

PROPUESTA PARA EL REDISEÑO DE LA PLANTA FISICA DE LA EMPRESA
BAENA MORA EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA LÍNEA DE
CALZADO

CASO: LÍNEA DE CALZADO

PRESENTADO POR:

JENNY MARCELA AGUDELO GÓMEZ

LAURA MARITZA CARREÑO QUIBANO

PROYECTO DE INVESTIGACION

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
ESPECIALIZACIÓN PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA INTERNACIONAL

FUNDAMENTOS DE INVESTIGACIÓN

BOGOTÁ D.C

2013

PROPUESTA PARA EL REDISEÑO DE LA PLANTA FISICA DE LA EMPRESA
BAENA MORA EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA LÍNEA DE
CALZADO

CASO: LÍNEA DE CALZADO

PRESENTADO A:

Ing. Msc. MARCELA CASCANTE M

PRESENTADO POR:

JENNY MARCELA AGUDELO GÓMEZ

LAURA MARITZA CARREÑO QUIBANO

PROYECTO DE INVESTIGACION

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
ESPECIALIZACIÓN PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA INTERNACIONAL
FUNDAMENTOS DE INVESTIGACIÓN

BOGOTÁ D.C

2013

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C., Mayo 2013

DEDICATORIA

Queremos dedicar este trabajo a nuestras familias, por acompañarnos en cada paso que damos, por todo lo que nos han dado en esta vida, especialmente por sus sabios consejos y por estar a nuestro lado en los momentos difíciles y momentos alegres.

Agradecemos a la Ing. Msc. Marcela Cascante, por la paciencia y por la dirección de este trabajo.

Y a la Escuela Colombiana de Carreras Industriales por formarnos como grandes especialistas para ser de este país un futuro mejor.

CONTENIDO

1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	6
1.1. SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	6
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	7
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	7
2.2 EL PROBLEMA ACTUAL.....	9
2.3 PROYECCIÓN DEL PROBLEMA.....	9
2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
3. JUSTIFICACIÓN	12
4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
5. DELIMITACIÓN	14
6. MARCOS DE REFERENCIA.....	15
6.2 MARCO TEÓRICO	16
LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	24
PRINCIPIOS BÁSICOS.....	25
TIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	26
SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	27
EL PROCESAMIENTO DE PEDIDOS.....	29
EL CONTROL DE INVENTARIOS.....	29
EL TRANSPORTE.....	29
EL MANEJO DE MATERIALES.....	29
EL ALMACENAMIENTO	29
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CALZADO.....	30
6.3 MARCO CONCEPTUAL	33
6.4 EL MARCO LEGAL O JURÍDICO.....	35

6.5	ESTADO DEL ARTE	36
6.5.1	DISEÑO DE UN NUEVO ALMACÉN: CASO PRÁCTICO DE UNA FÁBRICA DE BOBINAS DE PAPEL	36
6.5.2	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA EN EDIFICIOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES DEDICADOS AL ALMACENAJE	38
7.	METODOLOGIA O DISEÑO METODOLÓGICO	42
7.1.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACION.....	42
7.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
7.3.	INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS A UTILIZAR	42
7.4	FASES O ETAPAS DEL PROYECTO	45
8.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	49
9.	IMPACTO ESPERADO	57
10.	PRESUPUESTO	58
11.	CRONOGRAMA	59
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	61
13.	CIBERGRAFIA	63

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro Sinóptico de los Marcos Conceptual, Teórico y Legal

Tabla 2. Pasos en el proceso de distribución

Tabla 3. Diagrama de procesos calzado “BAENA MORA”

Tabla 4. Tabla de Presupuestos

Tabla 5. Cronograma Ejecutado

LISTA DE GRÀFICOS

Grafico 1. Demoras en la entrega del proceso de fabricación

Grafico 2. Diagrama relacional de espacios con indicación del área requerida por cada actividad.

Grafico 3. Esquema del Systematic Layout Planning

Grafico 4. Fases de la Distribución en planta

Grafico 5. Diagrama de procesos calzado “BAENA MORA”

INTRODUCCIÓN

Con esta investigación se analizar el impacto que tiene la actual distribución de la planta en el proceso de producción de calzado como se puede solucionar de manera que los costos de la compañía no aumenten de manera exagerada, dándoles un manejo adecuado, con el fin de aumentar la producción de calzado que en la cual nos estamos enfocando. Con esto también pretendemos mejorar cada proceso en cuanto a calidad, buscando que se tiene a mano todas las herramientas necesarias para llegar a tal fin como lo es la materia prima - mano de obra. El propósito de esta investigación es realizar la redistribución de la planta, de tal forma que se puedan separar los procesos de producción de calzado, focalizando una disminución en los tiempos de elaboración de los productos para lograr generar una mayor eficiencia en producción del mismo.

El contenido del proyecto se encuentra desarrollado en capítulos, los cuales permiten ver su desarrollo y se encuentran en la siguiente secuencia.

En el primer capítulo se ha querido dar a conocer la línea y sublínea de investigación, toda vez que permite ubicarnos en el plano de la producción y con ello permitir al lector un mejor enfoque dentro de la investigación, que le permita hacer sus apreciaciones coherentemente. En el segundo capítulo se explica el problema objeto de la investigación, en este caso explicar el caso de la empresa BAENA MORA en la cual se evidencian retrasos en la producción puesto que su distribución en planta no es la mas adecuada. Así pues en el tercer capítulo se presenta la justificación del proyecto analizando las variables que afecta este problema directa (producción, ventas) o indirectamente (área financiera, contable). Complementando el proyecto en el cuarto capítulo se define el objetivo general y

los objetivos específicos para posibilitar diferentes soluciones. De forma adicional al cuarto capítulo, en el quinto indicaremos la delimitación tanto espacial, poblacional y de tiempos del caso BAENAMORA. Con esta parte sexta procederemos a mostrar los marcos de referencia de la investigación para adaptar y crear un sistema de conceptos, teorías y enseñanzas que proporcionen fundamentos para la toma de una decisión acertada. Dentro del séptimo capítulo referente al diseño metodológico se describe el tipo de investigación, los instrumentos o herramientas, estadísticas y las etapas que nos lleven a cumplir el objetivo.

En la última parte se encuentran los capítulos octavo, noveno, décimo y undécimo en donde revelaremos los resultados obtenidos, el impacto esperado, el presupuesto para lograr la implementación de los resultados, el diagrama de Gantt y la bibliografía respectivamente.

1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con las líneas de Producción y Logística, este proyecto se suscribe en la línea de Producción, a partir de la necesidad identificada en la empresa BAENAMORA, con el fin de lograr mejorar la competitividad y el reconocimiento, a partir de la evaluación y reestructuración de la empresa hacia el consumidor final.

1.1. SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto se encamina en la sublínea de diseño y distribución en planta con el objetivo de redistribuir la planta física, para el aumento de la producción de la misma que permita garantizar el correcto funcionamiento de cadena de producción.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La empresa Baena Mora está dedicada a la fabricación y comercialización de productos de marroquinería, como; calzado y cinturones para su único cliente Arturo Calle.

El proceso de producción está compuesto por el corte del material para este caso cuero y forro. La guarnición, es el armado y la costura de la capellada, es decir la parte superior del zapato y posteriormente el montaje, que consta del armado y la terminación del mismo, estos están distribuidos en los dos pisos de la planta, en el primero se ubican los procesos de corte y montaje y en el segundo se encuentra toda la parte de guarnición, debido a la distribución en planta frecuentemente se han evidenciado retrasos en la producción siendo esto un punto en el que la acumulación de tiempos muertos causa lentitud en la entrega final de los pedidos, a su vez el proceso productivo se ve opacado o reducido por falta de espacio.

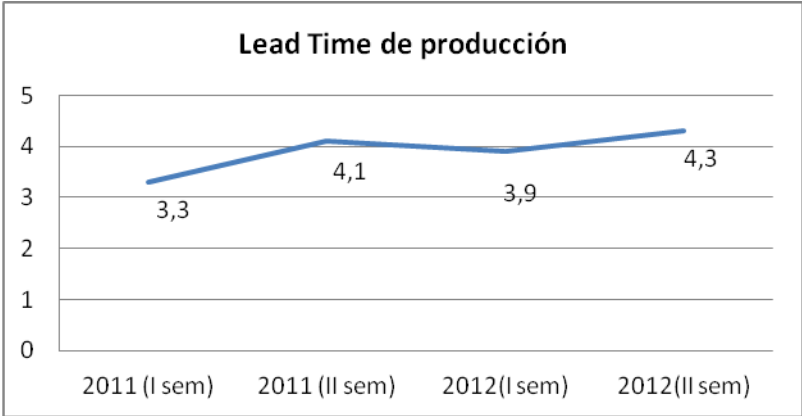
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La ordenación de las áreas de trabajo se ha desarrollado, desde hace muchos años. Las primeras distribuciones las desarrollaba el hombre que llevaba a cabo el trabajo o el arquitecto que proyectaba el edificio.

Con la llegada de la revolución industrial, se transformó el pensamiento referente que se tenía hacia ésta, buscando entonces los propietarios un objetivo económico al estudiar las transformaciones de sus fábricas. Con el advenimiento de la especialización del trabajo empezó a ser tan grande que el manejo de los materiales empezó también a recibir una mayor atención.

A pesar de contar con una distribución de planta buena, la empresa a través de informes e indicadores ha venido evaluando el proceso de producción los últimos 2 años (semestralmente), puesto que se hace necesario para corregir y mejorar los aspectos que hacen que la empresa no cumpla sus objetivos en su totalidad. Dentro de lo informes de indicadores de los sistemas de producción se reportan altos índices de demoras en la entrega del proceso de fabricación (Ver grafico 1), aumento de costos y condiciones de trabajo regulares.

Grafico 1. Demoras en la entrega del proceso de fabricación



Fuente. Lead Time de fabricación Baena Mora (2009 – 2012)

(Lead Time *de fabricación*: intervalo de tiempo que tardamos en producir una unidad o un lote de unidades),

2.2 EL PROBLEMA ACTUAL

La compañía Baena Mora a pesar de tener estos inconvenientes continúa en la consecución de una alternativa de solución para este problema, puesto que se han implementado anualmente algunas que han permitido mermar esta situación y otras que han acrecentado el problema.

En la actualidad esta problemática genera situaciones críticas y cuellos de botella dentro de la organización sin mirar más allá las áreas que funcionalmente están involucradas. Por este motivo se debe evaluar cada uno de los procesos que integran el sistema de producción y su distribución en planta de forma periódica que conlleven a una decisión óptima que permita el aumento de los niveles de competitividad de la empresa.

2.3 PROYECCIÓN DEL PROBLEMA

Las decisiones de distribución en planta pueden afectar significativamente la eficiencia con que los operarios desempeñan sus tareas, la velocidad a la que se pueden elaborar los productos, la dificultad de automatizar el sistema, y la capacidad de respuesta del sistema productivo ante los cambios en el diseño de los productos, en la gama de productos elaborada o en el volumen de la demanda. Es por ello que de no tenerse este aspecto en cuenta la empresa correría un alto riesgo puesto que disminuye la producción, aumenta los costos, clientes insatisfechos, desmejoramiento del funcionamiento de la empresa.

2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De que manera realizar una propuesta de rediseño de la planta física de Baena Mora, para mejorar la efectividad de los procesos productivos en la línea de calzado?

2.5 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

Para llevar a cabo la investigación hay que descomponer o desagregar la pregunta planteada en la formulación del problema en pequeñas preguntas o subpreguntas. Para ello debe tenerse en cuenta las variables que forman parte del mismo.

- ¿Qué indicador permitió llegar a concluir que realmente el diseño y la distribución en planta son el foco de la ineficiencia en la empresa?
- ¿Cuáles fueron las estrategias de la empresa al realizar esta distribución actual?
- ¿Qué ventajas observaron en la distribución actual que les permitió consolidar la idea en hechos?
- ¿Cómo se evalúa la mejora en los procesos de producción?
- ¿Baena Mora cuenta con la infraestructura necesaria para su capacidad de producción?

- ¿La compañía cuenta con el presupuesto necesario para hacer este rediseño de la planta?

3. JUSTIFICACIÓN

Una de las principales situaciones que se presentan a diario entre las empresas es la competencia y la constante lucha por ganar una mayor participación dentro del mercado, a su vez siempre se está pensando en las actividades que se pueden realizar para lograr una mayor efectividad en los diferentes procesos y verificar la forma en que estos se pueden modificar para darle un valor agregado al producto que es lo que finalmente siempre busca el cliente. Con esta investigación se propone la mejora de la planta física, lo que conlleva a un aumento de la producción de calzado, este aspecto puede beneficiar tanto a al cliente interno como al cliente externo de la compañía, ofreciendo una mayor participación dentro proceso productivo y el aprovisionamiento en otras ciudades.

Es de suma importancia para la empresa reducir los costos posibles ya que estos generan grandes pérdidas para la organización y así lograr una rentabilidad mayor que asegure la existencia de esta en el mercado. Una adecuada distribución de planta nos muestra muchos beneficios que conllevan a la disminución de costos ocultos ya sea por demoras, almacenamiento y transporte, además de elevar la productividad aprovechando de manera más eficiente los recursos, permitiendo lograr la viabilidad y trazabilidad a largo plazo de BAENA MORA. A partir de ello contribuir en la búsqueda de las metodologías adecuadas para una mejor administración de la planta y así como de la optimización de los recursos.

4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. OBJETIVO GENERAL

Propuesta para el rediseño de la planta física de la empresa Baena Mora en los procesos productivos de la línea de calzado

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar el proceso actual de producción en las líneas de calzado.
- Identificar puntos críticos del proceso productivo de calzado.
- Diagnosticar la situación del problema.
- Proponer alternativas de solución.
- Elaborar propuesta para el diseño de distribución de la planta.

5. DELIMITACIÓN

Con este proyecto se busca intervenir la estructura de la planta física para la línea de calzado y cinturones de BAENAMORA & CIA LTDA, ubicada en la Calle 17 n° 69-08 en la ciudad de Bogotá.

BAENAMORA con la redistribución en planta busca el mejoramiento en cada proceso, que el espacio sea el adecuado para el traslado de materia primas, insumos etc, el espacio para cada trabajador sea más cómodo, esto con el fin de evitar cuellos de botella los cuales hacen que la productividad disminuya.

Para BAENAMORA, los lugares de trabajo deben ser lo más confortables que permita que las tareas se realicen con más rapidez, calidad, para que esto contribuya al bienestar laboral para los empleados quienes a su vez incrementaran su productividad reflejando beneficios para la organización.

Por lo anterior se tendrán en cuenta aspectos como la seguridad y comodidad en los lugares de trabajo reglamentada en decretos, normas de seguridad, disposición para la ubicación de maquinaria.

La debida restructuración de la planta física de BAENAMORA, para el mejoramiento de la producción en la línea de calzado y cinturones dando a cada línea la restructuración adecuada, por medio de un diagrama de procesos y un diagnostico de estudios realizados.

6. MARCOS DE REFERENCIA

6.1 CUADRO SINÓPTICO DE LOS MARCOS DE REFERENCIA

Tabla 1 Cuadro Sinóptico del Marcos de Referencia

MARCO TEÓRICO	MARCO CONCEPTUAL	MARCO LEGAL O JURIDICO
<p>Para obtener una producción optima se requiere optimizar todos los elementos involucrados en la cadena productiva, materiales, energía, tiempo, insumos, personas espacio etc. En este caso particular nos ocuparemos de la optimización de los espacios de trabajo y producción para hacerlos lo más eficientes posible siempre teniendo en cuenta el bienestar de las personas, el medio ambiente y la rentabilidad del negocio, sin salirnos de marco legal que cubre el diseño de cualquier espacio de trabajo.</p>	<p>Es importante planear cuidadosamente el estudio de la distribución de planta, ya que si posteriormente se quiere llevar a cabo un cambio, esto genera un costo elevado y desfavorable.</p> <p>Se ampliarán los principales criterios para obtener una adecuada distribución en planta como lo son: los tipos de distribución en planta, los sistemas de distribución en planta, el procesamiento de pedidos, el control de inventarios, el transporte, el manejo de materiales, y el almacenamiento, estos recursos son determinantes Para obtener un mejor uso del espacio y hacer más eficiente el sistema de producción de calzado y cinturones.</p>	<p>Los lugares de trabajo o plantas de producción deben ser lo más confortables que permita el proceso productivo, lo que al final se refleja en un bienestar laboral para los empleados quienes a su vez incrementaran su productividad reflejando beneficios para la organización, para llevar a cabalidad esto tendremos en cuenta las disposiciones de seguridad y salud en los lugares de trabajo reglamentadas en decretos, resoluciones sobre norma de seguridad industrial, disposiciones para la ubicación de maquinaria, empleados, materiales.</p>

Fuente. AGUDELO Jenny, CARREÑO Laura.

6.2 MARCO TEÓRICO

Se han evidenciado metodologías o aproximaciones metodológicas de mayor trascendencia desarrolladas en el campo de la Ingeniería para la resolución del problema de la Distribución en Planta de sistemas industriales. Entre los principales resultados del estudio se encuentra la recopilación de 6 metodologías clásicas de distribución en planta. Pudo determinarse, además, que el método *Systematic Layout Planning*(SLP) creado por Muther, ha sido la metodología más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de este tipo a partir, fundamentalmente, de criterios cualitativos; y que los métodos que preceden al SLP son simples e incompletos y los desarrollados con posterioridad son en muchos casos variantes de éste, más o menos ampliadas.

Algunas de estas metodologías son las siguientes:

Método de Immer¹. Diversos autores coinciden en señalar a Immer como el primero en crear (en 1950) una metodología común para la resolución del problema de distribución en planta (Francis y White, 1974; Tompkins y White, 1984; Santamarina, 1995).

La técnica de Immer es simple en extremo, estableciendo tres etapas o pasos en el proceso de resolución del problema:

Etapas 1. Plantear correctamente el problema a resolver.

Etapas 2. Detallar las líneas de flujo.

¹ IMMERS Diversos autores coinciden en señalar a Immer como el primero en crear (en 1950) una metodología común para la resolución del problema de distribución en planta (Francis y White, 1974; Tompkins y White, 1984; Santamarina, 1995).

Etapa 3. Convertir las líneas de flujo en líneas de materiales.

El método atiende únicamente al principio de circulación o flujo de materiales, y es aplicable solamente a los problemas de reordenación o ajuste menor de una distribución ya existente.

Método de análisis de secuencia (*sequenceanalysis*) de Buffa.

El método desarrollado por Buffa (1955) puede considerarse un precursor del SLP, pudiendo establecerse con éste muchas similitudes. El procedimiento es el siguiente:

Etapa 1: estudio del proceso, recopilación de datos referente a actividades, piezas y recorridos de éstas. Organización de estos datos en forma de Hojas de Ruta y análisis de los requerimientos del sistema productivo.

Etapa 2: determinación de la secuencia de operaciones de cada pieza y Elaboración de una tabla con dicha información (“*Sequencesummary*”).²

Etapa 3: determinación de las cargas de transporte mensuales entre los diferentes departamentos que conforman el proceso. Esta información se recoge en una tabla denominada “Tabla de cargas de transporte” (“*Load summary*”).

Etapa 4: búsqueda de la posición relativa ideal de los diferentes centros de trabajo. Para ello se emplea el “Diagrama Esquemático Ideal”.

²CD de Monografías 2008 (c) 2008, Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”

Etapa 5: desarrollo del *Diagrama esquemático ideal* en un *Diagrama de bloques* en el que los diferentes departamentos ocupan sus áreas correspondientes y en el que se muestran las relaciones interdepartamentales.

Etapa 6: desarrollo del *layout* de detalle, en el que se especifican los sistemas de manutención, sistemas de almacenaje, sistemas auxiliares de producción y en definitiva, se establece la distribución que finalmente se implementará.

Como ha podido apreciarse el método de Buffa de manera similar al método de Immer utiliza para establecer la disposición de las actividades el flujo de materiales entre actividades como criterio único. Sin embargo, ya en 1952, Cameron había realizado las primeras referencias al uso de criterios cualitativos en el diseño de las distribuciones de las actividades, que sí consideraría posteriormente Muther en su SLP.

Metodología de Reed ³

En 1961, Reed propone que el diseño de las instalaciones se realice siguiendo un planteamiento sistemático en 10 pasos⁴:

- a) Estudiar el producto a fabricar.
- b) Determinar el proceso necesario para fabricar dicho producto y sus requerimientos.

³ propone que el diseño de las instalaciones se realice siguiendo un planteamiento sistemático en 10 pasos (Tompkins y White, 1984)

⁴ Tompkins, J.A. 1984. *Facilities planning*. Editorial John Wiley & Sons, Nueva York

- c) Preparar esquemas de planificación del *layout*: en los que se especifique información como las operaciones a realizar, los transportes y almacenajes necesarios, inspecciones requeridas, tiempos estándar de cada operación, selección y balance de maquinaria, requerimiento de mano de obra, etc.
- d) Determinación de las estaciones de trabajo.
- e) Determinar los requerimientos de áreas para almacenamiento.
- f) Determinación de la anchura mínima de los pasillos.
- g) Establecimiento de las necesidades de área para actividades de oficina.
- h) Consideración de instalaciones para personal y servicios.
- i) Planificar los servicios de la planta.
- j) 10. Prever posibles futuras expansiones.⁵

Metodología del enfoque de sistemas ideales (*ideal systems approach*) de Nadler.

La metodología propuesta por Nadler en 1965, se concibió en principio para el diseño de sistemas de trabajo, pero es aplicable, además, al diseño de la distribución en planta de instalaciones. Esta es una aproximación jerárquica al diseño; es más una filosofía de trabajo que un procedimiento.

Dicha aproximación se realiza partiendo del sistema ideal teórico que resuelve el problema planteado, para ir descendiendo en el grado de idealidad/idoneidad hasta alcanzar una solución factible al problema.

⁵ Cameron D.C. 1952. "*Travel charts*", *Modern material handling magazine*, pp: 37-40.

El *Sistema teórico ideal* es un sistema perfecto de costo cero, calidad absoluta, sin riesgos, sin producción de desechos y absolutamente eficiente. El *Sistema ideal último* representa una solución que la tecnología no permite implementar en el momento actual, pero que previsiblemente lo será en el futuro. El *Sistema ideal tecnológicamente viable* representa una solución para la que la tecnología actual puede dar respuesta, pero cuya implementación en la actualidad no es recomendable debido a algún motivo, por ejemplo, a su elevado coste. El *Sistema recomendado o recomendable*, es una solución válida al problema con una aceptable eficiencia y costo, y cuya implementación es posible sin problemas. El *sistema real* o presente, es la implementación efectiva o existente de la solución.

Los sistemas convencionales de diseño realizan una aproximación contraria al problema. Comienzan con la solución existente y buscan mejoras a dicha solución. El método de Nadler parte de una solución ideal no factible, para aproximarse hacia la zona de factibilidad del espacio de soluciones del problema. ⁶

Metodología de Apple

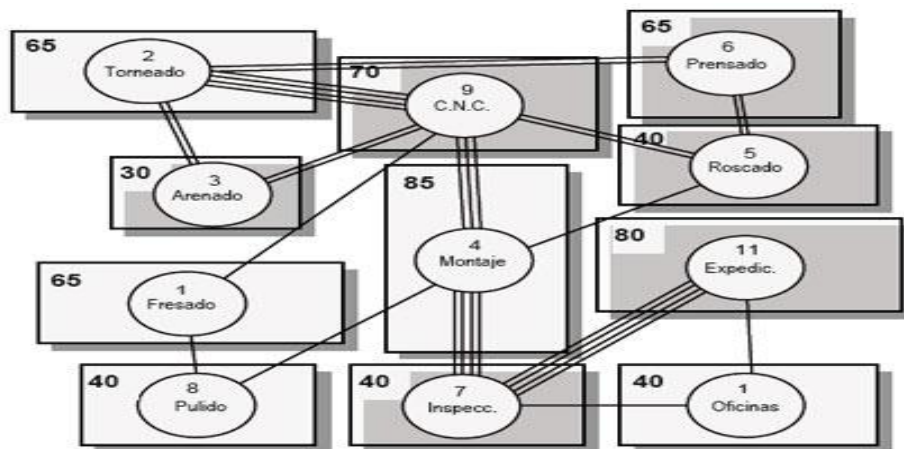
Apple establece una secuencia muy detallada de pasos a realizar en el diseño del *layout* de la planta industrial. Esta propuesta es más específica y concreta que las anteriores, concretándose en los siguientes puntos:

- a) Obtener los datos básicos del problema.
- b) Analizar dichos datos.
- c) Diseñar el proceso productivo
- d) Proyectar los patrones de flujo de materiales
- e) Determinar el plan general de manejo de materiales.

⁶ Universidad de matanzas “camilo cienfuegos”.

- f) Calcular los requerimientos de equipamiento
- g) Planificar los puestos de trabajo de manera individualizada
- h) Seleccionar equipos de mantenimiento específicos
- i) Establecer grupos de operaciones relacionadas
- j) Diseñar las relaciones entre actividades
- k) Determinar los requerimientos de almacenamiento
- l) Planificar los servicios y actividades auxiliares
- m) Determinar los requerimientos de espacio
- n) Localizar las actividades en el espacio total disponible
- o) Escoger el tipo de edificio
- p) Construir una distribución en planta maestra
- q) Evaluar y ajustar la distribución en planta
- r) Obtener las aprobaciones necesarias
- s) Instalar la distribución obtenida

Grafico 2. Diagrama relacional de espacios con indicación del área requerida por cada actividad.



Fuente. Muther, R. Distribución en planta

Metodología de la Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (*SystematicLayoutPlanning*) de Muther.

Esta metodología conocida como SLP por sus siglas en inglés, ha sido la más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza. Fue desarrollada por Richard Muther en 1961⁷ como un procedimiento sistemático multicriterio, igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes. El método (resumido en la Figura 2) reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que, como el propio Muther describe, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos⁸.

Como puede apreciarse en el gráfico 3, el diagrama brinda una visión general del SLP, aunque no refleja una característica importante del método: su carácter jerárquico, lo que indica que este debe aplicarse en fases jerarquizadas en cada una de las cuales el nivel de detalle es mayor que en la anterior.

Fases de desarrollo

Las cuatro fases o niveles de la distribución en planta, que además pueden superponerse uno con el otro, son según Muther:

⁷ Distribución en planta. Segunda Edición. Editorial Hispano-Europea. Barcelona (España).

⁸ Planificación y proyección de la empresa industrial (Método SLP). Editorial Técnicos Asociados S.A., Barcelona (España).

Fase I: localización. Aquí debe decidirse la ubicación de la planta a distribuir. Al tratarse de una planta completamente nueva se buscará una posición geográfica competitiva basada en la satisfacción de ciertos factores relevantes para la misma. En caso de una redistribución el objetivo será determinar si la planta se mantendrá en el emplazamiento actual o si se trasladará hacia un edificio recién adquirido, o hacia un área similar potencialmente disponible.

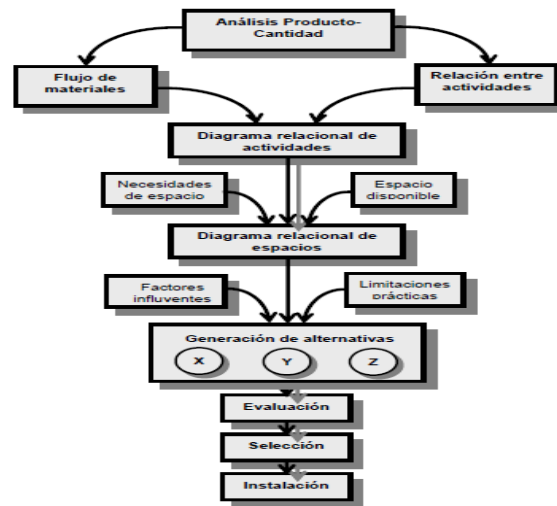
Fase II: distribución General del Conjunto. Aquí se establece el patrón de flujo para el área que va a ser distribuida y se indica también el tamaño, la relación, y la configuración de cada actividad principal, departamento o área, sin preocuparse todavía de la distribución en detalle. El resultado de esta fase es un bosquejo o diagrama a escala de la futura planta.

Fase III: plan de Distribución Detallada. Es la preparación en detalle del plan de distribución e incluye la planificación de donde van a ser colocados los puestos de trabajo, así como la maquinaria o los equipos.

Fase IV: instalación. Esta última fase implica los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van colocando los equipos y máquinas, para lograr la distribución en detalle que fue planeada.

Estas fases se producen en secuencia, y según el autor del método para obtener los mejores resultados deben solaparse unas con otras.

Grafico 3. Esquema del Systematic Layout Planning



Fuente. En aproximación a Muther (1968⁹).

LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.¹⁰

Es aquella donde esta ordenado todos las aéreas específicas de un planta ya sea industrial o de otro giro por lo que es importante reconocer que la distribución de planta orienta al ahorro de recursos, esfuerzos y otras demandas ya que esta tiene distribuido todas sus aéreas, este orden incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller.

⁹ Muther, R. 1968. Planificación y proyección de la empresa industrial (Método SLP). Editorial Técnicos Asociados S.A., Barcelona (España).

¹⁰<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos>

PRINCIPIOS BÁSICOS

Una buena distribución en planta debe cumplir con seis principios los que se listan a continuación:

Principio de la Integración de conjunto: la mejor distribución es la que integra las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas las partes.

Principio de la mínima distancia recorrida a igual de condiciones: es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea más corta.

Principio de la circulación o flujo de materiales: en igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución o proceso que este en el mismo orden a secuencia en que se transforma, tratan o montan los materiales.

Principio de espacio cúbico: la economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal.

Principio de la satisfacción y de la seguridad: a igual de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.

Principio de la flexibilidad: a igual de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

TIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Distribución por posición fija. Se trata de una distribución en la que el material o el componente permanecen en lugar fijo. Todas las herramientas, maquinaria, hombres y otras piezas del material concurren a ella.

Ejemplo: construcción de un puente, un edificio, un barco de alto tonelaje.

Ventajas:

Se logra una mejor utilización de la maquinaria

Se adapta a gran variedad de productos

Se adapta fácilmente a una demanda intermitente

Presenta un mejor incentivo al trabajador

Se mantiene más fácil la continuidad en la producción

Distribución por proceso o por Fusión: En ella todas las operaciones del mismo proceso están agrupadas.

Ejemplo: hospitales: pediatría, maternidad, cuidados intensivos.

Ventajas:

Reduce el manejo del material.

Disminuye la cantidad del material en proceso

Se da un uso más efectivo de la mano de obra

Existe mayor facilidad de control

Reduce la congestión y el área de suelo ocupado

Distribución por producción en cadena, en línea o por producto: En esta, producto o tipo de producto se realiza en un área, pero al contrario de la distribución fija. El material está en movimiento.

Ejemplo: manufactura de pequeños aparatos eléctricos: tostadoras, planchas, batidoras y Automóviles.

Ventajas:

Reduce el manejo de la pieza mayor

Permite operarios altamente capacitados

Permite cambios frecuentes en el producto

Se adapta a una gran variedad de productos

Es más flexible

Distribución por grupo o por células de fabricación: la distribución por células de fabricación consiste en la agrupación de las distintas máquinas dentro de diferentes centros de trabajo, denominadas celdas o células, donde se realizan operaciones sobre múltiples productos con formas y procesos similares.

SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Movimiento de material: probablemente el elemento más comúnmente movido. El material se mueve de un lugar de trabajo a otro, de una operación a la siguiente.

Ejemplo: planta de embotellado, refinería de petróleo, fábrica de automóviles, etc.

Movimiento del hombre: los operarios se mueven de un lugar de trabajo al siguiente, llevando a cabo las operaciones necesarias sobre cada pieza de material. Esto raramente ocurre sin que los hombres lleven consigo maquinaria (al menos sus herramientas).

Ejemplo: estibado de material en almacén, mezcla de material en hornos de tratamientos o en cubas.

Movimiento de maquinaria: el trabajador mueve diversas herramientas o máquinas dentro de un área de trabajo para actuar sobre una pieza grande.

Ejemplo: máquina de soldar portátil. Forja portátil, etc.

Movimiento de material y de hombres: el hombre se mueve con el material llevando a cabo una cierta operación en cada máquina o lugar de trabajo.

Ejemplo: instalación de piezas especiales en una cadena de producción.

Movimiento de material y de maquinaria: los materiales y la maquinaria o herramientas van hacia los hombres que llevan a cabo la operación. Raramente práctico, excepto en lugares de trabajo individuales.

Ejemplo: herramientas y equipo moviéndose a través de una serie de operaciones de mecanización.

Movimiento de hombres y de maquinaria: los trabajadores se mueven con la herramienta y el equipo generalmente alrededor de una gran pieza fija.

Ejemplo: pavimentación de una autopista.

Movimiento de materiales, hombres y maquinaria: generalmente es demasiado caro e innecesario el mover los tres elementos.

Ejemplo: ciertos tipos de trabajo de montaje, en los que las herramientas y materiales son de pequeño tamaño.¹¹

¹¹<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos>.

EL PROCESAMIENTO DE PEDIDOS

Es la parte que se encarga de llevar la información del consumidor a la planta de producción con el fin de realizar productos y servicios de acuerdo a las necesidades del comprador.

EL CONTROL DE INVENTARIOS

Es la parte que controla el movimiento (entrada y salida) de insumos o productos para mantener un registro en los flujos de producción o ventas.

EL TRANSPORTE

Es la parte que se encarga de movilizar los insumos o productos con fines de producción (insumo), venta (distribución) o entrega final.

EL MANEJO DE MATERIALES

Es la parte que se encarga de dar un tratamiento específico a los insumos productivos.

EL ALMACENAMIENTO

Es la arte que se encarga de guardar los insumos o productos para su conservación con el fin de vender o aprovechar en el futuro.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CALZADO.¹²

a) Se tiene en el almacenamiento los materiales principales que son el cuero la carnaza o la lona.

Corte

b) Se procede al proceso de corte el cual se puede hacer de tres formas dependiendo del material o cantidad de piezas

Manual: para el corte de pieles y forros

Troqueladora: para el corte de pieles

Teseo: para el corte de pieles

Guarnición

Pre-guarnición:

Se realiza el desbaste indicado para cada pieza

Se cuentan y verifican todas las piezas.

Quemado de hebras con el mechero

Se toman las piezas y se les aplica tinta cerufa

c) Pictograma: se toma la plantilla se ubica el transfer o estampado, se pega a la plantilla y se quita el papel sobrante.

d) Guarnición: armado del corte.

¹² Proceso productivo de la empresa Baena Mora & Cía. Ltda.

- e) Tejido o forros: se toma la pieza se le aplica el pegante se unen los laterales, luego se cose el forro del talón en maquina plana.

Montaje

- f) Pre-montaje: punteras y contra fuertes; se acordona la capellada (capellada, es decir la parte superior del zapato) se toma primero la puntera y luego el contrafuerte, se ubican en la máquina de preformado de alta temperatura para darles la horma y luego en la máquina de preformado de baja temperatura,
- g) Emplantillado: se toma la horma y plantilla, se ubican en la máquina para plantillar se le aplica pegante amarillo se deja sobre banda transportadora.
- h) Montado de puntas: se toma la capellada y se ubica en vaporizador de punteras se saca la capellada y se ubica en hormas zapea la capellada y se ubica en maquina montadora de puntas, se deja sobre banda transportadora, se toma la capellada y se deja en la maquina vaporizadora.
- i) Cuños o preformado de talones: se toma la capellada y se introduce sobre el horno humedecedor, se realiza el montaje de cuñas y se lleva a la banda transportadora.
- j) Cardado: se destronca la silueta de la suela en maquina y se deja en banda transportadora.
- k) Pegado de suelas: se aplica el pegante sobre la silueta de la suela, se toma la suela y la capellada, se ponen en maquina reactivadora y los une, se deja sobre maquina pegadora de suela en vacio, se saca de esta máquina y se deja sobre maquina enfriadora para generar el choque térmico.

l) Finizaje: se ponen los cordones, se limpia y se retiran residuos, se revisa la plantilla confort, se colocan las etiquetas y finalmente se empacan en las cajas para su distribución final.

m) Distribución

Área de trabajo de programa FLAPI

Se desarrolla el proceso de distribución de planta para una empresa perteneciente al sector textil; la base para su elaboración se encuentra en un proyecto realizado en esta organización en el año 2002, en el que se realizó el diseño de una planta completamente nueva, que haría posible el traslado y unificación de las instalaciones ya existentes.

Se define la base científica del trabajo, se plantea la problemática encontrada y se justifica la realización del estudio como alternativa de solución. Proporciona el marco teórico y conceptual necesario para la comprensión de tema de distribución de planta, partiendo desde los conceptos básicos hasta la definición de un planteamiento sistémico como método científico que aporta cuatro fases al proceso de diseño de distribución.

El tercer capítulo se concentra en el diseño de la distribución, en el que se estudia con detenimiento la segunda fase del diseño, cuyo objetivo final es la elaboración del diagrama general de conjunto, base de la futura distribución. Finalmente, el cuarto capítulo cierra con la presentación de los planos detallados de la empresa y el plan final de distribución.

De igual forma se evidencia otro caso de Distribución de planta para una oficina bancaria por medio de algoritmos genéticos.

El problema de configuración de planta se encuentra presente en diversos ámbitos productivos de los sectores de manufactura y servicios. Su importancia radica en la mejora directa sobre la actividad productiva; así, una solución adecuada para este problema puede representar mejoras en el rendimiento productivo y ahorros en términos monetarios para la entidad que la aplique.

6.3 MARCO CONCEPTUAL

La Distribución en Planta implica la ordenación de espacios necesarios para movimiento de material, almacenamiento, equipos o líneas de producción, equipos industriales, administración, servicios para el personal, etc¹³.

La Distribución de Planta es un concepto relacionado con la disposición de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de una instalación productiva propuesta o ya existente. La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo¹⁴.

La Distribución en Planta se ha constituido en uno de los pilares de la industria, puesto que determina la eficiencia de la empresa; en algunos casos ha logrado la supervivencia de la empresa puesto que contribuye a la reducción de los costos de fabricación.

¹³ Distribución en planta. Disponible en:
http://74.125.47.132/search?q=cache:hW2MehOnlxIJ:www.uclm.es/area/ing_rural/AsignaturaProyectos/Te+ma5.pdf+distribucion+en+planta&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co.

¹⁴ Distribución en planta. Disponible en:
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4100002/lecciones/taxonomia/layout.htm>.

La Distribución en Planta está basada en unos Principios, los cuales pretenden obtener beneficios plenos para las partes que se ven afectadas, ya sean accionistas o empleados; y lograr un tratamiento adecuado de los materiales y equipos. Estos principios son los siguientes:

1. Principio de la satisfacción y de la seguridad.
2. A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.
3. Principio de la integración de conjunto.
4. La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.
5. Principio de la mínima distancia recorrida.
6. A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la menor posible
7. Principio de la circulación o flujo de materiales.
8. En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transformen, tratan o montan los materiales.
9. Principio del espacio cúbico. La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en horizontal como en vertical.
10. Principio de la flexibilidad.

A igualdad de condiciones será siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

6.4 EL MARCO LEGAL O JURÍDICO

Los lugares de trabajo o plantas de producción deben ser lo más confortables que permita el proceso productivo, lo que al final se refleja en un bienestar laboral para los empleados quienes a su vez incrementaran su productividad reflejando beneficios para la organización, para llevar a cabalidad esto tenderemos en cuenta las disposiciones de seguridad y salud en los lugares de trabajo reglamentadas en decretos, normas de seguridad industrial, disposiciones para la ubicación de maquinaria, empleados, materiales.

Resolución 2400 de 1979

Conocida como Estatuto General de Seguridad, establece algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo, en la que se enmarcan: campo de aplicación, obligaciones de los patronos, obligaciones de los trabajadores, inmuebles destinados a los establecimientos de trabajo (edificios y locales, servicios de higiene, higiene en los lugares de trabajo orden y limpieza, evacuación de residuos o desechos, campamentos de los trabajadores), y las normas generales sobre riesgos físicos, químicos y biológicos en los establecimientos de trabajo.

Ley 9ª de 1979

Es la ley marco de la salud ocupacional en Colombia. Norma para preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en sus ocupaciones.

Resolución 13824 de octubre de 1989

Medidas de protección de salud.

6.5 ESTADO DEL ARTE

Baenamora & Cia Ltda., está en el proceso de reestructuración de la planta física para el mejoramiento y modernización de procesos productivos, la planta está dividida en tres partes:

En el primer esta el área de Corte y Montaje y Cinturones.

En el primer piso se encuentra el área de guarnición y tejido,

En la actualidad se presentan problemas de espacios adecuados para el aérea de calzado, lo que afecta la productividad, en procesos como el abastecimiento de materias primas para cada aérea, la movilidad del personal entre otras, y el represamiento de materias primas en el almacén.

6.5.1 DISEÑO DE UN NUEVO ALMACÉN: CASO PRÁCTICO DE UNA FÁBRICA DE BOBINAS DE PAPEL¹⁵

La necesidad del almacenamiento de productos surge de la irregularidad de la curva de demanda y de las pautas estacionales que suponen la posibilidad de no poder distribuir la producción.

El caso del artículo presentado es el de una fábrica de bobinas de papel que produce durante veinticuatro horas al día y no posee espacio suficiente para almacenar durante períodos vacacionales de sus clientes, preveyendo que estos períodos pueden tener un máximo de cuatro días y junto con un stock de seguridad de una semana, la principal especificación del almacén será poseer capacidad para almacenar durante quince días la producción en lugar de los

¹⁵ Aguerri Gonzalez, Rubio Iván, Saenz María J., Tapia David, Vela Santiago, Velasco Carlos, VILLANUEVA Pablo. Área de Ingeniería de Proyectos, Centro Politécnico Superior de Zaragoza:
[//www.unizar.es/aeipro/finder/ingenieria%20de%20productos/bb10.htm](http://www.unizar.es/aeipro/finder/ingenieria%20de%20productos/bb10.htm)

cuatro días que actualmente posee. De esta forma evitará traslados de carga innecesarios a otras instalaciones, con las consiguientes pérdidas que esto conlleva.

El estudio del diseño del nuevo almacén presenta inicialmente la situación actual de la empresa, con la consiguiente recopilación de información y estudio de los parámetros óptimos. Se analizan los actuales sistemas de manipulación así como se estudia una posible mejora de los mismos; el acceso de los camiones a los muelles de carga y la configuración de estos últimos atendiendo a las especificaciones dadas, que serán también parte esencial de la configuración del lay-out del nuevo almacén. Y todo ello unido a las exigencias en cuanto a normas de seguridad y prevención contra incendios vigentes, que el almacenaje de este tipo de carga, considerada de riesgo muy alto, lleva consigo.

Las industrias papeleras dedicadas a la fabricación de cajas de cartón proporcionan los envases de infinidad de productos. En este sector industrial se incluyen las plantas de cartón ondulado, los centros de procesado de papel recuperado y las fábricas de papel, conformando un ciclo integrado sin apenas impacto sobre el medio ambiente.

La materia prima utilizada en las fábricas de papel es en algunos casos papel recuperado y en otra madera, obteniendo como producto final rollos de papel denominados bobinas.

La necesidad del almacenamiento de productos es una consecuencia del siempre perseguido intento de conjugar la producción y la demanda, así como el aprovisionamiento de los mismos.

La problemática surge durante periodos vacacionales de determinados clientes en los que no se les puede suministrar producto. Ante esta circunstancia la empresa

opta por no dejar de producir, almacenando el producto elaborado debido a los altos costes de una parada de producción.

Además ante la posibilidad de la falta de suministro a los clientes, la solución adoptada es la de almacenar una cierta cantidad de estos productos para que así los clientes no se encuentren desabastecidos en ningún momento. El nuevo almacén debe tener espacio suficiente para almacenar durante períodos festivos de hasta cuatro días de sus clientes, manteniendo un stock de seguridad de una semana, y de tal forma que para aumentar la flexibilidad de sus instalaciones se alberguen hasta quince días de producción.

6.5.2 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA EN EDIFICIOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES DEDICADOS AL ALMACENAJE¹⁶

Esta comunicación critica y analiza la distribución en planta en los edificios industriales y comerciales dedicados a operaciones de almacenaje atendiendo a diversos parámetros. Como objetivo de las funciones de almacenaje se establece el minimizar el espacio en volumen, así como minimizar las operaciones de manutención y su coste que permita lograr un nivel óptimo de servicio. Las mercancías que acceden o salen de un edificio industrial o comercial lo hacen a través de muelles. Estos pueden ser tanto para la recepción de las mercancías, para su salida o combinación de ambas. Conviene tener presente que un mal diseño de los muelles incide negativamente en el proceso desarrollado en el edificio industrial. La recepción y embarque de mercancías de un edificio industrial o comercial se realiza a través de muelles de carga. Estos pueden ser tanto para la recepción de las mercancías como para embarque. Conviene tener presente

¹⁶<http://www.unizar.es/aeipro/finder/INGENIERIA%20DE%20PRODUCTOS/BB10.htm>.

que un mal diseño de los muelles incide negativamente en el proceso desarrollado en el edificio industrial o comercial.

En los almacenes se llevan a cabo operaciones sobre los productos: carga y descarga, paletización, etiquetaje, preparación de pedidos (picking), consolidación o división de envíos, Pero en numerosas ocasiones se puede seguir el principio básico de "no recibir", cambiando la perspectiva de un sistema de almacenaje estático a uno dinámico. De esta forma se consigue una reducción en los costos y un acortamiento en la distancia recorrida por las mercancías.

En el almacén se llevan a cabo diferentes manipulaciones de los productos: carga y descarga, paletización, etiquetaje, preparación de pedidos (picking), consolidación o división de envíos, El picking consiste en la preparación de un determinado pedido para un cliente. Suele implicar ir cogiendo determinadas cantidades de productos diferentes para completar el lote demandado. La consolidación o unión de diferentes envíos se lleva cabo para aprovechar las ventajas en costes que se pueden obtener por realizar un único envío de gran volumen en lugar de muchos pequeños.

Uno de los principios básicos en la carga y descarga de mercancías en el edificio industrial y comercial es: NO RECIBIR. A veces, la mejor recepción es la "no" recepción. El concepto crossdocking, en inglés "entra y sale", cambia la perspectiva de los sistemas de almacenaje estático al almacenaje dinámico. En este caso no se trata de un almacenaje propiamente dicho, ya que la mercancía recibida es enviada en el mismo momento, sin permanecer en el almacén.

El crossdocking es un concepto importante por cuanto su aplicación puede reducir los costos de almacenaje y acortar la trayectoria del producto entre el fabricante, el almacén y el cliente. Es un concepto que puede aplicarse a cualquier compañía que reciba o despache mercancías. Se fundamenta en el principio de que el nivel idóneo de almacenaje es el mínimo que sea viable. El exceso de existencias

absorbe capital innecesariamente, supone mayores costos de almacenaje, aumenta los riesgos de daños y de obsolescencia y, ante todo, puede ocultar oportunidades de realizar mejoras operativas.

El ordenamiento y organización de las áreas de trabajo se ha desarrollado, desde el siglo XX. Las primeras distribuciones las desarrollaba el hombre que llevaba a cabo el trabajo, o el arquitecto que proyectaba el edificio.

Con la llegada de la revolución industrial, se transformó el pensamiento referente que se tenía hacia ésta buscando entonces los propietarios un objetivo económico al estudiar las transformaciones de sus fábricas.

A partir de las metodologías de distribución en planta, se han presentado problemáticas en diferentes empresas, las cuales han sido tratadas con estas o similares, quienes para mejorar su sistema productivo realizaron una redistribución en planta.

Diagrama Relacional de Recorridos y Actividades inicial

El objeto de este proyecto fue diseñar la distribución en planta de la nueva nave del Taller de Cuadros Eléctricos de Instalaciones Inabensa S.A. (Sevilla, España).

Se pretendió lograr una estructura productiva más eficiente y competitiva mediante la racionalización y optimización de los procesos productivos; para ello, se propuso una distribución en planta capaz de minimizar las distancias recorridas por los materiales y operarios, así como mejorar la utilización del espacio disponible.

Sitúa el Taller dentro del organigrama de Abengoa y describe someramente el procedimiento general del proceso productivo desde que el cliente se contacta por

primera vez con la oficina técnica hasta que se realiza la expedición de los equipos acabados.

Se describen las instalaciones existentes y los procesos de fabricación y montaje que se realizan en el taller. También recoge las distancias recorridas por los materiales.

Se analiza los procesos descritos empleando el método SLP (*SystematicLayoutPlanning*) para definir las relaciones entre actividades de manera global. Con esto, se obtienen varias alternativas para la distribución en planta de la nueva localización prevista, de las cuales resulta la distribución final.

Se describen las Nuevas Instalaciones y recoge las distancias recorridas por los materiales en los procesos de fabricación y montaje en el nuevo taller.

7. METODOLOGIA O DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACION

El enfoque de esta investigación es cualitativo debido a que su origen es la observación y a partir de ello, busca un concepto que pueda abarcar una parte de la realidad. No se trata de probar o de medir en qué grado una cierta cualidad se encuentra en un cierto acontecimiento dado, sino de descubrir tantas cualidades como sea posible.

7.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se desarrollará una investigación de carácter exploratorio orientada a la detección de los aspectos fundamentales del proceso, los cuales evidencian oportunidad de mejora. Analítica ya que el enfoque de la investigación se orienta al análisis de la información recolectada. Y proyectiva considerando que el aspecto fundamental de esta investigación es consolidar hipótesis que permitan generar planes de acción eficientes.

7.3. INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS A UTILIZAR

Técnicas de Recolección de Datos. En la recopilación de toda la información necesaria para poder realizar el análisis y diseño, se utilizarán las siguientes técnicas:

Diagrama de Recorrido. Es donde se muestra la posición de áreas, equipos y puestos de trabajo, para establecer el flujo o recorrido de cada producto. Este diagrama permite determinar la congestión en el tránsito de materiales la representación gráfica de una zona de trabajo, elaborada a escala; o personas y las distancias lejanas de un puesto de trabajo a otro.

Análisis de Factores. El objetivo es definir claramente la información relevante para cada uno de los siguientes factores: Material, Maquinaria, Hombre, Desplazamiento, Espera, Servicio, Edificio y Cambio.

Diagrama de Análisis de Procesos (DAP). Es un diagrama que muestra la secuencia de operaciones de un producto señalando las inspecciones, transportes, demoras y almacenaje; así como los puntos dónde se introducen y retira material durante el proceso. Comprende además información que se necesita para el análisis: tiempo requerido por actividad y distancia recorrida.

Diagramas de Flujo o Flujo grama. Es un diagrama que representa un proceso administrativo y permite describir sistemas de forma clara, lógica y breve facilitando la visualización del movimiento de flujo desde su origen.

Planeamiento sistémico de la distribución. Es una forma racional y organizada para realizar la planeación de una distribución y está constituida por cuatro fases o niveles que a la vez constan de una serie de procedimientos o pasos, para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la mencionada planeación.

Fases de Desarrollo de la Distribución en Planta. Las cuatro fases o niveles de la distribución en planta, son:

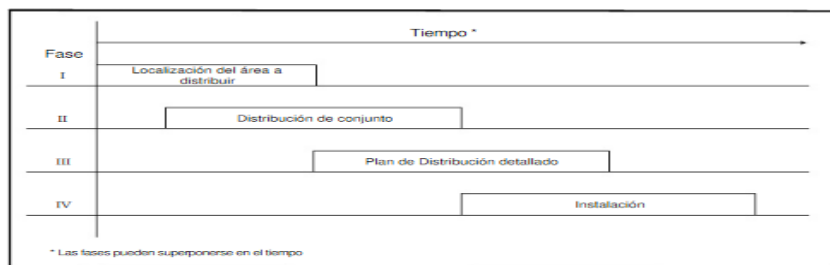
Fase I Localización. Es donde se decide donde va a estar el área que va a ser organizada, esta fase no necesariamente se incluye en los proyectos de distribución.

Fase II Distribución General de Conjunto (DGC). Es donde se planea la organización completa a modo general. Aquí se establece el patrón de flujo para el área que va a ser organizada y se indica también el tamaño y la interrelación de áreas, sin preocuparse todavía de la distribución en detalle. El resultado de esta fase es un bosquejo o diagrama a escala de la futura planta.

Fase III: plan Detallado de Distribución (PDD). Es la preparación en detalle del plan de organización e incluye planear donde van a ser localizados los puestos de trabajo, así como cada pieza de maquinaria o equipo.

Fase IV: instalación de la Distribución. Esta última fase implica los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van colocando los equipos y máquinas, para lograr la distribución en detalle que fue planeada.

Grafico 4. Fases de la Distribución en planta



Fuente. Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Fases de la distribución en planta. Los proyectos de distribución no siempre empiezan desde la primera fase, la mayoría de proyectos como el presente, abarcan las fases II y III, centradas básicamente en el diseño de la distribución.

Proceso de Diseño de la Distribución en Planta. La metodología y pasos a seguir, toman como base el método del Planeamiento Sistemático de la Distribución adaptado al contexto de la empresa y a las facilidades para la realización del trabajo, los pasos en el proceso son los siguientes:

Tabla 2. Pasos en el proceso de distribución

Fase II	Paso 1 : Obtención de Datos Básicos
	Paso 2: Análisis de Factores
	Paso 3: Análisis de Flujos y Áreas
	Paso 4: Desarrollo del Diagrama General de Conjunto
Fase III	Paso 5 : Diseño de las Áreas de la Empresa
	Paso 6: Presentación del Diseño Final de la Distribución

Fuente. Universidad Nacional Mayor de San Marcos

7.4 FASES O ETAPAS DEL PROYECTO

Paso 1. Obtención de Datos Básicos: contempla la identificación de información requerida, el análisis de los distintos diagramas del proceso y los datos proyectados hacia futuro.

Paso 2. Análisis de Factores: constituye el levantamiento de información de acuerdo a cada uno de los factores que afectan a la distribución, siendo uno de los pasos primordiales para que el diseño de la distribución tenga éxito.

Paso 3. Análisis de Flujos y Áreas: a establecer los factores de proximidad, que indiquen que áreas deben de estar localizadas, cerca unas de otras, y construir el Gráfico de Trayectorias (TRA), que refleja cualitativamente los factores de proximidad de áreas. Así como la elaboración del diagrama relacional de Actividades (DRA), a partir del TRA y que permite un panorama visual más claro del análisis de flujo interrelación de actividades.

Paso 4. Desarrollo del Diagrama General de Conjunto: establecer los Requisitos de Espacio. A través de la estimación de la demanda, de la tasa de producción del proceso o de la estimación de la cantidad de equipo y personal. Elaborar el Diagrama General de Conjunto (DGC), o plano de bloques en el cual se bosquejan las áreas, con sus respectivas proporciones de espacios y los factores de proximidad previamente establecidos. En este diagrama se deja de lado el detalle de la distribución para poner énfasis en la ubicación de las distintas áreas de la empresa.

Paso 5. Diseño de las Áreas de la Empresa: consiste en la disposición física detallada de todos los elementos década área de manera que encajen en el diagrama general de conjunto que se ha elaborado.

Paso 6. Presentación del Diseño Final de la Distribución: consiste en preparar los planos finales de la distribución para proceder posteriormente a la instalación.

Los estudios de distribución en planta, básicamente buscan los mismos objetivos, siguiendo el camino científico para enfocar los problemas de la distribución. Esto implica trabajar con hechos reales y no basarse en la experiencia o suposiciones de trabajos anteriores. Los especialistas han llegado a sistematizar los proyectos

de distribución en planta desarrollando un método general, llamado Planeamiento Sistémico de la Distribución¹⁷ que divide el proyecto en cuatro fases.

El camino científico a seguir para este método implica los siguientes pasos en la realización de cada fase, en los estudios o proyectos de distribución en planta:

Establecer el problema. Debe definirse claramente desde el principio la naturaleza y extensión de la labor a realizar, así como establecer el plan y programa de trabajo para cada una de las cuatro fases de la distribución.

Obtención de datos reales. Se deben reunir datos sobre el material y los productos terminados, la maquinaria y el equipo, el personal y demás factores que intervienen, y estar convencidos de que son datos reales, reunidos por medidas actuales y cifras aprobadas, y no por ideas de otras personas, ni tampoco registros o datos inexactos o atrasados.

Replantear el problema. Volver a establecer o aclarar el problema a la luz de los datos reales. Esta aclaración del problema indicará que nuevos hechos deben ser tomados en consideración.

Seguir adelante con la distribución, tal como inicialmente fue planeada, puede significar hacer un trabajo que deberá ser reajustado a corto plazo. Por tanto, debe lograrse que en ese momento, quede aclarada cualquier nueva decisión.

Analizar y decidir la mejor solución. El análisis de los datos reales en paralelo con los objetivos de una buena distribución es el principal problema del trabajo de distribución en planta. Se deben relacionar y organizar los hechos, comparar las disposiciones alternativas y ensayar y comprobar los planes; de forma que nos conduzcan a la respuesta adecuada o bien nos ayuden a valorar los datos para

¹⁷Ver capítulo 9.4 Planeamiento Sistémico de la Distribución.

que podamos llegar a una conclusión. El análisis termina con la decisión en cuanto a la mejor solución del problema.

Actuar. Ejecutar las acciones para la aprobación e iniciación de las siguientes fases, en el momento que se ha decidido la solución para la fase del proyecto de distribución que se está analizando. Así se asegura que el trabajo a realizar en la fase siguiente lleve en si un plan ya aprobado, que ahorre tiempo en el proyecto y que mantenga informadas a otras personas sobre el proyecto.

8. RESULTADOS OBTENIDOS

Dentro de los resultados obtenidos en esta investigación se encontró el proceso actual de la producción de calzado de la empresa Baena Mora & cía Ltda. (Ver grafico 5).

8.1 PRESENTACIÓN DE LOS PROCESOS ACTUALES DE CALZADO

El proceso para la fabricación de calzado es el siguiente:

Corte: de materia prima (cuero, forró)

Guarnición: armado de la capellada (Parte superior de calzado).

Tejido: adorno tejido en la capellada.

Montaje: unión de la capellada con la suela y control de calidad.

8.2 PUNTOS CRITICOS DE LOS DIFERENTES PROCESOS DE CALZADO.

En el grafico 5, se puede mostrar el proceso actual en la línea de producción del calzado en donde cada subproceso se ilustra y así mismo se dan a conocer los puntos críticos que se generan.

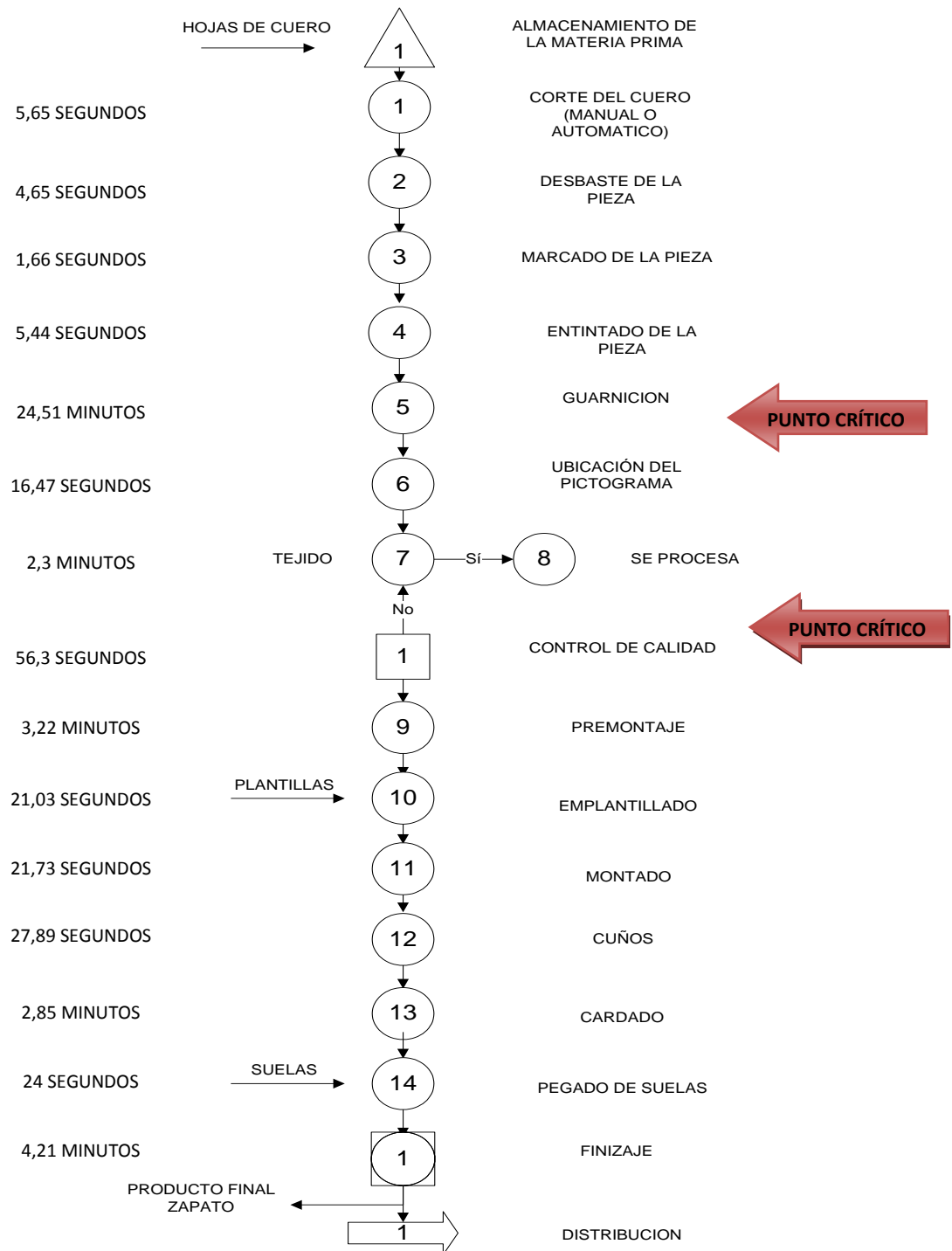
El primer punto critico que se observa lo hallamos entre los subprocesos 4 “entintado de la pieza” y 5 “guarnición”, toda vez que hace que el ciclo de producción actualmente presente muchas demoras debido a que la guarnición es una parte compleja y fundamental en este sistema de producción en donde se presentan demoras por el transporte del materias primas de un piso al otro

permitiendo aumentar los tiempos muertos volviéndose ya, un aspecto muy relevante que se debe tener en cuenta para mejorar.

El segundo punto crítico se refleja en el subproceso No. 7 “tejido” de la tabla 5, puesto que en la mayoría de producción de calzado los diseños se hacen de forma manual con el fin de evitar rompimientos de cueros y posteriores reprocesos pero se vuelve un punto crítico porque el número de personal es muy escaso en este subproceso por el cual debe pasar todos los productos semi-terminados para que las personas capacitadas determinen y hagan su aporte durante este proceso a los zapatos que así lo requieran.

Grafico 5. Diagrama de procesos calzado “BAENA MORA”

FLUJO DE PROCESOS



8.3. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA ACTUAL

Dentro de este flujo, encontramos algunas fallas en el proceso de producción, en el área de guarnición, que es la etapa más extensa y que de esta depende la continuidad del proceso dentro de la elaboración del calzado, se observo una demora de siete minutos para la entrega de la materia prima cortada debido a que se debe transportar la materia prima del área de corte que se encuentra en el primer piso al segundo piso en el que se encuentra el área de guarnición, ocasionando una pérdida de tiempo productivo de aproximadamente treinta minutos diarios.

El subproceso de tejido cuenta con cuatro operarios, este subproceso se desarrolla de forma manual, para la línea de calzado apache requiere de mayor cuidado y precisión, por la alta carga laboral y personal insuficiente se cometen errores que generan daño en el cuero lo que conlleva a un reproceso para las etapas anteriores.

El análisis de los subprocesos nos permite tener una imagen mas amplia de la situación que se presenta en la empresa Baena Mora; a partir de ese análisis se puede proponer instrumentos, herramientas y sistemas que permitan la mayor producción y mayor rentabilidad para la asociación.

8.4. PROPUESTA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

A partir del diagnostico presentado se observa a manera de cuadro comparativo (tabla 3), una propuesta para mitigar las demoras en la línea de producción de calzado y a su vez permitir aumentar las ganancias de la organización.

BAENA MORA, ha realizado estudios de tiempos en los diferentes procesos para la confección y elaboración del calzado, en los cuales se han detectado varias actividades en las que se pueden realizar disminuciones en tiempos y actividades. Tales como se puede visualizar en la tabla 4:

Para el proceso de montaje, se evidenciaron varias actividades en las cuales fue posible generar una reducción de tiempos y a la vez de operarios como; el acordonado, marcado para cardar suelas, cardar para pegar suela, aplicar pegante de 1ra y 2da mano, reactivación de horno para pegar suela, horno frío, limpiar, quitar acordonado y deshormar, recuñar, acordonar limpiar y revisar, la disminución de tiempos que se obtuvo fue de 5.77 minutos y a su vez para las actividades de Horno frío, limpiar, quitar acordonado, deshormar, acordonar limpiar y revisar se redujo un operario dando la posibilidad de 3 operarios menos para el proceso, esto se logro gracias a la unificación de los puestos de trabajo dejando cada proceso uno seguido del otro a un espacio menor.

Tabla 4. Comparativo Subproceso desbaste.

DESBASTE 2012			
Pieza	Cantidad de piezas x par	Cms de desbaste x par	Tiempo mts
Laterales	4	279	0,3
Centro	2	109	0,26
Cordonera	4	88	0,18
Embone	2	44	0,18
TOTAL	12	520	0,92

Fuente. Baena Mora & Cia Ltda

DESBASTE 2011			
Pieza	Cantidad de piezas x par	Cms de desbaste x par	Tiempo mts
Laterales	4	279	0,62
Centro	2	109	0,25
Cordonera	4	88	0,28
Embone	2	44	0,1
TOTAL	12	520	1,25

Fuente. Baena Mora & Cia Ltda

Lo cual permite mitigar y mejorar el lead time para el caso de la producción en un rango de 1 a 5 en un 4,7 generando mayor eficiencia dentro de la organización y dentro del sector de marroquinería.

Tabla 3. COMPARATIVO DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS

TIEMPOS MONTAJE AÑO 2011					
No.	OPERACIÓN	MANUAL	MAQUINA	TM (min)	OPER.
1	Acordonar	X		1,34	1
2	Pegar puntera		X	0,44	
3	Preformar y pegar contrafuerte		X	1,21	1
4	Cerrar forro	X		1,07	1
5	Cardar		X	0,3	
7	Refilar plantillas, emplantillar, engomar plantillas y capellada	X		0,92	1
8	Montar puntas (vaporizando)		X	0,84	1
9	Montar cuños (vaporizando)		X	1,05	1
10	Horno de envejecido, retirar puntillas, sofioni y destroncar	X		1,15	1
11	Aplicar cera y limpiar mina y pegante	X		0,7	1
12	Brillar		X	0,4	-
13	Marcar para cardar suela	X		0,96	1
14	Cardar para pegar suela		X	1,82	1
15	Aplicar pegante 1ra. y 2da. Mano	X		2,22	2
16	Reactivar (horno), pegar suela		X	1,45	1
17	Horno frío, limpiar, quitar acordonado, deshormar		X	2,55	2
19	Recuñar	X		1	1
20	Acordonar	X		1,4	2
21	Limpiar y revisar	X		2,36	2
22	Rotular y empacar	X		1,3	1
TOTAL				24,48	20

TIEMPOS MONTAJE AÑO 2012					
No.	OPERACION	MANUAL	MAQUINA	TM (min)	OPER.
1	Acordonar	X		0,91	1
2	Pegar puntera		X	0,44	
3	Preformar y pegar contrafuerte		X	1,21	1
4	Cerrar forro	X		1,07	1
5	Cardar		X	0,3	
7	Refilar plantillas, emplantillar, engomar plantillas y capellada	X		0,92	1
8	Montar puntas (vaporizando)		X	0,84	1
9	Montar cuños (vaporizando)		X	1,05	1
10	Horno de envejecido, retirar puntillas, sofioni y destroncar	X		1,23	1
11	Aplicar cera y limpiar mina y pegante	X		0,95	1
12	Brillar		X	0,5	1
13	Marcar para cardar suela	X		0,8	1
14	Cardar para pegar suela		X	0,71	1
15	Aplicar pegante 1ra. y 2da. Mano	X		1,48	2
16	Reactivar (horno), pegar suela		X	1,08	1
17	Horno frío, limpiar, quitar acordonado, deshormar		X	1,45	1
19	Recuñar	X		0,75	1
20	Acordonar	X		0,95	1
21	Limpiar y revisar	X		1,57	1
22	Rotular y empacar	X		1,3	1
TOTAL				18,71	18

Fuente. Baena Mora & Cia Ltda.

BAENA MORA, ha realizado estudios de tiempos en los diferentes procesos para la confección y elaboración del calzado, en los cuales se han detectado varias actividades en las que se pueden realizar disminuciones en tiempos y actividades.

Para el proceso de montaje, se evidenciaron varias actividades en las cuales fue posible generar una reducción de tiempos y a la vez de operarios como; el acordonado, marcado para cardar suelas, cardar para pegar suela, aplicar pegante de 1ra y 2da mano, reactivación de horno para pegar suela, horno frío, limpiar, quitar acordonado y deshormar, recuñar, acordonar limpiar y revisar, la disminución de tiempos que se obtuvo fue de 5.77 minutos y a su vez para las actividades de Horno frío, limpiar, quitar acordonado, deshormar, acordonar limpiar y revisar se redujo un operario dando la posibilidad de 3 operarios menos para el proceso, esto se logro gracias a la unificación de los puestos de trabajo dejando cada proceso uno seguido del otro a un espacio menor.

9. IMPACTO ESPERADO

Con el diseño y la reestructuración de la planta física de BAENAMORA & CIA LTDA, Se aumentara la productividad en 20% para la línea de calzado, contribuyendo a aumentar los ingresos y ganancias de la compañía, permitiendo consolidarse como una de las empresa lideres en producción de calzado en Colombia.

Se espera que los trabajadores tengan un mejor ambiente laboral con ayudas ergonómicas que cumplan con los requerimientos de seguridad industrial y medicina laboral, además que logre incrementar el sentido de pertenencia con la compañía.

Este tipo de redistribución puede ser aplicado en otras empresas que tengan este tipo de procesos o similares, lo que les puede permitir ampliar la productividad y por ende aumentar y conquistar nuevos mercados.

Al disminuir los reprocesos se disminuyen los costos de producción ya que se requieren menos insumos y materias primas para la elaboración del calzado, por otra parte se requerirá menos horas hombre para el proceso al disminuir el número de errores en el subproceso de tejido.

10. PRESUPUESTO

Tabla 4.

Tabla de Presupuestos

DESCRIPCION	PRECIO Y/O PRESUPUESTOS
Arriendo Bodega.	\$ 14.900.000
Servicios Públicos.	\$ 500.000
Instalación puntos de datos y de voz.	\$ 225.000
Instalación de puntos de voz para portería.	\$ 40.000
Identificación de circuito eléctrico regulado	\$ 180.000
Switchs de 8 puertos	\$ 45.000
Instalación y configuración planta telefónica	\$ 120.000
Instalación de puntos de red	\$ 75.000
Visita a corregir daño por tumbado de muro	\$ 50.000
Rodillos en caucho	\$ 200.000
Materiales Varios	\$ 1.800.000
Mano de Obra	\$ 1.000.000
Suministro e Instalación.	\$ 320.000
Materiales de Básicos de construcción.	\$ 276.0000

Fuente. Baena Mora & Cia Ltda.

11.CRONOGRAMA

Tabla 5.

Cronograma Ejecutado

CRONOGRAMA EJECUTADO		
ACTIVIDAD	FECHA	RESULTADO
✓ <i>Planteamiento del posible proyecto a desarrollar.</i>	<i>Semana 1</i>	<i>Se concluyo el tema a tratar en el proyecto</i>
✓ <i>Finiquitar la propuesta a presentar.</i>		
✓ <i>Se presento el problema central del proyecto.</i>	<i>Semana 2</i>	<i>Se realizó la pregunta del problema, para el desarrollo del proyecto</i>
✓ <i>Se realizaron las posibles preguntas de acuerdo a las necesidades del proyecto.</i>		
✓ <i>Objetivos Generales y Específicos.</i> ✓ <i>Justificación del proyecto.</i>	<i>Semana 3</i>	<i>Se Definieron objetivos general, específicos y la justificación del proyecto</i>
✓ <i>Entrega de anteproyecto y análisis del mismo.</i>	<i>Semana 6</i>	<i>Revisión y recomendaciones del docente acerca de la información recopilada.</i>
✓ <i>Correcciones y entrega del proyecto de acuerdo a las solicitadas por el Docente.</i>	<i>Semana 7.</i>	<i>Análisis y revisión nuevamente del proyecto unas vez realizadas las correcciones iniciales.</i>
✓ <i>Sub línea de investigación</i> ✓ <i>Objetivos de la investigación.</i> ✓ <i>Definición de escenario y elección</i> ✓ <i>Marcos de referencia</i> ✓ <i>Marco teórico, conceptual</i> ✓ <i>Propuesta</i> ✓ <i>Diseño</i> ✓ <i>Cronograma</i> ✓ <i>Resultados</i>	<i>Semana 8</i>	<i>Se realiza la sub línea, analizando lo planteado por la universidad, se trabaja en las mejoras aconsejadas por el docente.</i>

✓ <i>Entrega del anteproyecto con las correcciones.</i>	<i>Semana 9</i>	<i>Se analizan el anteproyecto con el docente y las mejoras sugeridas.</i>
✓ <i>Se realizan correcciones de acuerdo a sugerencias una vez revisado el anteproyecto y se procederá con los antecedentes.</i>	<i>Semana 10</i>	<i>Se realizaron correcciones y se investigo acerca de antecedentes de proyectos similares o con problemáticas semejantes.</i>
✓ <i>Se entregan correcciones expuestas en clase</i> ✓ <i>Exposición del Anteproyecto.</i>	<i>Semana 11</i>	<i>Se atiende a las observaciones una vez expuesto el proyecto.</i>
✓ <i>Correcciones de las diapositivas para la sustentación final</i> ✓ <i>Proceso de Evaluación y autoevaluación.</i>	<i>Semana 11</i>	<i>Se realizaron las debidas correcciones a las diapositivas para la sustentación final proyecto.</i>
✓ <i>Sustentación del proyecto.</i>	<i>Semana 12</i>	<i>Entrega y sustentación del proyecto</i>

Fuente. Los Autores

BIBLIOGRAFÍA

Buffa E.S.1955. "*Sequence analysis for functionals layouts*", *The Journal of Industrial Engineering*, Marzo, pp: 12-25.

Cameron D.C. 1952. "*Travel charts*", *Modern material handling magazine*, pp: 37-40.

Del Río Cidoncha, M.G. 2003. Estudio comparativo de las estrategias para la distribución del espacio en planta en los campos de la arquitectura e ingeniería.

Diego Mas, J.A. 2006. Optimización de la distribución en planta de instalaciones industriales mediante algoritmos genéticos. Aportación al control de la geometría de las actividades. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia (España)..

Francis, R.L. y White J.A. 1974. *Facility layout and location, an analytical approach*. Editorial Prentice-Hall INC (E.U.A.).

González Cruz, M. C. 2001. Implantación y aplicación de una estrategia general de resolución de problemas basada en la teoría de las dimensiones del proyecto para la Elaboración de una metodología de resolución de *layout*. Estructuración de las técnicas necesarias. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia (España).

González García, J. L. 2005. Aportación a la optimización multiobjetivo de la distribución en planta, Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia (España).

Cameron (1952) CD de Monografías 2008 (c) 2008, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"

M. A. Shouman, G. M. Nawara, A. H. Reyad y Kh. EL-Darandaly (Zagazig University, Zagazig, Egipto); se encuentra alojado en la página web de la King

Abdulaziz University (Jeddah, Arabia Saudita), universidad pública saudí fundada en 1967.

Buffa E.S.1955. "Sequence analysis for functionals layouts", The Journal of Industrial Engineering, Marzo, pp: 12-25.

CIBERGRAFIA

Del Río Cidoncha, M.G. 2003. Estudio comparativo de las estrategias para la distribución del espacio en planta en los campos de la arquitectura e ingeniería. [on-line], descargado: 25-may-2008, disponible en: <[http://www.aepro.com/congreso_03/pdf/cidoncha\[arroba\]esi.us.es_7acd3572cc47c73478dae84ab29caad3.pdf](http://www.aepro.com/congreso_03/pdf/cidoncha[arroba]esi.us.es_7acd3572cc47c73478dae84ab29caad3.pdf)>.

<http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/indicadores-de-producci%C3%B3n/>

Proceso productivo de la empresa Baena Mora & Cía. Ltda. Ver capítulo 9.4 Planeamiento Sistémico De La Distribución.

"Proyecto De Distribución De Planta En Una Microempresa Textil" BuenasTareas.com. 06 2011. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Proyecto-De-Distribucion-De-Planta-En/2325473.html>>.

www.unizar.es/aeipro/finder/INGENIERIADEPRODUCTOS/BB10.htm

www.unizar.es/aeipro/finder/INGENIERIADEPRODUCTOS/BB10.htm

<http://www.revistavirtualpro.com/revista/index.php?ed=2011-06-01&pag=17>

http://www.revistavirtualpro.com/ediciones/distribucion_de_planta_problemas_de_distribucion_de_planta_y_metodologias_asociadas-2011-06-01_17

<http://www.monografias.com/trabajos65/resolucion-distribucion-planta/resolucion-distribucion-planta2.shtml>