

# PROPUESTA DE DISEÑO DE PLANTA EN UNA BLOQUERA EN FLEXSIM PROPOSED FLOOR LAYOUT FOR A BLOCKING FACILITY IN FLEXSIM

Rojó-Ramírez, Omar<sup>a</sup>, Sánchez-Cornejo, Esteyci Yodeli, Sánchez-Cornejo, Jacziri Yunued, Santillán-Valdelamar María Guadalupe y Mendoza-Sierra, Lilia Antonia.

<sup>a</sup>Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, División de Ingeniería industrial. Mixquiahuala de Juárez. Hidalgo. México. 42700. 22011122@itsoeh.edu.mx

**RESUMEN.** La simulación de distribución de planta, diseña y crea un modelo en un entorno tridimensional de un proceso existente o propuesto para obtener una representación aproximada a la realidad, con la finalidad de describirlo, resolverlo o mejorarlo. La Bloquera enfrenta retos como la falta de aprovechamiento en su equipo, lo que provoca una sobrecarga laboral y una presión constante; además, se suman otras condiciones desfavorables como la exposición directa y prolongada de la materia prima y del personal. El objetivo de este trabajo, es incrementar la capacidad productiva de la Bloquera para mejorar la eficiencia operativa, utilizando una simulación detallada en el software "FlexSim" con la ayuda de la Metodología SLP que cuenta con once etapas; para ello se observaron y analizaron las condiciones actuales de la planta, incluyendo mediciones de tiempos de producción, distancias recorridas y requerimientos de maquinaria. Después de la aplicación de la metodología se obtuvo que, la capacidad diseñada de producción era de 2,160 bloques por jornada laboral de 9 horas, pero solo se producían 1,100 bloques, representando un 51% de utilización. Se propuso un nuevo diseño de planta mediante la simulación mejorada, contemplando el uso de ambas máquinas bloqueadoras, la utilización aumentó al 80%, elevando la producción a 1,720 bloques por jornada, igualmente se obtuvo una eficiencia del 98%. Esta mejora demostró un aumento significativo en la eficiencia, reduciendo el tiempo ocioso, maximizando el uso de los recursos disponibles y teniendo una mejor organización.

**Palabras clave:** Distribución, eficiencia, simulación.

**ABSTRACT.** The plant layout simulation designs and creates a model in a three-dimensional environment of an existing or proposed process to obtain an approximate representation of reality, with the purpose of describing it, solving it, or improving it. The block factory faces challenges such as the lack of utilization of its equipment, which causes work overload and constant pressure; in addition, other unfavorable conditions are present, such as the direct and prolonged exposure of raw materials and personnel. The objective of this work is to increase the productive capacity of the block factory to improve operational efficiency, using a detailed simulation in the "FlexSim" software with the help of the SLP Methodology, which consists of eleven stages. For this purpose, the current conditions of the plant were observed and analyzed, including measurements of production times, distances traveled, and machinery requirements. After applying the methodology, it was found that the designed production capacity was 2,160 blocks per 9-hour workday, but only 1,100 blocks were being produced, representing 51% utilization. A new plant layout design was proposed through improved simulation, considering the use of both block machines, and utilization increased to 80%, raising production to 1,720 blocks per workday, while also achieving 98% efficiency. This improvement demonstrated a significant increase in efficiency, reducing idle time, maximizing the use of available resources, and achieving better organization.

**Key words:** Layout, efficiency, simulation

## INTRODUCCIÓN

La metodología SLP (Systematic Layout Planning) fue desarrollada por el especialista Muther en 1961 en materia de planeación de fábricas, quién ha recopilado elementos utilizados por los Ingenieros Industriales para preparar y sistematizar los proyectos de distribución<sup>3</sup>.

El método SLP, consiste en un esqueleto de pasos, un patrón de procedimientos de la Planeación Sistemática de la distribución en planta y símbolos para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la mencionada planeación<sup>4</sup>.

Conocer detalladamente el flujo de un proceso productivo, conlleva a conocer detalladamente el sistema con que se rige dicha industria, más cuando el flujo en cuestión se trata del único flujo que maneja la empresa, allí es donde la caracterización de los procesos juega un papel importante dentro de cualquier proyecto o iniciativa ya sea universitaria, empresarial, o de cualquier índole<sup>5</sup>.

Se emplea FlexSim como programa modelador para el proyecto de grado porque es una herramienta que permite modelar y entender con precisión los problemas básicos de un sistema sin la necesidad de

programaciones complicadas, esto debido a que ofrece una forma sencilla al desarrollar el modelo de simulación<sup>6</sup>.

En el contexto de una Bloquera, reconocida por la calidad de sus productos y desempeñándose en un mercado altamente competitivo, la propuesta de un diseño de planta mediante una simulación, es esencial. La Bloquera, se dedica a la venta de productos de construcción, abasteciendo a sus clientes con bloques de calidad hechos de Tepojal y cemento. Enfrenta retos como la falta de aprovechamiento en su equipo, lo que provoca una sobrecarga laboral y una presión constante para cumplir con las metas de producción; además, se suman otras condiciones desfavorables como la exposición directa de la materia prima al sol y la lluvia, lo que puede alterar sus propiedades y dificultar su manejo, así como la exposición prolongada del personal a condiciones climáticas, lo cual representa un riesgo para la salud de los trabajadores. Estos factores no solo afectan la eficiencia operativa, sino también la seguridad y bienestar del personal.

Al implementar la Metodología SLP, permite analizar a fondo los flujos de trabajo, la distribución de áreas, la utilización de maquinaria y el espacio disponible, con el fin de rediseñar la bloquera de manera más eficiente, aplicando once etapas, que incluyeron desde la recopilación de datos hasta la evaluación del diseño final donde se elaboraron diagramas de hilos, de proceso, recorridos y distribución, y se utilizaron herramientas como Google Earth para cuantificar espacios disponibles.

Un caso de aplicación de la metodología SLP y una redistribución en el software FlexSim fue en la empresa Industrias Vicar, resultó ser de gran ayuda en la identificación visual sobre el funcionamiento de la empresa, y posibles puntos de mejora. El desarrollo de la propuesta de la distribución de planta permitió mejorar las pérdidas en materias primas, los recorridos innecesarios y se logró optimizar los procesos de producción<sup>2</sup>.

Con este rediseño se espera demostrar qué al aplicar herramientas de ingeniería industrial en entornos de producción, como la bloquera, es posible lograr

mejorar notables en la eficiencia y en las condiciones laborales del personal, promoviendo así el desarrollo de una cultura orientada a la mejora continua dentro de la organización.

Por lo anterior, el objetivo general del proyecto es incrementar la capacidad productiva de la Bloquera, mediante una simulación detallada utilizando el software FlexSim, apoyado en la metodología SLP (Systematic Layout Planning).

## METODOLOGÍA

Esta investigación parte de un enfoque cuantitativo implementando la metodología SLP (Systematic Layout Planning) desarrollada por el especialista Muther en 1961 en materia de planeación de fábricas, quién ha recopilado los distintos elementos utilizados por los Ingenieros Industriales para preparar y sistematizar los proyectos de distribución descrita en 11 etapas<sup>7</sup>.

A continuación, se describirán cada una de las etapas de la metodología SLP:

### **Etapas 1: Recopilar datos de entrada**

Para desarrollar una simulación precisa en FlexSim, es fundamental recopilar y analizar todos los datos relevantes sobre los procesos de la Bloquera. Esto incluye tiempos de procesamiento, materiales a procesar, ruta del producto, identificación de áreas y procesos, capacidad productiva.

### **Etapas 2: Identificar el flujo del material**

Elaboración de diagrama de hilos que representa el flujo de materiales entre las distintas áreas de proceso de elaboración de blocks. Las conexiones representan la importancia del movimiento del producto, enfatizando puntos claves como producción, secado y carga.

### **Etapas 3: Identificar las relaciones entre las áreas**

Se realizará un análisis cualitativo de cercanía entre las actividades y los recursos a través de un gráfico de relaciones donde muestra cómo interactúan las distintas áreas de trabajo, destacando la frecuencia e importancia del flujo de materiales, información y personal entre ellas. Figura 1

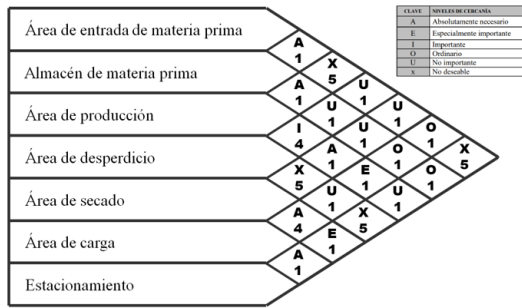


Figura 1 Diagrama de relaciones entre las áreas de trabajo

#### Etapa 4: Crear diagramas

Se realizan diagramas para identificar las secuencias y duración de los procesos, dando una noción de la posible ubicación de los departamentos sin tener en cuenta las necesidades de espacios.

Los diagramas a realizar son: Diagrama de proceso de flujo, diagrama de procesos de operaciones, diagrama de recorrido de la bloquera.

#### Etapa 5: Determinar los requisitos de espacios

Para determinar los espacios se tendrán en cuenta las fichas técnicas de cada una de las maquinarias necesarias para la realización de las etapas del proceso, en ellas se identificará el tamaño máquinas de la bloquera.

#### Etapa 6: Cuantificar la disponibilidad de espacio

En esta etapa, se le asignará una estimación en metros cuadrados para cada actividad, revisando la total disponibilidad que tendrá la planta como una aproximación al espacio necesario para cada departamento.

#### Etapa 7: Crear un diagrama de relación de espacios

Teniendo en cuenta lo que se realizará en la etapa 4 con los diagramas, se identificarán la combinación de limitaciones espaciales de los departamentos y actividades. Se realizará un diagrama de relación de espacios representa gráficamente la cercanía o interacción necesaria entre distintas áreas de la bloquera.

#### Etapa 8: Identificar las consideraciones que modifican

Durante el diseño de la distribución de la Bloquera, se identificó un detalle importante relacionado con el

tejabán que actualmente cubre dos zonas: el estacionamiento y el área de producción. Sin embargo, se notó que el área donde se almacena la materia prima no cuenta con ningún tipo de protección, lo que deja a los trabajadores expuestos al sol y a las condiciones climáticas.

#### Etapa 9: Aplicar limitación práctica

Se sugiere trasladar el tejabán para que cubra tanto el área de producción como el almacenamiento de materia prima, ya que son los lugares donde operan más los trabajadores. Esta mejora no solo brindaría condiciones laborales más favorables, sino que también ayudaría a resguardar correctamente los materiales, lo que a su vez permitiría un manejo más efectivo en el proceso de producción. Además, el lugar destinado al secado está situado lejos de la zona de producción, lo que aumenta el esfuerzo que deben realizar los operarios al mover la carretilla tipo diablo.

#### Etapa 10: Desarrollo de alternativas de trazado

Para esta etapa, se tienen en cuenta los diagramas, relaciones y restricciones de las etapas anteriores y se plantea un diseño de la planta donde se muestren los espacios de ubicación de cada uno de los departamentos.

#### Etapa 11: Evaluación final

Después de tener el diseño listo, se mostrará el diseño final de la planta de manera detallada con los equipos y maquinarias ubicadas dentro de cada departamento con la ayuda de FlexSim utilizando cada ítem. Figura 2

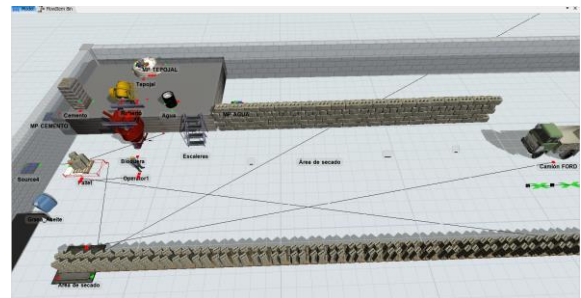


Figura 2 Simulación del diseño actual de la Bloquera

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la ayuda del software FlexSim, un software de simulación de procesos que permite modelar, analizar y optimizar flujos de trabajo en diversos entornos. Es una herramienta valiosa para mejorar la eficiencia. Sus modelos en 3D facilitan la representación visual de los sistemas reales y permiten una mejor comprensión de su funcionamiento, además, ayudan a identificar oportunidades de mejora de manera más intuitiva y precisa<sup>1</sup>.

Para calcular la capacidad diseñada, capacidad efectiva, capacidad nominal, utilización y la eficiencia se usarán los datos de una jornada de 9hrs/6 días, con una producción diaria de 1,100 piezas, merma de 20 piezas. Para hacer 2 piezas se requieren 30 seg para su elaboración, como se tiene una jornada de 9 hrs, se requiere saber cuántas piezas se fabrican. Para ello se hace una conversión de horas a segundos:

$$9 \text{ hrs} = 9 * 60 * 60 = 32,400 \text{ seg}$$

### Capacidad Diseñada

$$\begin{array}{l} 2 \text{ pzas} \text{ ---- } 30 \text{ seg} \\ \underline{2,160 \text{ pzas}} \text{ ---- } 32,400 \text{ seg} \end{array}$$

Este valor representa la capacidad máxima teórica, asumiendo que no hay interrupciones en la producción. Así, 2,160 bloques es el objetivo ideal de producción diaria a través de cálculos.

### Capacidad efectiva

$$\begin{aligned} CE &= \text{Producción real} \\ &+ \text{merma no planificada} \quad \text{Ec. 1} \\ CE &= 1,100 + 20 \\ CE &= 1,120 \text{ piezas} \end{aligned}$$

Este valor es útil para medir el rendimiento real de la producción, ya que refleja no solo la cantidad de bloques fabricados, sino también las pérdidas imprevistas.

### Capacidad Nominal

$$CN = \frac{\text{Pronóstico de producción}}{\text{Capacidad efectiva}} > 1 \quad \text{Ec. 2}$$

$$\begin{aligned} CN &= \frac{2,160}{1,120} \\ CN &= 1.9285 \end{aligned}$$

Este valor indica que la capacidad es insuficiente, ya que es mayor a 1. Un resultado superior a 1 implica que la producción real, considerando mermas, no es capaz de cumplir con el pronóstico de producción, lo que indica que existen ineficiencias o limitaciones en el proceso productivo de la Bloquera que impiden alcanzar la capacidad deseada.

### Utilización

$$\begin{aligned} \%Utilización &= \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad diseñada}} \quad \text{Ec. 3} \\ \%Utilización &= \frac{1,100}{2,160} \\ \%Utilización &= 0.51 \approx 51\% \end{aligned}$$

Este valor muestra que el proceso de producción no está trabajando a su máxima capacidad y que solo un poco más de la mitad de la capacidad total está siendo utilizada, y existe un 49% de tiempo muerto, esto quiere decir que, si se reducen las fallas, la empresa estaría produciendo casi el doble que diariamente producen. Figura 3

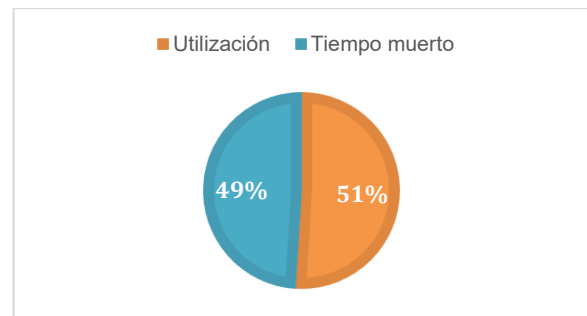


Figura 3 Gráfico de la capacidad diseñada

### Eficiencia

$$\begin{aligned} \%Eficiencia &= \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad efectiva}} \quad \text{Ec. 4} \\ \%Eficiencia &= \frac{1,100}{1,120} \\ \%Eficiencia &= 0.98 \approx 98\% \end{aligned}$$

Este alto porcentaje indica que la Bloquera está aprovechando casi todo su potencial dentro de los límites operativos de la capacidad efectiva. El 2% restante indica una pequeña pérdida en la producción (merma), refleja las 20 piezas que no se lograron producir, que puede deberse a que la máquina no operó al 100% de su capacidad efectiva, ineficiencias, pequeñas pausas, errores operativos, etc. Figura 4

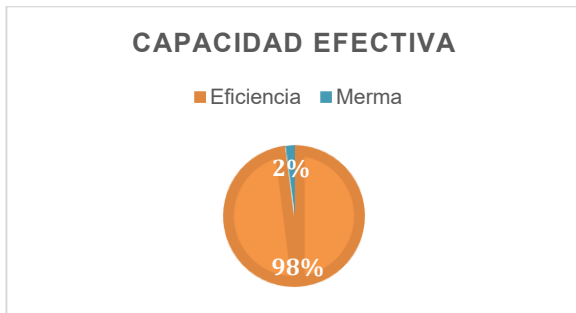


Figura 4 Gráfico de la capacidad efectiva

### Análisis de Flexsim real y con mejora

$$\%Utilización\ mejora = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ diseñada} \quad Ec. 5$$

$$\%Utilización\ mejora = \frac{1,720}{2,160} = 0.8 \approx 80\%$$

En la propuesta de mejora no se redujeron los tiempos; se utilizaron los tiempos reales obtenidos, pero se agregaron dos máquinas adicionales (una revoladora y una máquina Bloquera), lo que resultó en un total de cuatro máquinas operando en la simulación de mejora. En los cálculos de la simulación original se obtuvo una utilización del 51%, mientras que en la mejora la utilización aumentó un 29%, alcanzando el 80%, debido a la incorporación de las dos máquinas adicionales. Tabla 1

Tabla 1 Datos de comparación entre lo real y la mejora

	Simulación real	Simulación mejora
<b>Utilización</b>	51% =1,100/2160	80% =1,720/2,160
<b>Elementos</b>	1 revoladora 1 máquina bloquera	2 revoladoras 2 máquinas bloqueras
<b>Palets</b>	55 con 20 bloques	28 con 40 blocks

Lo desarrollado en FlexSim es una propuesta de mejora para optimizar la producción en la empresa, lo cual permite aumentar la eficiencia de acuerdo a los cálculos en el diseño propuesto para la Bloquera. Figura 5.

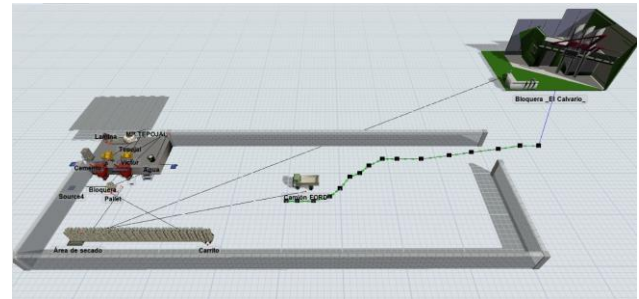


Figura 5 Simulación de la mejora en FlexSim con mejora

### CONCLUSIONES

Se puede concluir que la metodología SLP es apropiada para desarrollar mejoras en distribución de planta a través de análisis minuciosos. El nuevo diseño de la planta no solo aumentó la capacidad de producción, sino que también promovió un flujo más ordenado y continuo de las operaciones, reduciendo tiempos de muertos y desplazamientos innecesarios. Además, el modelo simulado en FlexSim funcionó como una herramienta predictiva para anticipar resultados, reducir riesgos y validar el diseño propuesto antes de implementarlo.

### AGRADECIMIENTOS Y/O RECONOCIMIENTOS

Se agradece a la empresa por haber brindado la oportunidad de desarrollar este proyecto y a los profesores por el apoyo y seguimiento.

### REFERENCIAS

- Guzmán, Y. (2023). *Simulación del sistema de citas médicas utilizando FlexSim*. Guías Prácticas. Obtenido de: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/452e686d-d62a-4596-9b30-3a14fc9623e4/content>
- Ortiz Arenas, J. A., & Cañizares Vargas, T. P. (2023). *Propuesta de distribución de planta para la empresa Industrias Vicar*. Tesis, Universidad Francisco de Paula Santander. Obtenido de: [https://repositorio.ufps.edu.co/bitstream/handle/ufps/7016/1192590\\_1192600.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufps.edu.co/bitstream/handle/ufps/7016/1192590_1192600.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ramírez Sandoval, A. (2019). *Cuadernillo de ejercicios de Diagrama de recorrido y bloques*. Tecnológico de Estudios Superiores del Oriente del Estado de México. Obtenido de:

- <http://www.tesoem.edu.mx/alumnos/cuadernillos/2013.013.pdf>
4. Marañón Granados, M.M., Murrieta Dueñas, R., Cortés González, J., Hernández Juárez, M.A. (2019). *Aplicación del Método Systematic Layout Planning (SLP) para mejorar la distribución en planta del proceso de producción de transformadores*. Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato. Obtenido de: <https://www.congresoucec.com.mx/documentos/mem2016/Ponencias/P-UCEC558.pdf>
  5. Aparicio Márquez, K. P., & Tapias Parra, M. D. (2017). *Simulación de Proceso Productivo de una Planta Procesadora de Jamón Curado en el Municipio de Sincelejo-Sucre mediante el uso del Software FlexSim*. <https://repositorio.cecar.edu.co/server/api/core/bitstreams/29dbc2af-ae6b-4dd9-925c-f501c257fe61/content>
  6. Castillo Bermeo, I., Castañeda Bravo, L. (2020). *Diseño y distribución de planta para la línea de producción de café, en Asorcafé*. Universidad Cooperativa de Colombia. Obtenido de: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/186106b0-626e-42ef-8ff3-56c998f038fc/content>
  7. Regalado, W., Castaño, S., Ramírez, M. (2016). *Metodología de la planeación sistemática de la distribución en planta (Systematic Layout Planning) de Muther*. Obtenido de [https://www.academia.edu/25966576/METODOLOG%C3%8DA\\_DE\\_LA\\_PLANEACI%C3%93N\\_SISTEM%C3%81TICA\\_DE\\_LA\\_DISTRIBUCI%C3%93N\\_EN\\_PLANTA\\_SYSTEMATIC\\_LAYOUT\\_PLANNING\\_DE\\_MUTHER](https://www.academia.edu/25966576/METODOLOG%C3%8DA_DE_LA_PLANEACI%C3%93N_SISTEM%C3%81TICA_DE_LA_DISTRIBUCI%C3%93N_EN_PLANTA_SYSTEMATIC_LAYOUT_PLANNING_DE_MUTHER)