

SHEPLAN:

Sistema Hipermedia Educativo para la Enseñanza de Distribución de Plantas

*EDWIN ALBERTO GARAVITO HERNÁNDEZ

Candidato a Magister en Ingeniería Industrial, Universidad Puerto Rico

*PIEDAD ARENAS DÍAZ

Especialista en Gestión y Desarrollo de Proyectos, Universidad Industrial de Santander

Ingeniera Industrial, Universidad Industrial de Santander

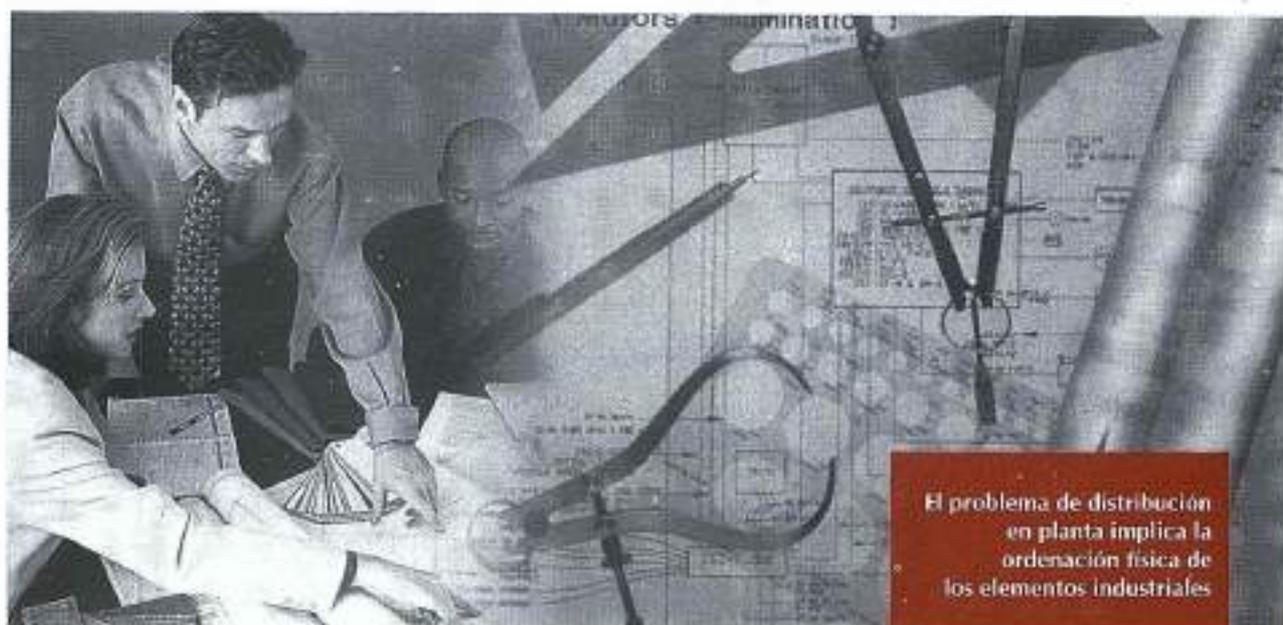
*Docentes Universidad Industrial de Santander

SILVIA MARGARITA BALDIRIS NAVARRO

Ingeniera Industrial, Ingeniera de Sistemas, Universidad Industrial de Santander

Asistente Académico Producción Industrial y Control de Calidad

Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco



El problema de distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales

RESUMEN

Este artículo intenta brindar una visión general de Sheplan, Sistema Hipermedia Educativo para la Enseñanza de Distribución de Plantas, proyecto concebido en el seno de la Universidad Industrial de Santander como una alternativa para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje en la asignatura Procesos Productivos. Sheplan, creado utilizando tecnologías libres de desarrollo Web ofrece funcionalidades para la consulta en línea de una aproximación actualizada sobre el estado del arte sobre el tema de Distribución de Plantas y apoyo en la gestión y generación de planos para instalaciones.

Palabras Claves: Software educativo, distribución de planta, generación de planos.

APROXIMACIÓN AL ESTADO DEL ARTE SOBRE EL TEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS

EL PROBLEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS

Uno de los principales problemas que enfrenta cualquier compañía es la decisión de que configuración de planos es el más adecuado para sus tareas productivas. El Problema de Diseño de Instalaciones, como es ampliamente conocido, ha sido planteado formalmente por muchos investigadores, sin embargo la mayoría de ellos coinciden en la definición propuesta por Muther [4], quien afirma que el problema de distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales, ya practicada o en proyecto, que incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller...de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible. Eficiencia que en últimas se mide en términos de costos, referidos por lo general al manejo de material o a la necesidad de remodelación o creación de nuevas instalaciones.

PLANOS TRADICIONALES

Con miras al logro de estos objetivos se han propuesto diferentes tipos de configuraciones de planos para instalaciones [1].

Los planos de línea de Flujo, son arreglos lineales de máquinas tal que todos los movimientos entre máquinas

para pares consecutivos de operaciones sobre cualquier producto que se este moviendo a través

de una línea debe darse hacia delante, siguiendo la secuencia o hacia una desviación. Ver figura 1.

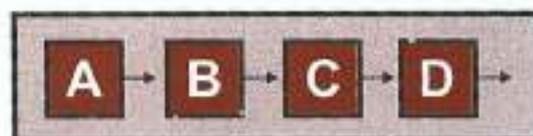


Figura 1.
Plano Línea de Flujo

Una línea de flujo ramificada se produce cuando un conjunto de productos tienen secuencias de operaciones con una o más subcadenas de operaciones comunes. La línea de flujo se separa en ramas paralelas, en donde cada rama contiene máquinas únicas para un producto en particular (o productos). Estas ramas se convertirán más adelante en una sola línea si todos los productos requieren de la misma subcadena de operaciones.

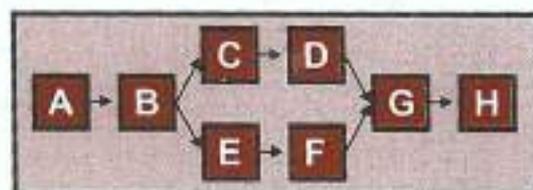


Figura 2.
Plano Línea de Flujo Ramificada

Un Plano de celda es un conjunto de máquinas disímiles, las cuales colocadas juntas podrían producir una familia de partes o productos, no requiriéndose que los productos requieran visitar un departamento o máquina externa adicional al módulo.

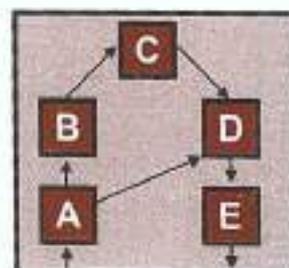


Figura 3.
Plano de Celda

Ingeniería

Los Centros de Maquinado constan de una máquina sencilla automatizada de función múltiple que combina los diferentes procesos de manufactura disponibles en una celda de múltiples máquinas tradicional.

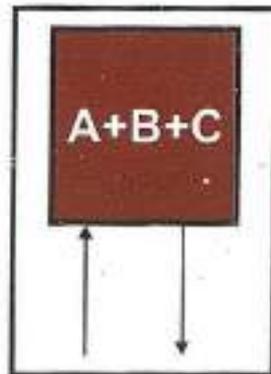


Figura 4.
Plano Centro de Maquinado

En Los planos por procesos todas las operaciones del mismo proceso - o tipo de proceso - están agrupadas. En estos planos el flujo de material entre departamentos es aleatorio o un grafo completamente conectado.

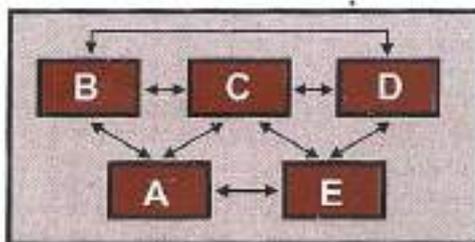


Figura 5.
Plano por Proceso

Los planos por Proceso con Patrón de Flujo exhiben una dominancia de flujo y una jerarquía de precedencia, característica de un dígrafo acíclico. Este módulo podría ser además descompuesto en una red de módulos de línea de flujo y módulos de líneas de flujo ramificadas.

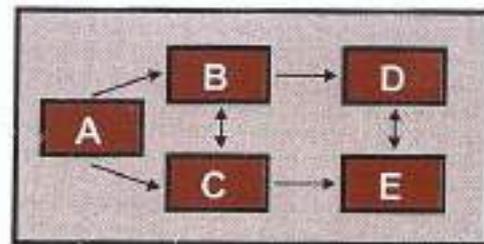


Figura 6.
Plano por Proceso con Patrón de Flujo

Estos tipos de planos tradicionales han sido utilizados ampliamente desde la aparición de la manufactura como alternativas para lograr configuraciones para planos funcionales, sin embargo, a partir de los 90 se han desarrollado trabajos de investigación serios que han logrado determinar la aparición de nuevas configuraciones para planos más ágiles, modulares y flexibles que los tradicionales.

NUEVOS TIPOS DE PLANOS PARA INSTALACIONES

De acuerdo a resultados arrojados por investigaciones realizadas en un grupo reconocido de empresas a nivel internacional se han detectado algunas tendencias de la industria que están impactando las configuraciones de los planos en las empresas y que tienden a repensar la manera de concebir los diseños. Estas tendencias son: la contratación de manufactura, que está llevando a las organizaciones a repensar sus planos de tal manera que los proveedores tengan cabida en sus plantas; La demora en la diferenciación del producto, posponiendo el punto en el proceso de manufactura en que se le asignan características individuales a los productos y buscando que permanezcan líneas de flujo de productos estándares el mayor tiempo posible en el proceso productivo; La manufactura Multi-Canal que

intenta brindar mayor flexibilidad a los procesos productivos, tratando de direccionar el problema de la rapidez y la reducción de inventarios, este tipo de manufactura es definida como "pequeños lotes de producción moviéndose por cualquiera de los puntos de producción en las líneas de producción paralelas, pasando de una línea a otra sin restricción para romper cuellos de botella y mantener los productos rodando"[3]. Para finalizar, la introducción de la Escalabilidad de las Maquinas tema sobre el cual se esta realizando un gran esfuerzo ya que permite brindar gran flexibilidad a los procesos productivos.

Estas tendencias, y otras que no se mencionan en este artículo han llevado al planteamiento de nuevas configuraciones de planos para instalaciones.

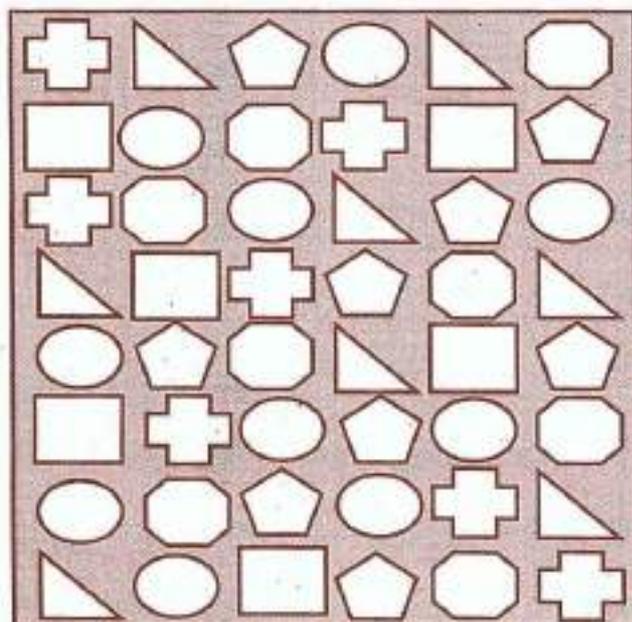


Figura 7.
Plano Distribuido

Los planos distribuidos que desagregan los departamentos funcionales grandes en subdepartamentos distribuidos en el piso de la planta. (Ver figura). La duplicación

estratégicamente de los departamentos localizándolos a través de la fábrica lleva la instalación a considerar fluctuaciones futuras en los patrones de flujo de trabajo y volúmenes.

Los planos modulares, Los planos modulares son planos híbridos para sistemas con flujos de material complejos que no pueden ser descritos como funcionales, línea de flujo o celdas, sino que combinan diferentes módulos de cada uno de estos

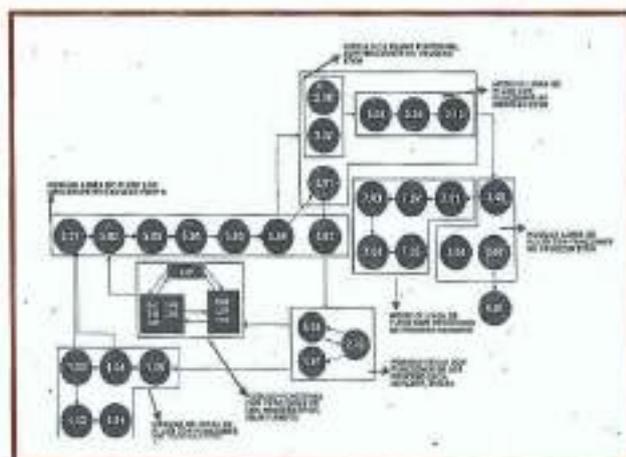


Figura 8.
Plano Modular

Los planos Ágiles, son planos que permiten reconfiguración frecuente, son diseñados para maximizar el desempeño operacional así como minimizar el costo de manejo de material. Tal desempeño se mide como tiempo de ciclo, acumulación de trabajo en proceso (WIP) y el Throughput que se vuelve especialmente importante.

Recientemente, Benjaafar [1] introdujo un método analítico capaz de capturar la relación entre la configuración del plano y el desempeño operacional. Encaja el modelo en un procedimiento de diseño de planos en el cual el criterio de diseño de pueda ser una de las varias medidas de desempeño operacional. El modelo de Heragu et al [2] mejoró el modelo de Benjaafar [1],

incluyendo el tiempo de producción, transporte, y tamaño del lote de proceso y desarrollando un método que puede estimar la medida del desempeño operacional de sistemas de manufactura celular y funcional.

SOLUCIONES AL PROBLEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Han sido muchas las propuestas sugeridas para direccionar el problema de distribución de plantas, sin embargo ellas pueden ser categorizadas en dos grandes grupos:

Métodos de soluciones óptimas, que buscan la "mejor" solución en un espacio de soluciones factibles, en este caso el "mejor plano" posible.

Los métodos de soluciones subóptimas, los cuales buscan planos "razonablemente" buenos, pero necesariamente los mejores planos.

Algunos de estos métodos construyen el plano a partir de información histórica, sin tener como referencia un plano inicial, llamados estos métodos de construcción. Otros, partiendo de un plano inicial logran un plano mejorado, a estos métodos se le llaman métodos de mejoramiento.

Desde su fuerte incursión a partir de los años 50s, la computadora ha tenido una fuerte incidencia en la generación de planos para instalaciones y han sido numerosas las propuestas computacionales que han surgido a lo largo de la historia. Sin embargo existen métodos manuales para la generación de planos.

A continuación se realizará un resumen de los métodos más importantes para la generación de planos, utilizando una categorización planteada por [6].

Métodos de programación matemática: estos métodos plantean el problema de distribución de planta como un problema de asignación cuadrática, donde hay m lugares disponibles para asignarles n departamentos. Todas las asignaciones deben hacerse al mismo tiempo, y a continuación se selecciona el arreglo que minimice el costo del movimiento [4].

$$F = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M (\text{Trafico})_{ij} * (\text{Distancia})_{k(i) l(j)}$$

$(\text{Trafico})_{ij}$: es el tráfico entre la instalación i y la j .

$(\text{Distancia})_{kl}$: es la distancia entre las locaciones k y l .

$F(i)$ es la localización de la facilidad i .

M es el número de instalaciones.

Este es solo uno de los planteamientos existentes sobre el problema de distribución de plantas como un problema de programación matemática, existen otros planteamientos que consideran la importancia de las adyacencias y otros criterios.

Slp Systematic Layout Planning[7], fue concebida como una manera organizada de conducir el diseño de planos, que consta de un marco de trabajo de fases a través de las cuales pasan los proyectos de diseño de planos. Este marco brinda un patrón de procedimientos paso a paso para que desarrollen los diseñadores de planos y un conjunto de convenciones para identificar y evaluar varias actividades y alternativas involucradas en cualquier procedimiento de diseño.

Los métodos Heurísticos, a diferencia de procedimientos exactos de programación

matemática posee la capacidad de producir buenas soluciones subóptimas a problemas grandes con una cantidad considerable de cómputo. Algunas de las soluciones informáticas desarrolladas hasta el momento basadas en la heurística se presentan en la tabla 1.

Procedimiento	Objetivo Primario	Tipos de datos iniciales	Producto Generado
CORELAP [51]	Maximizar Concurrencia	Tabla de relaciones	Forma cuadrada
PLANET [51]	Minimizar Costo	Tabla de relaciones o Tabla De - A	Forma cuadrada
CRAFT[51]	Minimizar Costo	Tabla De - A	Forma no especificada

Tabla 1.
Procedimientos Heurísticos

Los métodos probabilísticos, incluyen la teoría de probabilidades en la manera de seleccionar o colocar los departamentos vinculados en la distribución, existen tres métodos probabilísticos: selección aleatoria o estocástica, muestreo sesgado y simulación. En la tabla 2 se presentan algunas de las aplicaciones generadas hasta el momento que utilizan métodos probabilísticos.

Procedimiento	Objetivo primario	Tipos de datos iniciales	Construcción
ALDEP [51]	Maximizar Concurrencia	Tabla de relaciones	Forma rectangular seleccionada entre una subgrupos o celdas
GAS [25]	Minimizar Distancia ó Maximizar Aproximación	Tabla de Relaciones Parámetros Iniciales	Forma Cuadrada
Simulación	Maximizar Concurrencia	Tabla De - A	Formas Cuadradas

Tabla 2.
Procedimientos Probabilísticos

Los paquetes software planteados anteriormente, generan planos por bloques, por lo general de formas cuadradas, haciendo uso de dos tipos de algoritmos, un algoritmo de selección que escoge

dentro de un espectro de departamentos el siguiente a ser colocado dentro de la fabrica, que por lo general es modelada como una matriz, y un algoritmo de colocación que coloca ese departamento seleccionado dentro de la matriz de acuerdo a criterios acordados previamente. Habitualmente, estos algoritmos parten de una carta de relaciones entre instalaciones, como la generada en por el Slp [7], de una carta DE-A, que indica el flujo de material entre departamentos o de una combinación de las dos cartas.

Surgen ahora nuevas soluciones que intentan apoyar la generación de Planos distribuidos, planos modulares y planos ágiles.

Métodos para generación de nuevos planos. Irani y Huang [4] mostraron que flujo de material en cualquier instalación multiproducto puede ser descompuesto en una red de módulos donde cada modulo representa parte de la instalación. Un modulo es un grupo de maquinas conectadas por una red de flujo de material con un patrón de flujo bien entendido. Para la generación de los módulos utilizaron un método de apareamiento y agrupamiento de cadenas usado en genética, química molecular y biología. En el centro de esta aproximación están los conceptos de subcadenas comunes y subcadenas residuales en una ruta de producto.

Interesado en la creación de planos ágiles, y para capturar el efecto del plano sobre las métricas de desempeño operacional, tales como tiempo de ciclo, WIP y tasa de Throughput, Benjaafar [1,2] modeló la instalación de manufactura como una red de colas con un servidor central y cada departamento de procesamiento como una cola multiservidor con distribución general de procesamiento de producto y tiempos de llegada.

El sistema de manejo de material opera como un servidor central moviendo material entre departamentos. Bejaafar [1,2] asume que el sistema de manejo de material consta de dispositivos

Ingeniería

discretos (por ejemplo robots, operadores humanos, y vehículos guiados automáticamente). Las distancias de los viajes por transporte de material están determinadas por la configuración del plano, las rutas de producto, y las demandas de producto.

SISTEMA HIPERMEDIA EDUCATIVO PARA LA ENSEÑANZA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS

El estado del arte sobre el tema de distribución de plantas, constituye la base fundamental del desarrollo de Sheplan, una aplicación web con dos propósitos principales:

1. Brindar al estudiante una herramienta de estudio a través del desarrollo de un material digital que cubra el estado del arte logrado sobre el tema de distribución de plantas, enriquecido además con las bondades de la multimedia.
2. Desarrollar una herramienta computacional que automatice el proceso de generación de planos para instalaciones.

El libro digital sobre el tema de distribución de plantas fue desarrollado utilizando la suite de macromedia dreamweaver, flash y fireworks, tomándose como base de partida la definición de las competencias cognitivas a ser alcanzadas por los estudiantes lo que permitió el desarrollo de una estructura conceptual del curso que cubriera los objetivos que debían lograrse a partir del material. Ver figura 10.

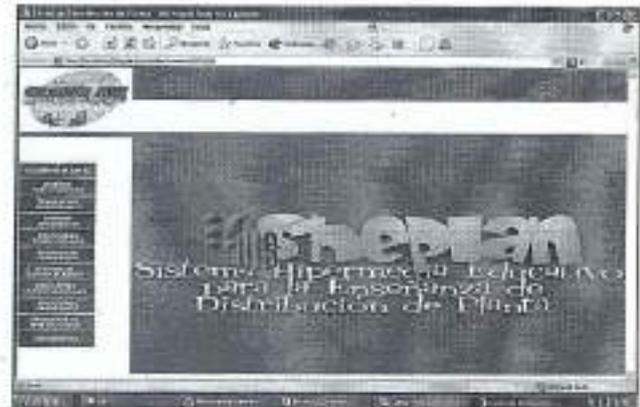


Figura 10.
Sheplan Libro Digital

El segundo objetivo de Sheplan, fue direccionado a través del diseño y desarrollo de Slp-Tool, una herramienta para la generación de planos para instalaciones. Slp-Tool fue desarrollada como una herramienta basada en Corelap [6] y Slp [7] que permite a los estudiantes y docentes de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS desarrollar diseños de bloques de planos sub-óptimos para distribuciones de fabricas por proceso partiendo de las primeras etapas del Slp[7], como son la definición del número de instalaciones a ubicar en la fabrica, la descripción de cada una de las instalaciones y el establecimiento de las relaciones existentes entre cada una de ellas. Ver Figura 11.

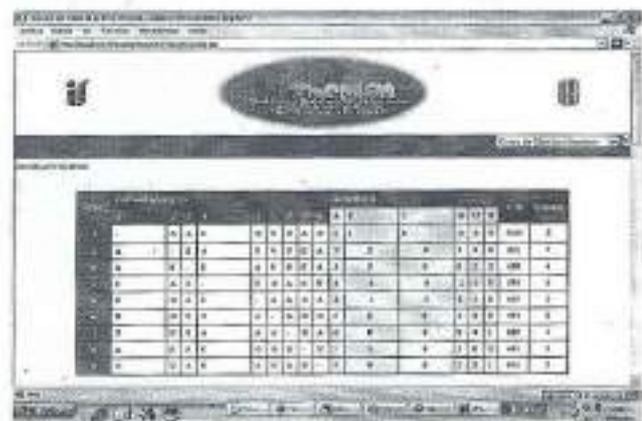
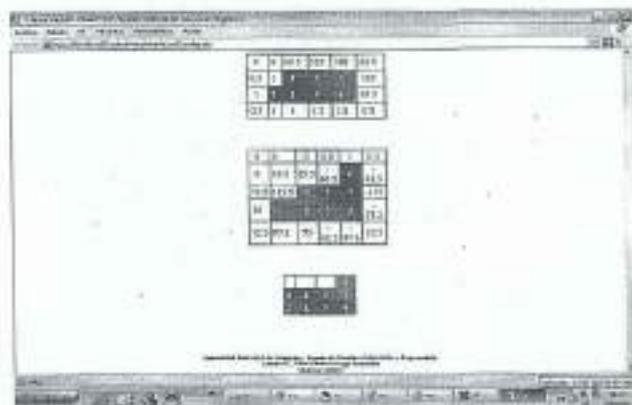


Figura 11.
Sheplan SLP-TOOL

Slp-Tool trabaja una heurística aditiva que cuenta con un algoritmo de selección y uno de colocación de instalaciones. El algoritmo de selección que implementa un proceso iterativo que permite establecer cual será la siguiente instalación a colocar en una matriz que simula ser la fábrica a modelar; y el algoritmo de colocación que coloca la última instalación seleccionada en la ubicación más adecuada, de acuerdo a la tabla de relaciones establecida, realizando tantas iteraciones como sean necesarias hasta que todas las instalaciones sean colocadas.



Slp-Tool brinda también a docentes y estudiantes herramientas para la gestión de proyectos, de tal manera que estos pueden almacenar en el sistema la información sobre los proyectos de diseño de instalaciones que se encuentren desarrollando, modificarla o acceder a ella en el momento en que lo requieran, a través de Internet.



Usted puede visitar Sheplan en la dirección electrónica <http://carpintero.uis.edu.co:8080/Sheplan/Index.htm>.

CONCLUSIONES

A partir del desarrollo de este proyecto se han logrado las siguientes conclusiones:

El tema de distribución de plantas es un área de investigación reconocida a nivel internacional, cuyo desarrollo ha sido jalonado por una estrecha relación lograda por el sector industrial y el sector educativo.

La introducción de los avances logrados en las ciencias de la computación han potenciado el desarrollo de propuestas que apoyadas en nuevas tecnologías brindan alternativas validas que direccionan el problema de diseño de instalaciones.

La gran capacidad de cómputo que brindan las soluciones computacionales disminuyen la cantidad de tiempo necesario para obtener buenas soluciones de distribución.

Las soluciones computacionales tradicionales por lo general generan planos en bloques, utilizando como entrada cartas de relación y/o cartas De-A, y basados habitualmente en el Slp, lo que supone también la tendencia a la generación de planos por proceso.

Tendencias emergentes en la industria han motivado la creación de nuevas propuestas de planos que se adecuen más fácilmente al mercado cambiante en el cual están inmersas las compañías actuales.

Ingeniería

Sheplan se plantea como una aproximación académica, que brinda al estudiante de ingeniería industrial de la Uis a tener una aproximación válida en el área de distribución de plantas.

BIBLIOGRAFIA

- [1] BENJAFAR, SAIF, HERAGU SUNDERESH, IRANI, SHAHRUKH. Next Generation Factory Layouts: Research, Challenges and Recent Progress. Interfaces. Nov-Dic 2002. Pag 58.
- [2] _____, Flexible factory layouts. Progress in Material Handling Research. Material Handling Institute, Charlotte, NC. 2000.
- [3] HUANG, HENG, IRANI SHAHRUKH. Facility Layout using Layout Modules. Ohio State University. 2003.
- [4] KADO, KAZUHIRO. An Investigation of Genetic Algorithms for facility Layout problems. University of Edinburgh. 1995. Tesis Doctoral.
- [5] MUTHER, RICHARD. Distribución en Planta. Editorial Hispano Europea S.A. 1981.
- [6] SULE, DILEEP R. Instalaciones de manufactura, Ubicación, planeación y diseño. Louisiana Tech University. Editorial Thomson Learning, 2001, Capítulo 11 - 12-13.
- [7] GILBERT, JAMES P, Construction Office Design with Systematic Layout Planning. 2nd World Conference on POM, 15th Annual POM Conference. Cancun, Mexico. 2004.