



1

La formación a través de la lúdica en el diseño de áreas de trabajo

Nelson Humberto Cruz Villarraga
Ingeniería Industrial



NOTAS
DE
CLASE

La formación a través de la lúdica en el diseño de áreas de trabajo

© Editorial Uniagustiniana, Bogotá, 2017

© Nelson Humberto Cruz Villarraga, 2017

Colección *Notas de clase*, n.º 1

doi: 10.28970/ua.nc.2017.n1

Editorial Uniagustiniana

Ruth Elena Cuasialpud Canchala, Coordinadora de Publicaciones

Mariana Valderrama y Catalina Ramírez, Asistentes editoriales

Proceso de edición

Corrección de estilo, Ángela Marcell Cruz Parra

Diagramación, Alejandro Farieta-Barrera

Diseño de portada, Alejandra Torres Mendoza

Campus Tagaste, Av. Ciudad de Cali No. 11B-95

coor.publicaciones@uniagustiniana.edu.co

litteraturagris@uniagustiniana.edu.co

La Editorial Uniagustiniana se adhiere a la iniciativa de acceso abierto y permite libremente la consulta, descarga, reproducción o enlace para uso de sus contenidos, bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

La formación a través de la lúdica en el diseño de áreas de trabajo

Nelson Humberto Cruz Villarraga

Especialista en Gerencia de producción y productividad,
Universidad Jorge Tadeo Lozano

Ingeniero industrial, Universidad Autónoma de Colombia

Docente Ingeniería industrial, Universitaria Agustiniiana

Correo electrónico: nelson.cruz@uniagustiniana.edu.co

Resumen

Previamente a la realización de una distribución de planta, el ingeniero industrial debe dominar los conceptos y las fórmulas para determinar los espacios adecuados en cada una de las máquinas o puestos de trabajo. En estos cálculos se deben tener en cuenta: el área de trabajo —superficie donde el trabajador realiza su labor—, las áreas de acceso —pasillos o zonas por donde los operarios ingresan o salen del área de trabajo—, las áreas de almacenamiento de la producción —zona donde al terminar el proceso de producción se almacena el inventario en la medida que se va produciendo— y las áreas de alistamiento —que son las zonas donde, en algunos casos, es necesario preparar una materia prima para el puesto de trabajo—.

La lúdica permitirá al estudiante aplicar estos conceptos mediante una metodología teórico-práctica, al partir de una máquina-herramienta (física) a escala, tomar las dimensiones principales, aplicar las fórmulas de las diferentes superficies que interactúan con los trabajadores y hallar un área total adecuada para cada máquina. Una vez realizado el cálculo por máquina, al sumar todas las áreas, podrá calcular el área total de un puesto de trabajo, de un departamento de trabajo, de una sección o de una planta industrial.

Palabras clave: lúdica, máquina, planta, operario, superficie, producción

Cómo citar

Cruz V., N. H. (2017). *La formación a través de la lúdica en el diseño de áreas de trabajo*. Notas de clase 1. Bogotá: Uniagustiniana.

Contenido

Prefacio	6
Introducción	6
1 Diseño áreas de trabajo (método de Guerchet)	8
2 Desarrollo de los contenidos	10
2.1 La superficie estática (Ss)	12
2.2 La superficie de gravitación (Sg)	13
2.3 La superficie de evolución (Se)	13
2.4 La superficie total (St)	14
2.5 Distribución de planta	15
2.6 Ergonomía de los trabajadores	15
2.7 Flujo de los procesos	17
3 Ejercicio guía	17
3.1 Cálculo de la superficie estática (Ss)	18
3.2 Cálculo de la superficie de gravitación (Sg)	19
3.3 Cálculo de la superficie de evolución (Se)	20
3.4 Cálculo de la superficie total (St)	21
4 Apartado final: lúdica de laboratorio	23
Referencias	24

Prefacio

Se identifica claramente la aplicación de la ingeniería industrial en temas clave como procesos industriales, manejo de tablas predeterminadas para coeficientes K (tabla de valores constantes dados de acuerdo con el tipo de empresa que no requiere cálculo), elaboración de una distribución de planta apropiada a las compañías, ergonomía de los trabajadores y flujo de los procesos productivos ideales para mejorar los tiempos de procesamiento.

Introducción

La lúdica es una estrategia para aprender haciendo. Aunque en su esencia la lúdica se asocia indefectiblemente al juego o “lo relacionado con esta actividad”, el acercamiento académico la asocia al aprendizaje en la práctica mediante la simulación de procesos reales. Por ejemplo, un proceso productivo de una fundición en aluminio se puede simular mediante una lúdica académica al derretir parafina y elaborar productos similares a los que se podrían fabricar con ese metal.

De esta manera, la lúdica abarca más que solo el juego, implica el reconocimiento de sí mismo y la relación con el entorno a partir de experiencias académicas. La importancia de esta actividad, según Carlos Jiménez (2005), “radica en que permite la potencialización de aspectos relacionados con el pensamiento abstracto, innovador y creativo, de igual forma desarrolla habilidades comunicativas y cooperativas, así como



la capacidad de entender problemáticas y buscar posibles soluciones frente a ellas”. Por su parte, lafrancesco (2003) afirma:

El educador mediador debe crear un ambiente propicio para motivar al niño, y aprovechar toda inquietud del estudiante, pues es una buena oportunidad para orientar su aprendizaje y canalizar sus intereses y expectativas, muchas de las experiencias en niños son aplicables a los jóvenes universitarios y más aún esta generación de “millennials” que entre sus características está el ser creativo, autonomía, quieren hacer múltiples tareas simultáneamente y son emprendedores entre otras (p.146).

Esta lúdica ha sido diseñada con el propósito de generar en los estudiantes un ambiente de trabajo práctico en el aula de clase en el que apliquen los conceptos y las fórmulas, previamente compartidas por el docente, y logren desarrollar la capacidad de análisis de áreas de trabajo, evaluación de áreas comunes (oficinas, servicios sanitarios, áreas de descanso, etc.), zonas de acceso, pasillos, áreas de almacenamiento y circulación de personal dentro de una planta de producción.

Durante la actividad, los estudiantes deben desarrollar las competencias de trabajo en equipo y la habilidad en la interpretación de los resultados, así como conceptualizar sobre las mejores prácticas para la distribución de la planta y finalmente, dimensionar una planta de producción y sus áreas de proceso, áreas de servicio y áreas administrativas.

La actividad desarrollada obedece al interés académico por lograr “sacar de la monotonía” a los estudiantes para que aporten sus ideas de forma natural. Se busca que ellos conozcan las máquinas-herramientas y propongan estrategias

prácticas de distribución de planta que puede variar de acuerdo con los propios criterios aplicados. Se recomienda que esta actividad lúdica sea aplicada a estudiantes de ingeniería industrial, ingeniería de producción, técnicos de procesos industriales y todas aquellas personas que estén interesadas en aprender estas técnicas para aplicarlas en la industria real y lograr así aumentar la productividad.

Lo anterior refuerza, entre los diferentes conceptos de aproximación a la lúdica en la academia, lo expresado por Jiménez (2000) al afirmar que esta “es una dimensión del desarrollo humano que fomenta el desarrollo psicosocial, la adquisición de saberes, la conformación de la personalidad, es decir encierra una gama de actividades donde se cruza el placer, el goce, la actividad creativa y el conocimiento”; este conjunto de actividades enriquece la labor en la docencia y favorece la relación docente-alumno.

En conclusión, se puede manifestar que con estas actividades se logra que los estudiantes desarrollen su creatividad y habilidades para el trabajo en equipo pertinentes en su formación académica, por eso es de vital importancia aplicar esta estrategia académica en cuanto sea posible.

1 Diseño áreas de trabajo (método de Guerchet)

Con respecto a la distribución de planta, según Duran (2007), “indudablemente, la distribución de planta podría empezar por el diseño de las estaciones de trabajo; más aún, por el diseño de estaciones consecutivas de trabajo” (p. 64); en concordancia



con este concepto se planteó en este trabajo el diseño de las áreas de trabajo para luego proponer diseños de distribución de planta como se puede apreciar en la figura 2 y la figura 3.

Respecto a la distribución:

Una determinada distribución puede ser la mejor en una serie de condiciones y, sin embargo, puede ser pobre en otra. En general, todas las distribuciones de la planta representan una o la combinación de dos distribuciones básicas: distribución por producto o en línea recta y distribución por funciones o por procesos. (Nievel, 2009, p. 87)

En este sentido, la distribución de planta depende del tipo de industria, de la tecnología, de la infraestructura que se tenga, es decir que, en términos generales, no necesariamente se aplica una sola de las metodologías.

Para Muther (1970):

Debemos reconocer estos tipos clásicos puros de distribución, desde el principio. Ellos nos muestran como ciertos factores tienen influencia en la distribución; nos permiten clasificar las diversas distribuciones en que trabajamos o con las que nos enfrentamos, y nos proporcionan una referencia con la que poder trabajar. Pero en la industria no encontramos, a menudo, estas distribuciones en su forma pura. Usualmente están, unas veces, combinadas con algún otro tipo de distribución; y en otras, la línea de demarcación entre un tipo y otro no es suficientemente clara. La mayor parte de las buenas distribuciones son una combinación o modificación de los seis tipos de distribución. Aprovechan las ventajas de cada tipo en su lugar apropiado para reducir los costes de manipulación y la cantidad de material en proceso, conservando, al mismo tiempo, la flexibilidad y elevada utilización del hombre y de la máquina. (p. 30)

Es valioso en este aspecto desarrollar la creatividad de los estudiantes para lograr los mejores resultados en cuanto a disminución de distancias, recorridos y movimiento de material, casos en los que se puede simular con la lúdica desarrollada en este documento.

El método de áreas de trabajo (superficies donde el trabajador realiza su labor) utilizado en esta lúdica es el de Método de Guerchet, que expone precisamente la metodología para el cálculo de superficies de trabajo de una empresa que puede ser utilizado para su diseño inicial, en el caso que sea una empresa nueva, o para la adecuación correcta de una planta que no cumple con los estándares propios para el movimiento del trabajador, el movimiento de las materias primas en el proceso productivo o el movimiento de máquinas o equipos que requiera la empresa.

Se utilizó este método en la actividad lúdica por la forma sencilla en la que se hace la secuencia de cálculos matemáticos, lo que permite enriquecer las fórmulas con conceptos teóricos reales de actividades de producción industrial y fácilmente entendibles por los estudiantes, especialmente para quienes no han tenido contacto con las fábricas de producción, como aquellos de las jornadas diurnas.

2 Desarrollo de los contenidos

Al ser el objetivo final de esta lúdica el cálculo de áreas totales o parciales de una planta de producción y aclarando que existen diferentes metodologías, se utilizará el método Guerchet en particular, debido a que la aplicación de sus



conceptos en el aula de clase resulta muy amigable; se hace esta afirmación con base en los resultados obtenidos en su aplicación y en la retroalimentación que se hace al finalizar las sesiones en el aula, pues los estudiantes manifiestan que con estas “lúdicas” las clases se hacen más interesantes y motivadoras.

El método establece inicialmente que se debe partir del cálculo de la superficie de trabajo de cada máquina en forma individual, es decir el área que ocupa la máquina o el puesto de trabajo; esta área se irá ampliando progresivamente de acuerdo con la complejidad de maniobrabilidad, manejo de materias primas y material en proceso. Estos son cálculos parciales ya que luego se debe proceder a sumar dichas áreas o superficies y obtener un área completa de trabajo por máquina; al integrar varias máquinas se va construyendo una sección de una fábrica, un departamento o también puede ser el área total de la planta.

Para el desarrollo de esta lúdica se tomarán como muestra máquinas a escala 1:10 (maquetas) desarrolladas por los mismos estudiantes en otra actividad lúdica. La escala 1:10 quiere decir que cada centímetro que tenga la máquina (maqueta) equivale a 10 centímetros de una máquina real, o, dicho en otras palabras, que las maquetas están construidas en un tamaño 10 veces menor que el de una máquina real. El punto de partida es identificar los tres tipos de superficies que sumadas nos generan una cuarta área que es el área total, que se explican a continuación.

2.1 La superficie estática (S_s)

La superficie estática (S_s) hace referencia al área de la máquina o del puesto de trabajo. Esta área viene en la especificación técnica de la máquina al momento de la compra. En caso de no tener acceso a esta información —por pérdida de la ficha técnica—, podemos tomar las dimensiones del espacio que ocupa la máquina de ancho y de largo de la manera más exacta posible, como se aprecia en la figura 1. Es muy importante en este punto aclarar que las dimensiones deben tomarse en posición de uso de la máquina, se deben tener en cuenta los desplazamientos de esta en uso, palancas, pedales, etc.; luego de realizar la medición sencillamente se aplica la ecuación 1:

$$S_s = a * l \quad (1)$$

Donde

S_s = superficie estática, en m².

a = ancho, en m lineales.

l = largo, en m lineales.

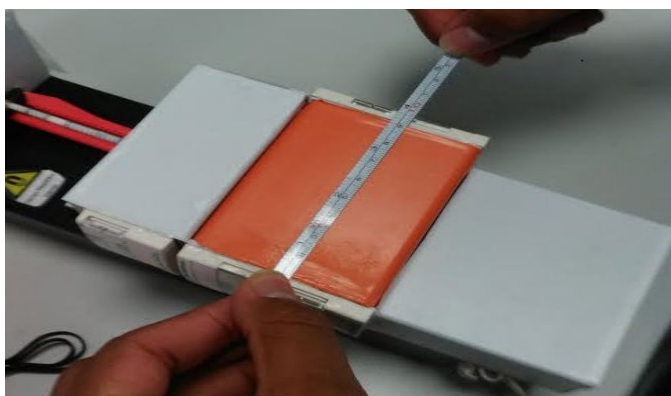


Figura 1. Máquina Inyectora 1, toma de dimensiones.
Fuente: elaboración propia (2016)



2.2 La superficie de gravitación (Sg)

La superficie de gravitación (Sg) hace referencia al área que los trabajadores utilizan alrededor de la máquina para sus movimientos normales durante los procesos de producción o con materias primas al utilizar la máquina. Para la obtención de esta superficie de gravitación se utiliza la ecuación 2:

$$Sg = Ss * N \quad (2)$$

Donde

Sg = superficie de gravitación

Ss = superficie estática

N = el número de lados de la máquina o del puesto de trabajo por los cuales el operario debe trabajar

2.3 La superficie de evolución (Se)

La superficie de evolución hace referencia a los espacios que deben dejarse entre los puestos de trabajo para los desplazamientos de los trabajadores y la manipulación o almacenamiento de piezas y mercancías. Para calcularla se utilizará la ecuación 3:

$$Se = (Ss + Sg) * K \quad (3)$$

Donde

Se = superficie de evolución

Ss = superficie estática

Sg = superficie de gravitación

La formación a través de la lúdica en el diseño de áreas de trabajo

K = un coeficiente constante que es dado dependiendo el tipo de empresa. En la tabla 1 se muestran los valores de K y, como se puede apreciar, existe un rango en el que se puede tomar la decisión y definir un criterio técnico o personal.

Tabla 1

Valores de constante K para diferentes tipos de industria

Tipo de industria	Valor de K
Industria alimenticia	0.05 - 0.15
Bandas transportadoras	0.10 - 0.25
Textil	0.05 - 0.25
Metalmecánica pequeña	1.5 - 2.0
Metalmecánica	2.0 - 3.0

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de <https://goo.gl/69Rbo1>.

2.4 La superficie total (St)

La superficie total (St) hace referencia al área que se debe disponer para la máquina o puesto de trabajo en mención. Se deberá aplicar la ecuación 4:

$$St = Ss + Sg + Se \quad (4)$$

Donde

St = superficie total

Ss = superficie estática

Sg = superficie de gravitación

Se = superficie de evolución



2.5 Distribución de planta

Una vez se han realizado los cálculos anteriormente mencionados por cada máquina de la empresa, se puede diseñar la distribución de la planta, que es la forma en que se ubican las máquinas, oficinas, áreas comunes, etc., dentro de una planta industrial. Siempre se busca la mayor efectividad en cuanto a los desplazamientos de los trabajadores y el movimiento de las materias primas. En la figura 2 se muestra un ejemplo de distribución de planta.



Figura 2. Layout – Ejemplo de una distribución de planta propuesto.
Fuente: Elaboración propia 2016.

2.6 Ergonomía de los trabajadores

Tiene que ver con el entorno del lugar de trabajo y el trabajador, comprende condiciones como la iluminación, el espacio de trabajo, el puesto de trabajo, la posición física en que el trabajador debe desempeñarse, el ruido, los vapores, gases, etc. Para Cruelles (2013):

El sistema hombre-máquina-entorno configura un sistema operante que contiene una serie de variables de entrada, la estructura funcional que da lugar al accidente y una serie de

La formación a través de la lúdica en el diseño de áreas de trabajo

variables de salida que obedece a los diferentes tipos de accidentes. Toda actividad conlleva a un riesgo oculto y un cierto grado de incertidumbre. La ergonomía trata de disminuir ese riesgo oculto y ese grado de incertidumbre. Todo accidente es el resultado de la combinación de riesgos físicos y errores humanos. (p. 270)

Por lo tanto, es responsabilidad del profesional en el área promover la seguridad industrial mediante la aplicación de los estándares internacionales.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) define la ergonomía como la “aplicación de las Ciencias Biológicas Humanas para lograr la óptima recíproca adaptación del hombre y su trabajo, los beneficios serán medidos en términos de eficiencia humana y bienestar” (OIT, s.f., citado por Orbe, 2011, p. 43) y sus objetivos son los siguientes:

- Identificar, analizar y reducir los riesgos laborales (ergonómicos).
- Adaptar el puesto de trabajo y las condiciones de este a las características del operador.
- Contribuir a las evoluciones de las situaciones de trabajo, con el fin de que pueda ser realizado salvaguardando la salud y la seguridad, con el máximo de confort, satisfacción y eficacia.
- Establecer prescripciones ergonómicas para la adquisición de útiles, herramientas y materiales diversos.
- Mejorar la salud de la empresa (disminución del absentismo, presentismo, sabotajes, etc.) y promocionar la salud en el trabajo (según la OMS).



En esta lúdica aplica para los espacios de trabajo, pero es importante al momento de diseñar o rediseñar una planta tener en cuenta todos los elementos que afectan la ergonomía de los trabajadores.

2.7 Flujo de los procesos

Se refiere a los espacios por donde circulan las materias primas por los diversos procesos hasta convertirse en producto terminado. Generalmente los procesos son tecnológicos, como puede ser el caso de fundiciones, mecanizados, inyecciones de plásticos, soplado de plásticos, procesos galvánicos, procesos de ensamble, entre otros.

Es muy importante al momento de hacer una distribución de las máquinas tener en cuenta por dónde van a estar moviéndose los materiales y tratar, en lo posible, que el flujo sea continuo y secuencial, esto ahorrará desplazamientos y aumentará la productividad.

3 Ejercicio guía

Se presenta a continuación un ejercicio de guía. Se dispone de cinco máquinas de la industria metalmeccánica, cuyas dimensiones de ancho y largo se muestran en la tabla 2. Aplicando el método de Guerchet se debe calcular el área total de cada máquina, el área total de la planta (sumatoria de todas las máquinas) y proponer una distribución de planta. Las dimensiones están dadas en metros lineales (m).

Tabla 2

Dimensiones de las máquinas

Maquinaria	Ancho	Largo
Maquina 1	6	4
Maquina 2	3	4
Maquina 3	3	3
Maquina 4	2	3.5
Maquina 5	1	4
Total	15	18.5

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de <https://goo.gl/69Rbo1>.

Al contar con las fórmulas previamente explicadas se procede a aplicarlas para cada máquina y definir así su área.

3.1 Cálculo de la superficie estática (Ss)

Para la máquina 1, al aplicar la ecuación 1 se tendría:

$$Ss = a * l \quad (1)$$

Donde

$$a = 6 \text{ m}$$

$$l = 4 \text{ m}$$

Entonces

$$Ss = 6\text{m} * 4\text{m} = 24 \text{ m}^2$$

La superficie estática de la máquina 1 es igual a 24 m².

En la tabla 3 se muestran los cálculos de las 4 máquinas restantes.



Tabla 3

Cálculo de la superficie estática

Maquinaria	Ancho	Largo	Ss
Máquina 1	6	4	24
Máquina 2	3	4	12
Máquina 3	3	3	9
Máquina 4	2	3.5	7
Máquina 5	1	4	4
Total	15	18.5	56

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de <https://goo.gl/69Rbo1>.

Es importante recordar que al multiplicar estas dos dimensiones se obtiene el resultado en metros cuadrados.

3.2 Cálculo de la superficie de gravitación (Sg)

Luego se procede a identificar los valores de N para cada máquina y así aplicar la ecuación 2 para hallar las superficies de gravitación.

Para la máquina 1, al aplicar la ecuación 2 se tendría:

$$S_g = S_s * N \quad (2)$$

Donde

$$S_s = 24 \text{ m}^2$$

$$N = 1$$

Entonces

$$S_g = 24 \text{ m}^2 * 1 = 24 \text{ m}^2$$

La superficie de gravitación de la máquina 1 es de 24 m².

En la tabla 4 se muestran los cálculos de las 4 máquinas restantes.

Tabla 4

Cálculo superficie de gravitación

Maquinaria	Ss	N	Sg
Máquina 1	24	1	24
Máquina 2	12	1	12
Máquina 3	9	2	18
Máquina 4	7	1	7
Máquina 5	4	2	8
Total	56	7	69

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de <https://goo.gl/69Rbo1>.

Luego se procede a calcular las superficies de evolución.

3.3 Cálculo de la superficie de evolución (Se)

Para obtener la superficie de evolución se debe tener en cuenta el valor de la constante K de la tabla 1. El valor para la industria metalmeccánica es 2, por lo que se debe aplicar esta constante a todas las máquinas.

Para la máquina 1, se obtiene al aplicar la ecuación 3:

$$Se = (Ss + Sg) * K \quad (3)$$

Donde

$$Ss = 24 \text{ m}^2$$

$$Sg = 24 \text{ m}^2$$

$$K = 2$$

Entonces

$$Se = (24 \text{ m}^2 + 24 \text{ m}^2) * 2 = 96 \text{ m}^2$$



La superficie de evolución de la máquina 1 es de 96 m².

En la tabla 5 se muestran los cálculos de las 4 máquinas restantes.

Tabla 5

Cálculo superficie de evolución

Maquinaria	Ss	Sg	K	Se
Máquina 1	24	24	2	96
Máquina 2	12	12	2	48
Máquina 3	9	18	2	54
Máquina 4	7	7	2	28
Máquina 5	4	8	2	24
Total	56	69	2	250

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de <https://goo.gl/69Rbo1>.

Luego se procede a calcular la superficie total.

3.4 Cálculo de la superficie total (St)

Para obtener la superficie total del ejercicio se procede a sumar la superficie estática, la superficie de gravitación y la superficie de evolución, aplicando la ecuación 4.

Para la máquina 1, al aplicar la ecuación 4:

$$St = Ss + Sg + Se \tag{4}$$

Donde

$$Ss = 24 \text{ m}^2$$

$$Sg = 24 \text{ m}^2$$

$$Se = 96 \text{ m}^2$$

Entonces

La formación a través de la lúdica en el diseño de áreas de trabajo

$$St = 24 \text{ m}^2 + 24\text{m}^2 + 96\text{m}^2 = 144 \text{ m}^2$$

La superficie total de la máquina 1 es de 144 m².

En la tabla 6 se muestra los cálculos de las 4 máquinas restantes.

Tabla 6

Cálculo superficie total

Maquinaria	<i>Ss</i>	<i>Sg</i>	<i>Se</i>	<i>St</i>
Máquina 1	24	24	96	144
Máquina 2	12	12	48	72
Máquina 3	9	18	54	81
Máquina 4	7	7	28	42
Máquina 5	4	8	24	36
Total	56	69	250	375

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de <https://goo.gl/69Rbo1>.

La respuesta a este ejercicio es entonces, 375 m².

Al tener ya los resultados, se procede a “jugar” con estas áreas para determinar las longitudes de ancho y largo de la planta. Una forma para conseguir que la planta quede de igual dimensión, en el largo y el ancho, es sacar la raíz cuadrada al resultado obtenido de la superficie total; para este ejercicio sería: $\sqrt{375} = 19.36 \text{ m}^2$, o, dicho de otra forma, 19.36 metros de ancho por 19.36 metros de largo.

En la figura 3 se muestra un ejemplo de distribución de planta propuesto a partir de los cálculos realizados.



Figura 3. Lay out – Distribución de planta propuesto.
Fuente: Elaboración propia 2016

4 Apartado final: lúdica de laboratorio

Teniendo claro el ejercicio realizado por parte del docente, se debe motivar a los estudiantes a desarrollar el taller para aplicar las fórmulas en forma práctica.

Partiendo de la investigación en una planta de metalmecánica donde se encuentran máquinas como taladros, tornos, cepillos mecánicos, esmeriles, etc., se deben tomar las dimensiones iniciales por cada máquina, el ancho y el largo; estas

dimensiones se deben tabular tal y como se realizó en el ejercicio anterior. Se recomienda utilizar flexómetro en la toma de estas dimensiones y se propone trabajar con una escala 1:10.

Dado que ya se ha explicado paso a paso el procedimiento, se enunciará la secuencia que deben desarrollar los estudiantes:

1. Tomar las dimensiones de las máquinas, el ancho y largo (flexómetro).
2. Calcular la superficie estática **Ss**.
3. Calcular la superficie de gravitación **Sg**. Importante tener claro que para este cálculo debemos tener en cuenta las zonas de trabajo de la máquina (**N**).
4. Calcular la superficie de evolución **Se**. Es importante observar la tabla de valores de la constante (**K**) para el tipo de proceso industrial en este caso es metalmecánica.
5. Calcular la superficie total **Sf** requerida para la planta.
6. Aumentar el 30% al área obtenida para destinarla a pasillos.
7. Con las dimensiones obtenidas, diseñar la distribución completa de la planta con los pasillos incluidos.
8. Los estudiantes deben, para cada máquina, identificar con colores diferentes cada una de las superficies calculadas.

Referencias

Durán, F. A. (2007). *Ingeniería de métodos: técnicas para el manejo eficiente de recursos en organizaciones fabriles, de servicios y hospitalarias*. Recuperado de: <https://goo.gl/69Rbo1>.

Cruelles, J. A. (2013). *Mejora de métodos y tiempos de fabricación*. Barcelona España: Marcombo



- lafrancesco, G.M. (2003). *La educación integral en el preescolar: propuesta pedagógica*. Bogotá: Editorial Magisterio.
- Jiménez, C. (2005). *Pedagogía lúdica: el taller cotidiano y sus aplicaciones*. Armenia Colombia: Kinesis.
- Jiménez, C. (2000). *Lúdica y recreación*. Bogotá, Colombia: Editorial Magisterio.
- Nievel, B. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Ciudad de México, México: Mc Graw Hill.
- Muther, R. (1970). *Distribución en planta*. Barcelona, España: Editorial Hispano Europea.
- Orbe, E. (2011). Detección de riesgos ergonómicos a través de su identificación y medición para realizar un plan de prevención en el área de producción de la Empresa Manufacturas Americanas. Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (s.f.). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Recuperado de: <https://goo.gl/Fmmi8y>.
- Tamayo Valencia, L. A. (2007). Tendencias de la pedagogía en Colombia. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* 3(1), 65-76. Recuperado de: <https://goo.gl/KezKuB>.



NOTAS DE CLASE

