

## Estimación de la superficie requerida y distribución de planta de una industria metalmecánica

<http://doi.org/10.53358/ideas.v4i2.876>

---

**Plua Solange, Carrión Nayeli, Madruñero Juan, Pedro Castro-Verdezoto**  
**Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 090112**  
{ *Solange.pluae, Juan.madruñeroa, Nayeli.carrionn* }@ug.edu.ec

Fecha de envío, marzo 30, 2023 - Fecha de aceptación, abril 18, 2023 - Fecha de publicación, Abril 21, 2023

### RESUMEN

La implementación de la distribución de planta en las empresas permite el mejoramiento de los procesos productivos con la finalidad de reducir los tiempos de producción. Dentro de este estudio se analizan diversos factores que permiten diseñar la distribución de la planta para satisfacer, optimizar y flexibilizar la movilización de maquinarias, productos o personal operativo. Se aplica el Método Guerchet para determinar la superficie requerida en una fábrica metalmecánica estándar, considerando planes de expansión y requerimientos operativos. Este esquema permite optimizar la superficie disponible y cumplir con los requerimientos mínimos para su ejecución. Por lo que se toma un caso de estudio de una fábrica metalmecánica para determinar la superficie estática, gravitacional y de evolución. Además, se determina la ratio entre el número de máquinas y el área total requerida.

**Palabras Clave:** Diseño industrial, Trabajo del metal, Método Guerchet, Gestión Industrial, Planificación Industrial.

**Abstract:** The implementation of plant layout in companies allows the improvement of production processes in order to reduce production times. This study analyzes several factors that allow the design of the plant layout to satisfy, optimize and make the mobilization of machinery, products or operative personnel more flexible. The Guerchet Method is applied to determine the required surface area in a standard metal-mechanical factory, considering expansion plans and operational requirements. This scheme allows optimizing the available surface and complying with the minimum requirements for its execution. Therefore, a case study of a metal-mechanical factory is used to determine the static, gravitational and evolution surface. In addition, the ratio between the number of machines and the total area required is determined.

**Keywords:** Industrial design, Metalworking, Guerchet Method, Industrial Management, Industrial Planning.

## **Introducción**

En la distribución de planta de una fábrica metalmecánica es fundamental la organización de los elementos que integran el área de producción en el espacio físico para incrementar la productividad de manera adecuada y eficiente. Actualmente, una de las dificultades que presenta este sector es la determinación del tamaño apropiado para una instalación de tipo industrial; los diseñadores priorizan los costos de la inversión por sobre los beneficios de esta a largo plazo. (Bastidas Ordoñez & Aguirre Hernández, 2020)

Según Bocángel et al (2021), una correcta distribución de planta consiste en localizar apropiadamente los múltiples departamentos indivisibles donde existen requisitos de espacio desiguales dentro de la misma instalación, de allí que, el objetivo es minimizar los costos de la planta para disponer los elementos y materiales que intervienen en el proceso productivo. Como consecuencia, se dispone de estos elementos para que se asegure un flujo continuo de trabajo o un patrón específico de movimiento.

Acorde con Avilés (2019), la distribución de planta se clasifica en: por proceso, por producto y en posición fija, de allí que, según Benítez (2019) la adecuación del espacio de una fábrica dependerá de diversos factores, entre ellos: las características del producto que se procesa, la disponibilidad de equipos y maquinarias, el tamaño de la instalación, la tecnología a emplear y la flexibilidad ante posibles cambios. Por lo que, la viabilidad de la implementación de nuevos productos o crecimiento de la empresa está en función de una correcta distribución de planta.

Dentro de los diferentes métodos para un correcto diseño de planta, se pueden destacar: el método relacional de actividades, el cual indica las relaciones existentes entre las áreas de trabajo; el método Richard Muther Systematic Layout Planning que tiene como objetivo una buena organización y optimización de la distribución de las áreas de trabajo; y, el Método Guerchet permite el análisis del espacio físico para los puestos de trabajo. (Avilés, 2019).

El presente estudio emplea el Método Guerchet en una fábrica metalmeccánica de tamaño industrial, considerando los estándares y parámetros definidos previamente por Cruz (2017). El objetivo de este estudio es contribuir con un método práctico o que sirva de referencia en el sector metalmeccánico ecuatoriano.

## Materiales y métodos

La Planificación de Sistemas (SLP) es una herramienta que le permite utilizar eficientemente los recursos, organizar su lugar de trabajo y equipos industriales, optimizar procesos, aumentar la competitividad y mejorar continuamente. Además, incluye un estudio cuantitativo del tamaño de la empresa, que también evalúa cualitativamente las relaciones entre zonas, los flujos de materiales, la comodidad de los empleados y los requisitos específicos de los procesos y almacenes. Asimismo, este es el método más común y se utiliza para resolver problemas de ubicación de plantas (Torres et al., 2020). La distribución de planta realiza procesos de manera continua, utilizando los recursos de manera adecuada. Por otro lado, la ubicación de la planta, según Espinoza Coronado (2020), se debe realizar una investigación efectiva de distribución en planta, puesto que, el principal beneficiario será la empresa, además de sus empleados y clientes, mejora no solo el nivel de productividad, sino también el nivel de toda la industria, creando un menor costo que aumentará su competitividad.

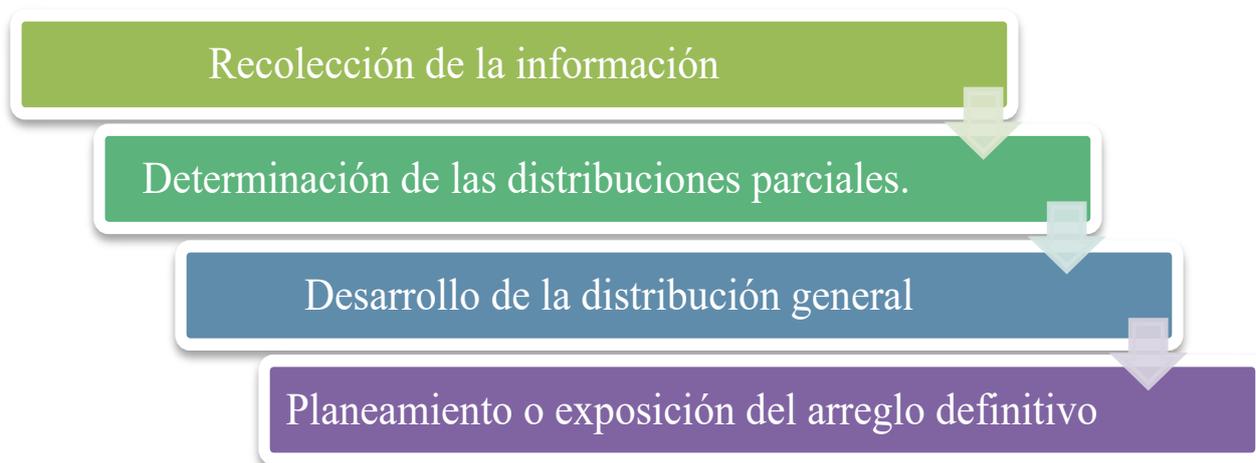


Fig. 1. Lineamiento para el diseño de la distribución de planta

Los factores que inciden en la ubicación de las plantas son clasificados en materiales, equipos, personas, movimiento, espera, mantenimiento, construcción y cambio. Considerando los mencionados se analizarán las características y consideraciones diferentes para su oportuna revisión de la planta de distribución. En el Factor Material, la distribución de los factores de producción dependerá necesariamente de sus características y del material con que operen. Estas son las características básicas a tener en cuenta: el tamaño, la forma, el volumen, el peso y las propiedades fisicoquímicas de la variedad. Estas características influyen decisivamente en el método de producción, procesamiento y almacenamiento, así como en el espacio requerido para el transporte y la espera. En el Factor maquinaria se debe considerar su tipo y número que hay disponibles en las categorías, así como el tipo y cantidad de equipo y herramientas, espacio, forma, altura y peso requeridos, el número y clase de operarios requeridos, los riesgos para los empleados, necesidad para servicios de apoyo, entre otros. Resultó ser necesario para un estudio preciso y completo de la distribución de las plantas.

El Factor Humano se refiere a la seguridad de los trabajadores, considerando aspectos como iluminación, ventilación, temperatura, ruido, y otros. Asimismo, la cualificación y flexibilidad del personal necesario, así como el número de trabajadores necesarios en cada momento y los trabajos que se comprometerán a realizar adecuadamente (Lizbeth & Ávila, 2021). El Factor movimiento se refiere a los movimientos de materiales, no son actividades productivas porque no agregan valor al producto. El Factor espera consiste en evitar los costos de espera y retrasos incurridos durante la recesión del ciclo. Sin embargo, la suspensión de material no es necesariamente un costo a evitar, puesto que, puede ser muy económico.

El Factor servicio se refiere a los servicios auxiliares que apoyan y facilitan las principales actividades que se desarrollan en la planta. El Factor edificio considera el diseño del espacio y otras características (p. ej., número de pisos, forma de la fábrica, diseño de ventanas y puertas, resistencia a tierra, altura del techo, diseño de columnas, escaleras, montacargas, alcantarillado, enchufes eléctricos, y otros.). Mientras que, el Factor cambio busca anticipar los cambios futuros para evitar posibles mejoras en el resto de los factores que hemos enumerado. Convierte las asignaciones de fábrica reales en asignaciones obsoletas que reducen las ganancias potenciales.

## **Estado de Arte**

Una revisión literaria de las características y aspectos de orden metodológico relacionados con el uso de métodos y técnicas para la localización y distribución de instalaciones de manufactura fue desarrollada por Franco (2015). Dentro de los cuales fue explorado el Método Guerchet para aplicar una metodología de investigación cualitativa y descriptiva, cuyo estudio concluye describiendo una construcción teórica con perspectiva global de los métodos y técnicas para la localización y distribución de instalaciones de manufactura.

El Método Guerchet es usado a nivel regional, en la ciudad de Lima, una empresa dedicada a recargas y mantenimientos de extintores empleó el método para verificar si el espacio usado de la fábrica estaba siendo aprovechada eficientemente con respecto al número de recargas y mantenimientos de extintores, máquina y empleados. (Álava & Morán, 2020) Asimismo, lo hizo una empresa mexicana dedicada a la transformación de fibras naturales y sintéticas, obteniendo telas e hilos como producto final, que a su vez son utilizados como materias primas en otros sectores de la industria, esta empresa trabajó con el método, para designar una superficie coherente a cada elemento de acuerdo con los requerimientos que se le solicite, con la finalidad de diseñar la redistribución de planta con las mejoras correspondientes, delimitando los espacios necesarios de cada área de la estación de trabajo, para optimizar al máximo el espacio físico disponible y así facilitar y mejorar el flujo del personal y de los materiales. (Benítez, 2019)

El presente estudio es aplicado a las condiciones y características productivas ecuatorianas, como estudios previo, aplicaciones de este método se tiene a Bone García (2020), quien aplicó el método en una empresa de la Ciudad de Quevedo, dedicada a la fabricación de equipos y plantas para la agroindustria e industria alimenticia en su proceso de redistribución en planta, para calcular la superficie requerida por cada máquina, con la finalidad de mejorar los rendimientos y tiempos de producción. Por otro lado, Caicedo Cantos (2019) utilizó este método en una empresa ecuatoriana dedicada a la fabricación de estructuras metálicas, para evaluar las dimensiones de cada uno de los espacios físicos que ocupan las máquinas y equipos de trabajo para gestionar una mejor propuesta en base a

los resultados obtenidos. En consecuencia, el presente estudio se enfocará en la aplicación de este método a la industria metalmecánica para que sirva como referente a la toma de decisiones.

### Aplicación del Método de Guerchet

El Método de Guerchet permite determinar las áreas requeridas para el puesto de trabajo, por lo que es necesario conocer el número y tamaño de las máquinas y equipos imprescindibles para la producción; adicionalmente, según Luis & Ordoñez (2020) se tiene en cuenta requerimientos de personal y consideraciones respecto al inventario del proceso. De acuerdo con Cruz (2017) se puede determinar la superficie total requerida por el área a través de la siguiente fórmula:

$$S_T = S_s + S_a + S_e \quad (\text{ecuación. 1})$$

Donde:

$$\begin{aligned} S_s &= \text{Superficie Estática} \\ S_s &= \text{Superficie Estática} \\ S_a &= \text{Superficie Gravitacional} \\ S_e &= \text{Superficie de Evolución} \end{aligned}$$

Si bien una superficie estática se puede definir como una superficie ocupada por máquinas y equipos, una superficie atractiva es una superficie ocupada por el operador y el material requerido para realizar el trabajo, su trabajo y la superficie evolutiva es el área que separa las estaciones de trabajo entre sí para una mejor comprensión.

- Superficie estática: es el área de la máquina o puesto de trabajo.

$$S_s = a * l \quad (\text{ecuación. 2})$$

Donde:

$$\begin{aligned} S_s &= \text{Superficie estática} \\ a &= \text{Ancho} \\ l &= \text{Largo} \end{aligned}$$

- Superficie gravitacional: es la multiplicación de la superficie estática por el número de lados de trabajo.

$$S_a = S_s * N \quad (\text{ecuación. 3})$$

Donde:

$S_g$  = Superficie Gravitacional

$S_s$  = Superficie Estática

N: Número de lados de trabajo

- Superficie de evolución: indica el espacio para el flujo correcto entre los puestos de trabajo de personas, equipo y medios de transporte.

$$S_e = (S_s + S_a)K \quad (\text{ecuación. 4})$$

Donde:

K: Coeficiente de evolución

- K es la cantidad promedio de las alturas de los elementos móviles (EM) y estáticos (EE). Se calcula de la siguiente forma:

$$K = \frac{h_{EM}}{2h_{EE}} \quad (\text{ecuación. 5})$$

y,

$$h_{EM} = \frac{\sum_{i=1}^r S_s * n * h}{\sum_{i=1}^r S_s * n} \quad (\text{ecuación. 6})$$

Donde:

r: Variedad de elementos móviles

$S_s$  = Superficie estática de cada elemento móvil

h: Altura de cada elemento móvil

n: Número de elementos móviles

$$h_{EE} = \frac{\sum_{i=1}^t S_s * n * h}{\sum_{i=1}^t S_s * n} \quad (\text{Ecuación. 7})$$

Donde:

t: Variedad de elementos estáticos

$S_s$  = Superficie estática de cada elemento

h: Altura de cada elemento estático

n: Número de elementos fijos

**Tabla 1. Valores de constante K para diferentes tipos de industria**

<b>Tipos de industria</b>	<b>Valor de k</b>
Industria alimenticia	0.05-0.15
Bandas transportadoras	0.10-0.25
Textil	0.05-0.25
Metalmecánica pequeña	2.0-3.0

*Fuente: (Cruz Villarraga, 2017)*

## Resultados y Discusión

Empleado el Método Guerchet para una empresa metalmeccánica estándar que dispone 5 maquinarias con diversas dimensiones, se requirió de 157m<sup>2</sup> de área estática ( $S_s$ ) y posteriormente se requeriría de 205 m<sup>2</sup> de área gravitacional ( $S_g$ ). Donde el área estática es definida por la relación entre el ancho y largo de cada maquinaria. Mientras que el área gravitacional está en función del número de máquinas existentes para cada tipo, en este estudio se asume la existencia de 02 unidades para cada una de las maquinarias tipo B y E, mientras que, en el restante de maquinarias se asume el requerimiento de una unidad para cada una de ellas.

**Tabla 2. Dimensiones de las máquinas de empresa metalmeccánica**

Maquinaria	Ancho (m)	Largo (m)	$S_s$ (m <sup>2</sup> )	$S_g$ (m <sup>2</sup> )	$S_e$ (m <sup>2</sup> )	$S_T$ (m <sup>2</sup> )
A	7	6	42	42	168	252
B	4	6	24	48	144	216
C	4	8	32	32	128	192
D	5	7	35	35	140	210
E	6	4	24	48	144	216
			157	205	724	1.086

Para determinar la superficie de evolución ( $S_e$ ) el valor de la constante  $k$  para la industria metalmeccánica es 2 unidades, considerando el tipo de maquinaria y el área requerida para una extensión futura, con lo cual se tiene un requerimiento de 724 m<sup>2</sup> de superficie. En consecuencia, para determinar la superficie total ( $S_t$ ) se procede a sumar las superficies estáticas, gravitacional y evolución; lo mencionado implica un requerimiento de 1086 m<sup>2</sup> para la instalación de una planta metalmeccánica. Finalmente, se procede a determinar el ancho y largo de la planta de la empresa, por lo que se realiza una operación cuadrática inversa del valor determinado como superficie total, implicando dimensiones de 32,95 m de ancho y 32,95 m de largo.

Considerando la superficie sugerida se determina que, la ratio es de 217,2 por cada máquina, valor en el cual se toma en cuenta la extensión de inversiones futuras.

## Conclusiones

El presente estudio es una contribución inédita para la industria metalmeccánica. Sirve de referencia para la toma de decisiones en diseños de planta, dimensionamiento y plantas metalmeccánicas.

De acuerdo con el estudio, los valores que arroja el Método Guerchet son referenciales, es decir, pueden ser modificados y ajustados de acuerdo con el requerimiento de la organización.

## **Declaración de conflictos**

Los autores declararon que no existe ningún conflicto de interés potencial dentro de esta investigación, autoría y/o publicación de este artículo.

## **Referencias**

1. Alva, D., & Moran, C. (2020). Distribución de planta para mejorar la productividad en el área de recarga y mantenimiento de la empresa SRVEX S.A.C., San Juan de Miraflores, 2020. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/77190/Alva\\_RD-Moran\\_BCJ-SD.pdf?sequence=8](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/77190/Alva_RD-Moran_BCJ-SD.pdf?sequence=8)
2. Avilés, E. (2019). Diseño y distribución en planta para la empresa reencavi compañía anónima. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18295/1/UPS-CT008668.pdf>
3. Bastidas Ordoñez, L. M., & Aguirre Hernández, L. A. (2020). Diseño de herramienta para la estimación del tamaño de las instalaciones de la empresa estructuras y montajes Europa s.a.s. [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/87528/1/TG02999.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/87528/1/TG02999.pdf)
4. Benítez, N. (2019). Propuesta de redistribución de planta en una empresa de la industria del vestido
5. Bocángel, W., Rosas, E., & Bocángel M. (2021). Introducción al diseño de plantas
6. Bone, G. (2020). Propuesta de distribución de planta y mejoramiento de la producción en la empresa INDUHORST cía ltada del cantón Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5937/1/T-UTEQ-0086.pdf>
7. Cantos, C. (2019). Análisis de los procesos operativos y distribución de planta en la empresa CIMETCORP S.A. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/46040/1/TESIS%20MIGUEL%20CAICEDO.pdf>
8. Cruz Villarraga, N. H. (2017). La formación a través de la lúdica en el diseño de áreas de trabajo. Editorial Uniagustiniana. <https://doi.org/10.28970/ua.nc.2017.n1>
9. Espinoza Coronado, W. (2020). Distribución de planta y su influencia en la productividad en el área de producción en una empresa del sector metalmecánica en los últimos 10 años.
10. Franco, G. (2015). Estado del arte sobre métodos y técnicas de localización y distribución aplicadas en instalaciones de manufactura y servicios.
11. Gonzalo, B., Córdova, C., & Tierra, I. M. (2016). Estudio de la distribución de planta de la empresa auto fast reparaciones y su incidencia en la productividad.
12. Lizbeth, N., & Ávila, A. (2021). Evaluación y mejora de la distribución en planta del

área metalmecánica de la ciudad de Guayaquil.

13. Luis, S. A. S., & Ordoñez, M. B. (2020). Diseño de herramienta para la estimación del tamaño de las instalaciones de la empresa estructuras y montajes Europa S.A.S.
14. Torres, K. J., Florez Peña, L. S., Sánchez, C. W., & Castañeda Peñaranda, M. (2020). Metodología SLP para la distribución en planta de empresas productoras de Guadua Laminada Encolada (G.L.G). *Ingeniería*, 25(2), 103-116. <https://doi.org/10.14483/23448393.15378>

