, se obtuvo una solución mejorada para cada uno. Estas soluciones resultaron ser iguales entre si en lo que a distribución teórica se refiere, presentando unas pequeñas diferencias en el recorrido total para cada escenario. Esta diferencia se debió a la variación de los factores de peso para cada uno de los productos en los distintos escenarios. ya que los recorridos por proceso eran iguales.

Basándose en este diseño teórico inicial se procedió a realizar el diseño conceptual, el cual difiere del teó-

rico en que se toman en cuenta las limitaciones del edificio-planta, y que los tamaños de las áreas difieren entre sí. Adicionalmente se aplicaron las nuevas tendencias de distribución en planta (subplantas) para lo cual se definieron tres subplantas sobre la base de las distintas operaciones que se puede realizar sobre un producto, que son:

- Subplanta de elaboración: comprende las operaciones metalmecánicas (cambian las características del producto).
- Subplanta de tratamiento: comprende las operaciones de lavado, secado, pintado y cocción de la pintura (cambian las propiedades del producto).
- Subplanta de elaboración: comprende las operaciones de ensamblaje (se montan distintas partes de un producto).

Posteriormente se definieron los factores a considerar para la transición de la planta actual a la nueva, proponiendo un plan de mudanza. Adicionalmente se estimaron los costos totales del plan de transición, incluyendo el costo del sistema de pintado (proyecto y construcción).

Como resultado final de este estudio se pudo concluir:

- Disminución de los recorridos en más de un 75% para los distintos escenarios.

Disminución total de flujos cruzados para cada uno de los procesos estudiados.

Comportamiento similar de la rentabilidad para los distintos escenarios.

- Efectos poco significativos de la variabilidad de las características de los productos sobre la D.P.

Alta flexibilidad de la distribución propuesta.

- Mudanza sin paradas con un costo que representa el 16.56% de las ventas anuales promedio.

- La aplicación de las nuevas tendencias resulta esencial para el mejoramiento continuo del desempeño industrial.

NOTAS

1 .El uso de algoritmos heurísticos se debe a que los sistemas actuales no poseen la capacidad suficiente para realizar un proceso de optimización que permita encontrar la mejor solución para los problemas de D.P.

2 .Desarrollado por Buffa y Gordon, es un programa que puede operar hasta con 40 departamentos y se basa en el algoritmo básico de transposición.