



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS "CARLOS RAFAEL RODRIGUEZ"
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Rediseño de la organización espacial de la UBE Carpintería de Madera de la empresa ECOA 37”

Tesis presentada en opción al Título
de Ingeniero Industrial

Autor: Alfredo Muñoz Hidalgo

Tutores: Msc. Gretel Martínez Curbelo

Ing. Dayli Covas Varela

Cienfuegos
Junio de 2012



Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Departamento de Ingeniería Industrial

Título: Propuesta de distribución en planta para la UBE Carpintería de madera perteneciente a la ECOA # 37.

Autor: Alfredo Muñoz Hidalgo.

Tutores: MSc. Gretel Martínez Curbelo.
Ing. Dayli Covas Varela

Hago constar que la presente investigación fue realizada en la Universidad de Cienfuegos, como parte de la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Industrial; autorizando a que la misma sea utilizada por la institución para los fines que estime convenientes, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentada en evento ni publicada, sin la aprobación del autor.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certifican que la investigación ha sido realizada según acuerdos de la dirección del centro y que la misma cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

Información Científico-Técnica

Computación

MSc. Gretel Martínez Curbelo.

Ing. Dayli Covas Varela

Aval

Investigación: "Rediseño de la organización espacial de la UBE Carpintería de Madera de la empresa ECOA 37"

La empresa ECOA 37 perteneciente al Ministerio de la Construcción y particularmente la UBE Carpintería de Madera tiene entre sus propósitos insertar un nuevo equipamiento tecnológico; realizando un diagnóstico del equipamiento existente se determina que existe una mala distribución espacial de los equipos por lo que para colocar este nuevo equipamiento se realiza un rediseño espacial de la planta, comprobándose que la nueva distribución que se propone se mejora en la organización del flujo productivo, se disminuye el ciclo tecnológico lo que garantiza mayor capacidad productiva. Con esta investigación se logra:

Impacto organizativo al contar con un esquema de distribución que estructure y organice los procesos productivos a partir de cumplir con los factores de Distribución en Planta.

Impacto en la calidad del proceso: Al diseñar una correcta colocación de los puestos de trabajo y los flujos productivos que refleje el proceder práctico de los procesos objeto de estudio, se evidencia la organización, el control y la mejora indiscutible de dichos procesos.

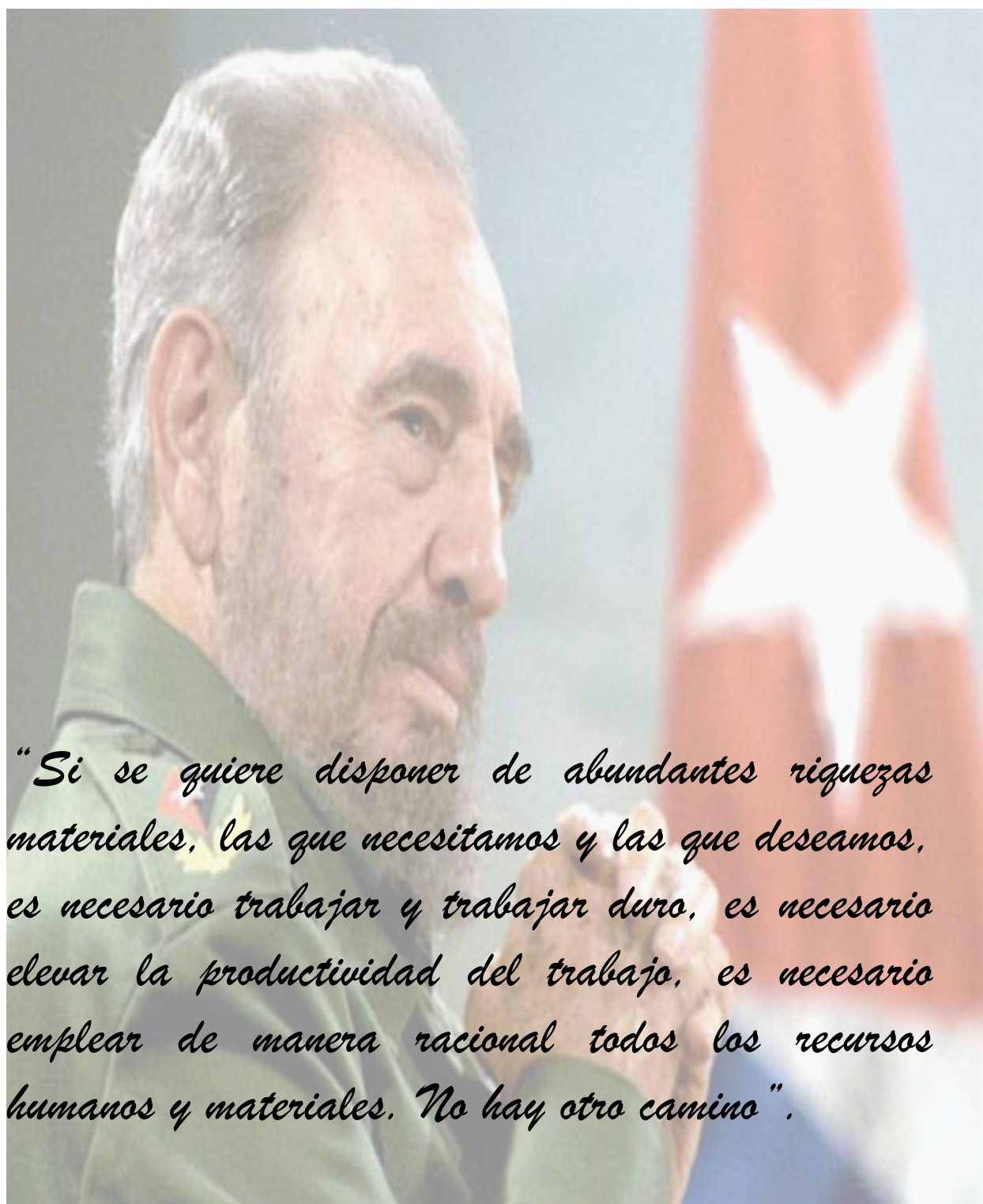
Impacto motivacional: Al establecer una correcta distribución de los puestos y los flujos que minimicen los tiempos de trabajo innecesario, la cantidad de movimientos repetitivos, las distancias y se establezca el espacio requerido de trabajo por el obrero, se están mejorando las condiciones de trabajo de estos lo que incide directamente en su productividad.

Impacto económico: Con la investigación realizada la empresa se ahorra \$9000.00 en un Servicio Científico Técnico contratado.

Pedro Colina Oviedo.

Dtor. UBE Producciones Metálicas y Carpintería de madera.

Pensamiento



"Si se quiere disponer de abundantes riquezas materiales, las que necesitamos y las que deseamos, es necesario trabajar y trabajar duro, es necesario elevar la productividad del trabajo, es necesario emplear de manera racional todos los recursos humanos y materiales. No hay otro camino".

Fidel Castro Ruz

Agradecimientos

A mis tutoras Gretel Martínez Curbelos y Dayli Covas Varela por toda su colaboración y conocimientos brindados, sin ellas no se hubiese cumplido este objetivo.

A mis profesores por todo su empeño y dedicación en mi formación.

A los compañeros de estudios que convivieron y contribuyeron conmigo a lo largo de esta jornada.

A Yadira Molina que a pesar de haber sido mi motor de arranque no pudo acompañarme hasta el final de esta carrera, pero si supo soportarme todo este periodo.

A Mabel Molina y Sonia Mustelien por darme el aliento necesario para seguir hacia delante

A la Revolución por darme esta oportunidad y formarme como un profesional.

Llegue a todos mi eterna gratitud.

Gracias.

Dedicatoria

*A mi madre, Aleida Hidalgo Planas que siempre soñó con que sus hijos
lograran esta meta.*

*A mi padre, Evangelio Muñoz Muñoz a pesar de encontrarse entre
nosotros.*

A mis hijas, Arlety y Lisety por ser ellas la razón de mi existir.

Resumen

Resumen

En la actualidad una empresa que se destaque por sus altos índices de productividad y eficiencia cuenta con una correcta distribución u ordenación espacial que le permite el buen desempeño tanto de sus actividades como de sus recursos humanos. Este estudio titulado "Rediseño de la organización espacial de la UBE Carpintería de Madera de la empresa ECOA 37" pretende diseñar una distribución en planta que permita el ordenamiento lógico de un nuevo equipamiento tecnológico que garantice una adecuada organización espacial en la UBE Carpintería de Madera. El trabajo está dotado de técnicas y herramientas que permiten medir, determinar y definir la localización de los equipos que intervendrán dentro del proceso productivo con el objetivo de disminuir los ciclos tecnológicos de los procesos de producción en la instalación objeto de estudio. Para el cumplimiento del objetivo antes mencionado, la investigación se apoya en la aplicación del método de distribución SLP (Systematic Layout Planning), además de otras técnicas como recopilación de información, entrevistas, revisión de documentos, procesamientos de datos y observación directa, también fueron empleados los diagramas de flujos de procesos, FMEA, diagrama de Pareto, diagramas de Gantt y paquetes de programas como Excel, Visio, WinQSB y AutoCad.

Summary

Summary:

Today a company that stands out for its high levels of productivity and efficiency with proper spatial distribution, or that lets the good performance of both its activities and its human resources.

This study entitled "Redesign of the spatial organization of the UBE Timber joinery of company ECOA 37" aims to design a distribution plan that allows the logical ordering of a new technological equipment to ensure proper spatial organization in the UBE wood joinery.

The work is equipped with techniques and tools to measure identify and define the location of the teams who will be involved in the production process in order to reduce the technological cycle of production processes at the facility under study.

To fulfill the above objective, the research is based on the method of distribution SLP (Systematic Layout Planning).

and other techniques such as data collection, interviews, document review, data processing and direct observation were also employed the process flow diagrams, FMEA, Pareto diagram, Gantt diagram and software packages such as Excel, Visio, WINQSB and AutoCad.

Índice

Índice.

Introducción	6
Capítulo I: Fundamentación teórica sobre la distribución en planta.	10
1.1 Origen de las Distribuciones en Planta.....	10
1.2 Causas que originan el estudio o realización de proyectos de Distribuciones en Planta.	11
1.3 Objetivos de las Distribuciones en Planta.....	13
1.4 Factores que intervienen en la distribución espacial de una instalación.	17
Materiales.	17
La maquinaria.	18
La mano de obra.....	18
El movimiento.	18
Las esperas.	19
Los servicios auxiliares.	19
El edificio.	19
Los cambios.....	20
1.5 Clasificación de la Distribución en Planta.	20
1.5.1 Características de la distribución en planta por Posición fija.....	21
1.5.2 Características de la distribución en planta por Producto.	22
1.5.3 Características de la distribución en planta por proceso.	23
1.5.4 Células de trabajo o células de fabricación flexible.....	25
1.6 Necesidad de la realización de proyectos o estudios e localización y distribución en planta.....	27
1.7 Reglas y principios a tener en cuenta en una distribución en planta.....	28
1.8 Ventajas de una eficiente Distribución en Planta.	32
1.9 Métodos para mejorar una distribución en planta en sistemas industriales.	33
1.9.1 Método de planeación sistemática de la distribución en planta.....	34
1.11 Conclusiones parciales.	43
Capítulo II: Caracterización y situación actual de la distribución en planta de la UBE carpintería de madera perteneciente a la ECOA #37.....	45
2.1. Descripción de la organización y Características generales.....	45
2.2. Descripción del objeto de estudio y Características propias.....	52
2.2.1 Objeto Social de la U.E.B. de Carpintería de Madera.	52
2.2.2 Caracterización del Personal de Trabajo.....	53
2.3 Situación actual de la distribución de la planta.	54
2.4 Descripción de las fases del proceso empresarial de la U.E.B. carpintería de Madera.....	56
2.5. Diagnóstico espacial de la Carpintería de Madera.	60

2.5.2 Análisis de los factores que intervienen en esta distribución en planta.	60
2.6 Diagnostico final del cumplimiento de los principios de distribución en planta actual.	69
2.8. Conclusiones parciales.	71
Capítulo III: Propuesta de mejora para la distribución en planta de la UBE carpintería de madera perteneciente a la ECOA #37.	73
3.1. La distribución en planta frente a la reordenación de una existente.	73
3.2 Argumentos para proponer cambios del equipamiento tecnológico y el rediseño de la distribución en planta.	74
3.3 Evaluación del proceso de fabricación de ventanas.	75
3.4. Mejora de la distribución en planta actual.....	81
3.5. Análisis de las Propuestas.	89
3.6 Conclusiones parciales:	91
Conclusiones Generales.	92
Recomendaciones:	93
Bibliografía.	94
Anexos.....	96

Introducción

Introducción

Durante muchos años se ha escrito sobre Distribución en Planta (DP), aun así no muchos empresarios han distinguido este elemento como una reserva de productividad y con ello de eficiencia y eficacia.

Es ahora al abordar la distribución en planta, cuando se busca su implantación física, de forma que se consiga el mejor funcionamiento de las instalaciones. Esto puede aplicarse a todos aquellos casos en lo que sea necesaria la disposición de unos medios físicos en un espacio determinado, ya este prefijado o no, extendiéndose su utilidad tanto a procesos industriales como de servicios, por ejemplo: fábricas, grandes almacenes, hospitales, restaurantes, oficinas, etc. Teniendo esto en cuenta podemos definir la distribución en planta como el proceso de determinación de la mejor ordenación de los factores disponibles, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada posible. Así pues para llevar a cabo una adecuada D.P. ha de tenerse presente cuales son los objetivos estratégicos y tácticos que aquella habrá de apoyar, así como los posibles conflictos que puedan surgir entre ellos por ejemplo: necesidad de espacio entre centros comerciales, economía en centros comerciales, accesibilidad, privacidad en áreas de oficinas.

Para alcanzar la eficiencia y eficacia se adoptan muchas filosofías modernas que contribuyen a alcanzar las metas trazadas para satisfacer a los clientes, que cada vez exigen productos de mayor calidad y más personalizados.

Por otra parte la competencia se hace más fuerte entre empresarios en un mismo producto y ciclo de vida, que cada día se acorta más en su fase de desarrollo y madurez, lo que obliga a la empresa a rediseñar con frecuencia su producto, de igual forma necesita procesos más flexibles, capaces de adaptarse a las exigencias del mercado. Es así que los procesos de producción y con ellos la distribución en planta necesita de análisis detallados y abiertos, para garantizar dichas exigencias.

Desde final de la década de los 50 y principios de los 60, comienzan ya los esfuerzos por sistematizar el proceso de obtención de soluciones al problema de la distribución en planta. Desde entonces y hasta ahora han surgido multitud de procedimientos de generación y evaluación, los que son diferenciados fundamentalmente por la modelización del problema, el número de criterios contemplados, las técnicas de

resolución y las restricciones existentes, todas ellas presentes simultáneamente, constituyen un problema verdaderamente complicado.

El beneficio de una adecuada disposición o distribución en planta debe ser no solo económico, debe contemplar también criterios de bienestar, condiciones laborales y la salud de los trabajadores.

Por ello cada organización empresarial debe revisar cuidadosamente la disposición de sus áreas y puestos de trabajo para analizar en qué medida contribuyen estas a deficiencias en sus procesos.

La Empresa Constructora de Obras de Arquitectura No: 37 (ECOA 37) inmersa en un proceso de reordenamiento económico, reanimación y modernización de su capacidad instalada debido fundamentalmente a la ampliación del Polo Petroquímico no está exenta de estas posibilidades. En estos momentos la misma acomete la modernización de una de sus unidades básica de producción quien va concebir dentro de su objeto social la fabricación de moldes, tableros y encofrados para los objetos de obra que demande según los proyectos a ejecutar por esta inversión, por lo que los materiales que intervendrán en este proceso deberán seguir un orden lógico, adecuado y eficiente para la obtención final de los productos que demandaran un tiempo de ejecución en función de un calendario de entrega, por lo que se tendrá en cuenta dentro del estudio a realizar los siguientes aspectos que en un futuro puedan manifestar inconformidades que afectan el desarrollo y organización del trabajo tales como:

- Limitaciones de espacio por amontonamiento de materiales que reducen la libertad de movimiento de materiales y hombres.
- Exceso de tiempo empleado en el traslado de materiales entre puestos de trabajo.
- Desplazamientos continuos y retrocesos indebidos de materiales e incluso a distancias considerables.

Estas deficiencias se evidencian cuando se establecen indicadores cuantitativos tales como que existen como promedio 3 retrocesos por proceso lo que equivale a una distancia de alrededor de 21 m de movimientos redundantes; existen 39.63 m² ocupados innecesariamente por equipamiento ocioso, lo que representa un 17.3% del área útil de la Carpintería.

Teniendo en cuenta la problemática presentada para este trabajo y los objetivos que

persigue esta empresa a nivel estratégico y operativo se define el problema a investigar.

Problema de investigación: ¿cómo insertar un nuevo equipamiento tecnológico que garantice la organización y el funcionamiento adecuado del trabajo y la producción?

Hipótesis: una correcta distribución en planta del nuevo equipamiento tecnológico permitirá una adecuada organización espacial contribuyendo a disminuir los ciclos tecnológicos de los procesos de producción en la UBE Carpintería de Madera.

Variable Independiente: Distribución en Planta del nuevo equipamiento tecnológico.

Es la ordenación espacial de las áreas y nuevos equipos tecnológicos, de manera que la producción sea ininterrumpida por sus flujos, segura y satisfactoria para los empleados.

Variable Dependiente: Adecuada organización espacial.

Existe una adecuada organización espacial cuando los procesos productivos están organizados, cuando no hay entrecruzamiento de flujos y cuando existe un aprovechamiento del espacio de más de un 85%.

Variable Dependiente: Disminución de los ciclos tecnológicos de los procesos de producción.

Se disminuyen los ciclos tecnológicos a través de la disminución de la cantidad de movimientos innecesarios durante los procesos de producción.

El **objetivo general** es:

Diseñar una nueva distribución en planta con un correcto ordenamiento de los flujos productivos a partir de un nuevo equipamiento tecnológico en la UBE Carpintería de Madera perteneciente a la empresa ECOA 37.

Los **objetivos específicos** son:

1. Revisión teórica sobre las tendencias fundamentales en la distribución en planta, que se adecuen a las características del objeto de estudio.
2. Caracterizar la UBE Carpintería de Madera perteneciente a la empresa ECOA 37 y evaluar la pertinencia de la distribución existente en función de los flujos productivos y los factores que inciden en una correcta distribución.

3. Proponer una adecuada distribución en planta con el uso del método Systematic Layout Planning (SLP) para los nuevos equipos que intervendrán en el proceso de fabricación de la UBE Carpintería de Madera de la ECOA 37.

La **justificación de la investigación** está dada por la necesidad de incorporar un nuevo equipamiento tecnológico que cumpla con los requisitos de una correcta distribución y que minimice los ciclos tecnológicos de los procesos de producción con respecto a la distribución existente en la UBE Carpintería de Madera.

Tipo de investigación: Descriptiva

Metodología aplicada en la investigación:

Métodos teóricos

- Análisis y consulta de documentos y artículos, para la síntesis de los conceptos abordados.

Métodos empíricos

- Observaciones directas y entrevistas con los trabajadores.
- Utilización de diagramas de flujo para la representación de los procesos.
- Diagramas de Interrelación.
- Análisis de modo y efectos de fallos (FMEA)
- Diagrama de Pareto
- Método Systematic Layout Planning (SLP).

Impacto logrado con la investigación

Se logra un impacto organizativo al contar con un esquema de distribución que estructure y organice los procesos productivos a partir de cumplir con los factores de Distribución en Planta.

Impacto en la calidad del proceso: Al diseñar una correcta colocación de los puestos de trabajo y los flujos productivos que refleje el proceder práctico de los procesos objeto de estudio, se evidencia la organización, el control y la mejora indiscutible de dichos procesos.

Impacto motivacional: Al establecer una correcta distribución de los puestos y los flujos que minimicen los tiempos de trabajo innecesario, la cantidad de movimientos repetitivos, las distancias y se establezca el espacio requerido de trabajo por el obrero, se están mejorando las condiciones de trabajo de estos lo que incide directamente en su productividad.

Impacto económico: Con la investigación realizada la empresa se ahorra \$9000.00 en un Servicio Científico Técnico contratado.

La tesis estará estructurada en tres capítulos y la misma responde a los objetivos propuestos:

Capítulo I: En este capítulo se abordan los aspectos teóricos de ordenamiento de equipos y áreas de una distribución en planta, así como algunas tendencias actuales hacia la búsqueda de nuevos métodos de solución; se realiza un análisis de la bibliografía existente sobre el tema objeto de estudio.

Capítulo II: Se hace referencia a la caracterización de la empresa ECOA 37 y de la UBE Carpintería de Madera, dando a conocer el objeto social para lo que está diseñada así como la misión, visión y alguna información de relevancia que aporte elementos que puedan enriquecer la investigación. Se diagnostica la situación actual de la distribución existente que cumpla con los factores de una correcta distribución y frente a la necesidad de colocar un nuevo equipamiento tecnológico.

Capítulo III: Se procede a aplicar la metodología propuesta de una distribución en planta para los nuevos equipos que intervendrán en el proceso de fabricación descrito en el capítulo anterior que minimice los ciclos tecnológicos de los procesos productivos en UBE Carpintería de Madera.

Finalmente se procede a presentar las conclusiones, recomendaciones que se derivan de la investigación objeto de estudio así como la bibliografía consultada y los anexos que complementan la solución del problema.

Capítulo 1

Capítulo I: Fundamentación teórica sobre la distribución en planta.

1.1 Origen de las Distribuciones en Planta.

Históricamente las primeras distribuciones en la antigüedad eran llevadas a cabo por el arquitecto que diseñaba el edificio o por el trabajador que acondicionaba su propio puesto de trabajo. Los documentos históricos encontrados muestran áreas de trabajo organizadas para un servicio específico, pero no reflejan la aplicación de principios básicos asociados a la distribución espacial.

No es hasta el advenimiento de la revolución industrial que la disposición espacial de las plantas de producción toman importancia como objetivo económico para los dueños de las empresas y es así que con el paso del tiempo y la especialización del trabajo se empezaron a crear grupos de especialistas para estudiar los problemas de distribución en planta. De esta manera comenzaron a regir principios y se documentaron técnicas que hoy en día sirven de base para planear distribuciones eficientes y que han hecho de esta disciplina una de las más importantes en los procesos productivos (Maynard, 1985).

Estudiosos estiman que del 20 al 50% de los gastos totales de operación en que se incurre dentro del área de fabricación, se pueden atribuir a la disposición de la planta, y que una distribución eficiente reduce probablemente esos costos por lo menos del 10 al 30%. Si la distribución eficiente se aprovecha de esa forma, la productividad anual de fabricación aumentaría aproximadamente tres veces más. Se puede decir entonces que la distribución de la planta es una de las tareas más significativas y una de las más críticas para mejorar la tasa de productividad.

Muchos son los síntomas que nos ayudarán a descubrir que existen problemas con la distribución de la planta. Estos pudieran ser: congestión y deficiente utilización del espacio, acumulación excesiva de materiales en procesos, excesivas distancias a recorrer en el flujo de trabajo, simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en centros de trabajo, trabajadores calificados realizando demasiadas operaciones poco complejas, ansiedad y malestar de la mano de obra, accidentes laborales, dificultad y control de las operaciones y de personal.

Los principales problemas en la distribución de planta surgen cuando estos estudios son realizados sin demasiada importancia, ignorando los objetivos y metas a mediano y largo plazo, por lo general se diseñan distribuciones para las condiciones de inicio, sin embargo a medida que la organización crece y se producen cambios, éstas se vuelven deficientes y conllevan a gastos y perdidas acumulativas que se hacen muy difíciles de detener, ya que el coste de cambiar una distribución establecida suele ser demasiado grande. Aquí radica la importancia de realizar un eficiente estudio de distribución en planta ya que el principal beneficiado será la empresa, además de sus trabajadores y clientes, incrementando no sólo sus niveles de productividad sino los de toda la industria y permitiendo establecer una estructura de costos menor que le permitirá elevar su competitividad.

1.2 Causas que originan el estudio o realización de proyectos de Distribuciones en Planta.

Las causas frecuentes que nos llevan a la realización de proyectos o estudios de Localización y Distribución de Planta pueden estar asociadas a una de las siguientes situaciones:

- **Proyecto de una Planta Completamente Nueva:** En este tipo de proyecto el grupo de especialistas encargados de la distribución, diseñará el edificio de la empresa desde el principio. Este caso de distribución en planta se suele dar cuando se inicia un nuevo tipo de producción o la fabricación de un nuevo producto o cuando la empresa se expande y traslada a una nueva área. Aquí es necesario todo el ingenio y conocimientos del diseñador para una buena distribución.
- **Expansión o Traslado a una Planta ya Existente:** En este caso, los edificios y servicios ya están allí limitando la distribución. El problema principal consiste en adaptar el producto, los elementos y el personal de una organización ya existente en una planta distinta que también ya existe. Este es el mejor momento de mejorar métodos y abandonar viejas prácticas.
- **Reordenación de una Distribución ya Existente:** Esta situación es la más frecuente, sobre todo en los cambios de diseño del producto y en la modernización del equipo de producción. Aquí también existe una limitación dada por las dimensiones del edificio, su forma y en general todas sus instalaciones.

- Ajustes Menores en una Distribución ya Existente: Se presenta cuando varían las condiciones de operación, ésta también es una buena oportunidad para introducir diversas mejoras con un mínimo de costos, aplicándose gastos menores para adaptarse a las variaciones de la demanda.

Muchos autores refieren que cuando se trata del problema de la ordenación de los diversos equipos, materiales y personal, la distribución en planta no solo constituye una ciencia, sino más bien un arte en el que la pericia y la experiencia juegan un papel fundamental. (Colectivo de autores, 2007)

Muchos son los síntomas que ayudan a identificar los problemas de la distribución en planta como muestra la figura 1.1. Su eliminación depende según Muther de la mejora de la distribución en planta, siendo esta uno de los factores que contribuye a obtener eficiencia y en algunos casos, la supervivencia de una empresa. (Muther, 1981)

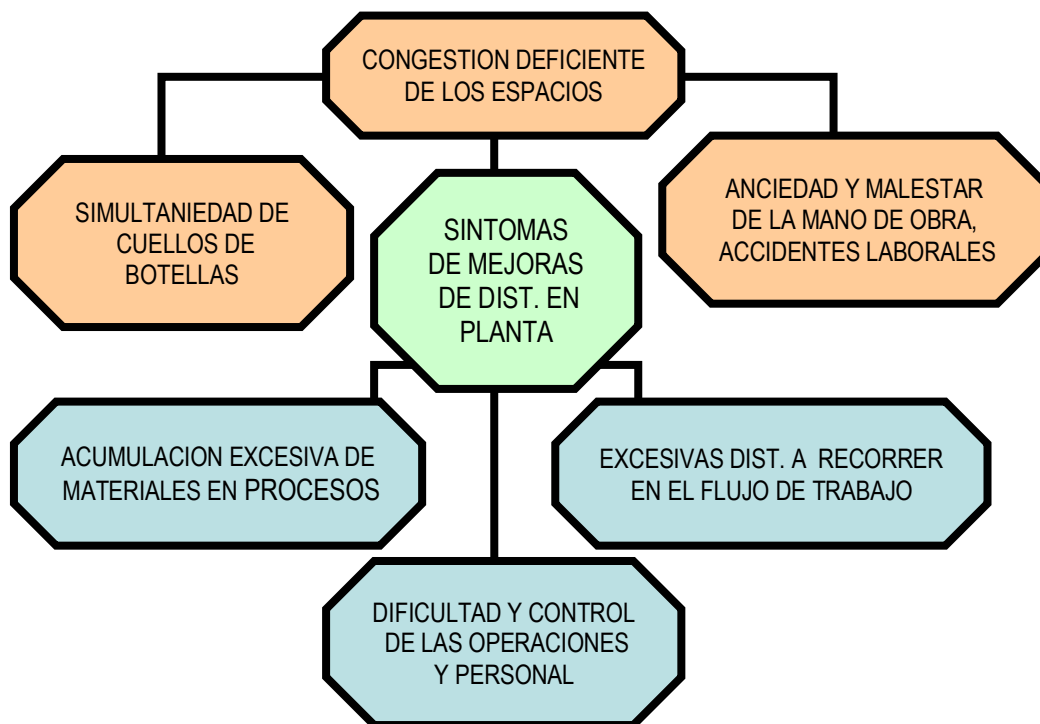


Figura 1.1. Síntomas de problemas de una distribución en planta. Fuente: Elaboración propia

La distribución en planta es un campo estudiado desde dos enfoques, el primero teniendo en cuenta elementos de la arquitectura industrial, el cual es defendido por los

arquitectos y el segundo la ordenación de los elementos del proceso de producción de una empresa, defendido por los ingenieros industriales.

Así pues, es absolutamente justificable la necesidad de un estudio detallado de las necesidades de la planta. A partir de estos estudios debe obtenerse una distribución a largo plazo que traté de evitar modificaciones o redistribuciones que representan importantes costos, no sólo económicos sino también temporales, o bien, distribuciones fácilmente adaptables a las variaciones en la demanda del producto fabricado, o de los procesos productivos. Según Muther deben analizarse desde una perspectiva temporal, que garantice la adaptabilidad a nuevas situaciones. (Muther, 1981)

La revisión bibliográfica sobre el tema de Distribución en Planta ofrece diferentes definiciones tratadas por diferentes autores. Con posterioridad a los conceptos dados por estos autores surgen otros que según Diego Mass, la definen como ciencia o arte, considerando además, todas esas definiciones se llegan al concepto que adopta este trabajo:

“La distribución en planta consiste en resolver el problema de situar todos los componentes físicos que intervienen en un proceso de fabricación y/o de servicio de modo que su comportamiento sea óptimo desde el mayor número de puntos de vista posibles, siendo un problema que en todas las plantas industriales se ha de resolver”. (Diego Mas, 2006).

1.3 Objetivos de las Distribuciones en Planta.

Una distribución en planta adecuada proporciona beneficios a la empresa que se traducen en un aumento de la eficiencia y por lo tanto de la competitividad. Así con la introducción de conceptos de fabricación recientes, como los sistemas de fabricación flexibles (FMS), la fabricación integrada por ordenador (CIM), o los sistemas de suministro de material Just-In-Time (JIT). Sea cual sea el sistema productivo, una correcta distribución en planta permite reducir los requerimientos de espacio y los desplazamientos de material, disminuye el volumen de trabajo en proceso y mejora el control de materiales y producto acabado. (Diego Mas, 2006)

Moore define la distribución en planta óptima, como aquella que proporciona la máxima satisfacción a todas las partes que se ven involucradas en el proceso de implantación establece siete objetivos básicos a cumplir por la distribución en planta: (Diego Mas, 2006)

Simplificar al máximo el proceso productivo;

- Minimizar los costes de manejo de materiales;
- Tratar de disminuir la cantidad de trabajo en curso;
- Aprovechar el espacio de la manera más efectiva posible;
- Aumentar la satisfacción del operario y procurar la seguridad en el trabajo;
- Evitar inversiones de capital innecesarias,
- Aumentar el rendimiento de los operarios estimulándolos convenientemente.

Por su parte, Muther, define el objetivo perseguido como: lograr la mejor ordenación desde el punto de vista económico, de las áreas de trabajo y del equipo, siendo ésta además segura y satisfactoria para los trabajadores. Para este autor una buena distribución debe traducirse necesariamente en una disminución de los costos de fabricación. (Muther, 1981)

Autores más recientes proporcionan listas de objetivos similares a los ya expuestos, haciendo especial hincapié en la minimización de los costos de operación y de mantenimiento, de los riesgos y las molestias; en aumentar el uso efectivo del espacio, la flexibilidad de la organización y el cumplimiento de las diferentes normativas; en proporcionar a los empleados comodidad seguridad y confort; en facilitar el flujo de operaciones, la organización y la toma de decisiones; y sobre todo, en la necesidad de la flexibilidad de la distribución.

El objetivo primordial que persigue la distribución en planta es procurar hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica y eficiente para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados. Recordemos que a pesar de la aplicación de las técnicas de distribución más sofisticadas, la solución final requiere normalmente ajustes imprescindibles basados en el sentido común y en el juicio del distribuidor, de acuerdo a las características específicas del proceso productivo o de servicio que tendrá lugar en la planta que se proyecta.

De forma más detallada, podríamos decir que este objetivo general se alcanza a través de la consecución de hechos según (Muther, 1981, pág. 15)

- Disminución de la congestión.
- Supresión de áreas ocupadas innecesariamente.
- Reducción de las mantenencias y del material o su calidad.
- Mayor y mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios.

- Disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación e incremento de la producción.
- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y la satisfacción del personal.
- Reducción del trabajo administrativo e indirecto.
- Mejora de la supervisión y el control.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.

Es evidente que, aunque los factores enumerados puedan ser ventajas concretas a conseguir no todas pueden ser alcanzadas al mismo tiempo y, en la mayoría de los casos la mejor solución será un equilibrio en la consecución de los mismos. En cualquier caso, los objetivos básicos que ha de conseguir una buena distribución en planta según (Muther, 1981, pág. 19-21) son los siguientes:

- **Unidad:** Alcanzar la integración de todos los elementos o factores implicados en la unidad productiva, para que se fusione como una comunidad de objetivos. Por tanto, todos los departamentos han de ser considerados y consultados al acometer la fase general de la distribución, ello facilitara la consecución de una solución final que combiné un máximo de ventajas y un mínimo de inconvenientes para los mismos.

- **Circulación mínima:** Procurar que los recorridos efectuados por los materiales y hombres, de operación a operación y entre departamentos, sean óptimos, lo cual requiere economía de movimientos, de equipos, de espacio, etc. La localización relativa de los centro de trabajos deberá permitir que los recorridos grandes de materiales y personas fuesen lo más corto posible dicha actitud minimiza los costes por manejo de materiales en una planta productiva así como en almacenes que para comodidad del cliente es mejor si los productos se encontrasen agrupados logrando reducir el tiempo de búsqueda, algo similar ocurre en las oficinas donde la cooperación y comunicación puede ser más eficiente colocando cercanos entre sí a la gente o a los departamento que interactúan con relativa frecuencia (Krajewski y Ritzman, pag. 302).

- **Seguridad:** Garantizar la seguridad, satisfacción y comodidad del personal, consiguiéndose así una disminución en el índice de accidentes y una mejora en el ambiente de trabajo. Puede ser un tópico pero la clave para muchos distribuidores radica en que, has que el trabajo sea realizado con satisfacción y automáticamente conseguirás muchos otros beneficios (Muther, 1981, pág. 20)

- **Flexibilidad:** Dependerá de la necesidad que pueda existir de adaptarse con menor o mayor frecuencia a los cambios en gran medida de la circunstancia bajo las que se realicen las operaciones, lo que hace la adopción de distribuciones flexibles.

En este sentido la D.P. dependerá en buena medida de la habilidad de pronosticar los cambios, si esto no es posible la distribución deberá al menos permitir que los cambios requeridos para las nuevas condiciones se puedan hacer a un coste mínimo.

A medida que se incrementa el grado de detalles se facilita la detección de inconvenientes que no fueron percibidos con anterioridad, de forma que la concepción primitiva puede variar a través de un mecanismo de realimentación. Por lo general, la mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partidas, sin embargo, a medida que la organización crece y se adapta a los cambios internos y externos, la distribución inicial se vuelve menos adecuada, hasta llegar al momento en que la redistribución se hace necesaria. Los motivos que justifican a esta última se deben con frecuencia a tres tipos básicos de cambio:

En el volumen de producción, que puede requerir mayor aprovechamiento del espacio (para aumentar el número de equipos, por tener que dedicar menor superficie a los ya existentes o por un cambio en las necesidades de almacenamiento).

En la tecnología de los procesos, que pueden motivar un cambio en el recorrido de materiales y hombres, así como la disposición relativa de equipos e instalaciones.

En el producto, que pueda necesitar modificaciones similares a las requeridas por un cambio en la tecnología.

Las decisiones que han de ser adoptadas en las diferentes fases de la estrategia de operaciones se pueden clasificar en dos categorías según Krajewski & Ritzman (1990):

1. **Decisiones de posicionamiento,** las cuales afectan a la dirección futura de la compañía:
 - Fijación de objetivos a largo plazo.
 - Establecimiento de las prioridades competitivas.
 - Fijación de la gestión de la calidad.
 - Selección de productos.
 - Selección de procesos.

2. **Decisiones de diseño**, concernientes al subsistema de operaciones y que implican compromisos a largo plazo:

- Diseño del producto.
- Diseño del proceso.
- Mano de obra.
- Nuevas tecnologías.
- Capacidad.
- Localización.
- **Distribución en planta.**
- Aprovisionamiento.

De lo anterior se deduce que la elaboración de los objetivos y el establecimiento de las prioridades competitivas se encuentran en la etapa de posicionamiento, donde se fijan, evalúan y eligen estrategias para llevar a cabo la selección de los procesos y los productos. Las decisiones de diseño se enmarcan en la selección de las estrategias, de ellas depende en gran medida el éxito de la empresa, pues diseñar correctamente el producto y el proceso, seleccionar el personal y la tecnología adecuados, así como la apropiada solución a los problemas relacionados con la capacidad, la distribución en planta y la ubicación de las instalaciones traen consigo un buen funcionamiento de la organización.

1.4 Factores que intervienen en la distribución espacial de una instalación.

Al diseñar una distribución en planta, es necesario conocer la totalidad de los factores implicados en la misma, así como sus interrelaciones. La influencia e importancia relativa de los mismos puede variar con cada organización y situación concreta; en cualquier caso la solución adoptada para la distribución en planta debe conseguir un equilibrio entre las características y consideraciones de todos los factores, de forma que se obtengan las máximas ventajas.

De manera agregada los factores que tienen influencia sobre cualquier distribución en planta pueden encuadrarse en ocho grupos, los cuales serán comentados a continuación:

Materiales.

Teniendo en cuenta el objetivo fundamental del subsistema de operaciones en la obtención de los bienes y servicios que requiere el mercado, la distribución de los factores productivos dependerá necesariamente de las características de aquellos y de

los materiales sobre los que haya que trabajar. A este respecto son factores fundamentales a considerar el tamaño, forma, volumen, peso y características físicas y químicas de los mismos, que influyen decisivamente en los métodos de producción y en las formas de manipulación y almacenamiento. La bondad de una distribución en planta dependerá en gran medida de la facilidad que aporta en el manejo de los distintos productos y materiales con los que trabaja.

La maquinaria.

Lograr una distribución adecuada es indispensable para tener información respecto a los procesos a emplear, a la maquinaria, utillaje y equipos necesarios, así como la utilización y requerimientos de los mismos. La importancia de los procesos radica en que estos determinan directamente los equipos y máquinas a utilizar y ordenar. El estudio y mejora de métodos queda tan estrechamente ligado a la distribución en planta que, en ocasiones, es difícil discernir cuales de las mejoras conseguidas en una redistribución se deben a esta y cuales a la mejora del método de trabajo ligado a la misma. (Inclusive hay veces en que la mejora en el método se limitará a una reordenación o redistribución de los elementos implicados).

La mano de obra.

También la mano de obra ha de ser ordenada en el proceso de distribución, englobando tanto la directa, como la de supervisión y demás servicios auxiliares. Al hacerlo, debe considerarse la seguridad de los empleados, junto con otros factores, tales como iluminación, ventilación, temperatura, ruidos, etc. De igual forma, habrá de estudiarse la calificación y flexibilidad del personal requerido, así como el número de trabajadores necesarios en cada momento y el trabajo que habrán de realizar. De nuevo surge aquí la estrecha relación del tema que nos ocupa con el diseño del trabajo, pues es clara la importancia del estudio de movimientos para una buena distribución de los puestos de trabajo.

El movimiento.

En relación con este factor hay que tener presente que las manipulaciones no son operaciones productivas, pues no añaden ningún valor al producto. Debido a ello, hay que intentar que sean mínimas y que su realización se combine en lo posible con otras operaciones, sin perder de vista que se persigue la eliminación de los manejos innecesarios y antieconómicos. Se ha de establecer un modelo de circulación a través de

los procesos que sigue el material, de forma que se consiga el mejor aprovechamiento de hombres y equipos y una disminución de los costos de espera innecesarios, planificando el movimiento de entrada y salida de cada operario en el mismo orden en que el material es procesado, tratado o montado.

Las esperas.

Uno de los objetivos que se persiguen al estudiar la distribución en planta es conseguir que la distribución de materiales sea fluida a lo largo de la misma, evitando así el costo que suponen las esperas y demoras que tienen lugar cuando dicha circulación se detiene. Ahora bien, el material en espera no siempre supone un costo a evitar, pues en ocasiones, puede proveer una economía superior (por ejemplo: protegiendo la producción frente a demora de entregas programadas, mejorando el servicio a clientes, permitiendo lotes de producción de tamaño más económico, etc.), lo cual hace necesario que sean considerados los espacios necesarios para los materiales en espera. Solo cuando esta se hace en la misma área de producción, se habla de espera o demora.

Cuando el material espera en un área determinada, dispuesta aparte y determinada a tal fin, se hablará de almacenamiento. Ambos quedarán justificados por una economía y servicio a la producción, aunque, al ser considerados en el diseño de la distribución, esta deberá justificar la ociosidad de los mismos.

Los servicios auxiliares.

Permiten y facilitan la actividad principal que se desarrolla en una planta. Entre ellos podemos citar los relativos al personal (por ejemplo: la inspección y control de calidad) y los relativos a la maquinaria (por ejemplo: mantenimiento y distribución de líneas de servicios auxiliares). Estos servicios aparecen ligados a todos los factores que forman parte de la distribución, estimándose que aproximadamente un tercio de cada planta o departamento suele estar dedicado a los mismos.

El edificio.

La consideración del edificio es siempre un factor fundamental en el diseño de la distribución en planta, pero la influencia del mismo será determinante si este ya existe en el momento de proyectarla. En este caso, su disposición espacial y demás características (por ejemplo: número de pisos, forma de la planta, localización de ventanas y puertas, resistencia de suelos, altura de techos, emplazamiento de las columnas, escaleras,

montacargas, desagües, tomas de corriente, etc.) se presenta como una limitación a la propia distribución del resto de los factores, lo que no ocurre cuando el edificio es de nueva construcción pues, en tal caso, es este el que se proyecta de forma que se adapte a las necesidades de la distribución, la cual podrá plantearse en un principio con mucha mayor libertad.

Los cambios.

Como ya comentamos anteriormente, uno de los objetivos que se persiguen con la distribución en planta es su flexibilidad. Es por tanto ineludible la necesidad de prever las variaciones futuras para evitar que los posibles cambios en los restantes factores que se han enumerado lleguen a transformar una distribución en planta eficiente en otra anticuada que merme beneficios potenciales. Para ello habrá que comenzar por la identificación de los posibles cambios y su magnitud, buscando una distribución capaz de adaptarse dentro de unos límites razonables y realistas.

La flexibilidad se alcanzará en general, manteniendo la distribución original tan libre como sea posible de características fijas, permanentes o especiales, permitiendo la adaptación a las emergencias y variaciones inesperadas de las actividades normales del proceso sin necesidad de tener que ser reordenada (proporcionando equipos suplentes, estableciendo rutas de flujo sustitutivas y estacionamiento de existencias o stocks de compensación en períodos de horas extras o turnos adicionales, etc.) y a través de la capacidad para manejar variedad de productos y-o cantidades diferentes. El desarrollo de los equipos de producción flexibles facilita la consecución de este objetivo.

Se ha expuesto hasta aquí un resumen de las principales consideraciones a tener en cuenta respecto a los factores que entran en juego en un estudio de distribución en planta.

1.5 Clasificación de la Distribución en Planta.

Aunque pueden existir otros criterios es evidente que la forma de organización del proceso productivo resulta determinante para la elección del tipo de distribución en planta. Suelen identificarse tres formas básicas de la distribución en planta: distribuciones por posición fija, orientadas al producto, orientadas al proceso.

Sin embargo, a menudo las características del proceso hacen conveniente la utilización de distribuciones combinadas, o sea, que comparten particularidades de más de una de las tres básicas arriba mencionadas. Nos encontramos entonces ante las distribuciones celulares o híbridas, siendo la más común aquella que mezcla las características de las

distribuciones por producto y por proceso, dando lugar a las distribuciones en planta por células de fabricación.

La producción es el resultado de la acción combinada y coordinada de un conjunto de hombres que empleando maquinaria actúa sobre los materiales, modificando su forma, transformando sus características o combinándolos de diferentes maneras para convertirlos en un producto. En algunos casos son los operarios los que se trasladarán a los puntos donde se realizan las diferentes operaciones; en otros casos es el material o incluso la maquinaria la que se desplaza. (Diego Mas, 2006).

Considerando como criterio exclusivamente al tipo de movimiento de los medios directos de producción, existen tres tipos clásicos de distribución en planta:

- Distribución por posición fija.
- Distribución en cadena, en serie, en línea o por producto.
- Distribución por proceso, por función o por secciones.

1.5.1 Características de la distribución en planta por Posición fija.

La distribución en planta por posición fija es apropiada cuando no es posible mover el producto debido a su peso, tamaño, forma, volumen o alguna característica particular que lo impida. Ello provoca que el material base o principal componente del producto final permanezca inmóvil en una posición determinada, de forma que los elementos que sufren el desplazamiento son el personal, la maquinaria, las herramientas y los diversos materiales que son necesarios en la elaboración del producto, así como los propios clientes en su caso. Esto hace que el resultado de la distribución se limite, en la mayoría de los casos, a la colocación de los diversos materiales y equipos alrededor del emplazamiento del proyecto y sobre todo, a la determinación de los momentos de llegada de esos materiales y de la realización de las distintas operaciones que engloba el proyecto, es decir, a la programación de las actividades.

Proyectos de construcción (por ejemplo: edificios, carreteras, diques, puentes, túneles, etc.). En este caso el costo del manejo de materiales es un factor fundamental en la distribución de los mismos, así como la consideración de las precedencias tecnológicas y la programación.

Proyectos de manufactura por posición fija (por ejemplo: astilleros, aeronáutica, locomotoras, vehículos espaciales, etc.). Los factores a considerar en este caso son similares a los de la anterior. El problema de la distribución se centra en la disposición de

los materiales durante la construcción o fabricación dependiendo su ubicación de su nivel de uso, es decir, a mayor grado de utilización, más cerca se colocarán del lugar de emplazamiento del producto. En muchas ocasiones se opta por la distribución.

En el siguiente cuadro se muestran las ventajas e inconvenientes de este tipo de distribución, así como también se recomienda cuando hacerlo.

Ventajas	Inconvenientes	Se recomienda cuando:
• Poca manipulación de la unidad principal de montaje. • Alta flexibilidad para adaptarse a variantes de un producto e incluso a una diversidad de productos.	• Ocupación de espacio. • Movimiento de las piezas hasta el emplazamiento principal de montaje. • Dificultad para utilizar equipos difíciles de mover.	• El costo de mover la pieza principal es elevado. • El número de unidades a producir es bajo. • Las operaciones requieren principalmente trabajo manual o herramientas o maquinaria ligera.

Tabla 1.1. Ventajas y desventajas de la distribución por posición fija.

1.5.2 Características de la distribución en planta por Producto.

La distribución en planta por producto es la adoptada cuando la producción está organizada bien de forma continua, bien repetitiva, siendo el caso más característico el de las cadenas de montaje. En el primer caso (por ejemplo: refinerías, celulosas, centrales eléctricas, etc.), la correcta interrelación de las operaciones se consigue a través del diseño de la distribución y las especificaciones de los equipos, pero cada caso es tan concreto y especializado que debe quedar en manos de expertos de la industria en cuestión.

Si consideramos en exclusiva la secuencia de operaciones, la distribución es relativamente sencilla, limitándose solo a colocar cada operación tan cerca como sea posible de su predecesora. Las máquinas se sitúan unas junto a otras a lo largo de una línea en la secuencia en que cada una de ellas ha de ser utilizada; el producto sobre el que se trabaja recorre la línea de producción de una estación a otra a medida que sufre las operaciones necesarias. El flujo de trabajo en este tipo de distribución puede adoptar diversas formas dependiendo de cuál se adapte mejor a cada situación completa; las más usuales aparecen en el esquema siguiente:

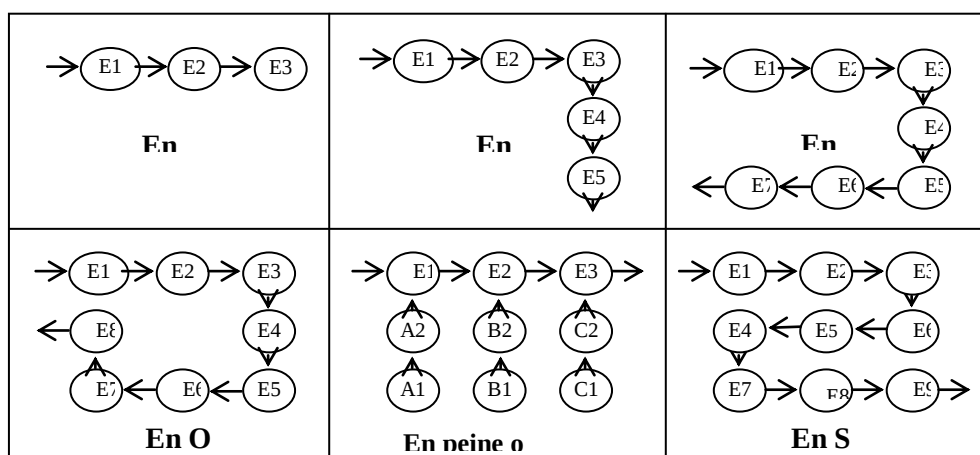


Tabla 1.2. Formas más habituales de las distribuciones en planta por producto.

El cuadro siguiente muestra las ventajas e inconvenientes de este tipo de distribución, y a su vez cuando es aconsejable llevarla a cabo.

Ventajas	Inconvenientes	Se recomienda cuando:
• Mínima manipulación de materiales. • Reducción del tiempo entre el inicio del proceso y la obtención del producto acabado. • Menos material en curso. • Mano de obra más fácil de entrenar y de sustituir. • Programación y control sencillos.	• Mayor inversión. • Rigidez. • Diseño y puesta a punto más complejos. • El ritmo de producción lo marca la máquina más lenta. • Una avería puede interrumpir todo el proceso. • Tiempos muertos en algunos puestos de trabajo. • El aumento del rendimiento individual no repercute en el rendimiento global.	• Alto volumen de producción de unidades idénticas o bastante parecidas. • Demanda estable.

Tabla 1.3. Ventajas y desventajas de la distribución por producto.

1.5.3 Características de la distribución en planta por proceso.

La distribución en planta por proceso se adopta cuando la producción se organiza por lotes (por ejemplo: muebles, talleres de reparación de vehículos, sucursales bancarias, etc.). El personal y los equipos que realizan una misma función general se agrupan en una misma área, de ahí que estas distribuciones sean denominadas por funciones o por talleres. En ellas los distintos ítems tienen que moverse de un área a otra, de acuerdo con la secuencia de operaciones establecidas para su obtención. Esto hace indispensable la adopción de distribuciones flexibles con especial hincapié en la

flexibilidad de los equipos utilizados para el transporte y manejo de materiales de unas áreas de trabajo a otras.

Ventajas	Inconvenientes	Se recomienda cuando:
• Mayor utilización de los equipos y por tanto menor inversión. • Flexibilidad para los cambios en los productos y en la demanda. • Mayor fiabilidad. • Posibilidad de individualizar rendimientos.	• Movimiento de materiales costoso. • Alto stock de materiales en curso de elaboración. • Programación compleja.	• Variedad de productos y demanda baja o intermitente de cada uno de ellos. • Maquinaria cara o difícil de trasladar.

Tabla 1.4. Ventajas y desventajas de la distribución por procesos.

A modo general podemos resumir las principales características de las tres distribuciones básicas en el siguiente cuadro:

	D.P. por Producto	D.P. por Proceso	D.P. por Posición Fija
• Producto	• Estandarizado • Alto volumen de producción • Tasa de producción constante	• Diversificados • Volúmenes de producción variables. • Tasas de producción variables	• Normalmente, bajo pedido • Volumen de producción bajo (con frecuencia una sola unidad)
• Flujo de trabajo	• Línea continua o cadena de producción • Todas las unidades siguen la misma secuencia de operaciones	• Flujo variable • Cada ítem puede requerir una secuencia de operaciones propia	• Mínimo o inexistente • El personal, la maquinaria y los materiales van al producto cuando se necesitan
• Mano de obra	• Altamente especializada y poco calificada • Capaz de realizar tareas rutinarias y repetitivas a ritmo constante	• Fundamentalmente calificada, sin necesidad de estrecha supervisión y moderadamente adaptable.	• Alta flexibilidad de la mano de obra (la asignación de tareas es variable)
• Personal • Staff	• Numeroso personal	• Necesario en programación,	• Fundamental en la programación y

	auxiliar en supervisión, control y mantenimiento.	manejo de materiales y control de la producción y los inventarios	coordinación de actividades
• Manejo de materiales	• Previsible, sistematizado y a menudo automatizado	• Variable, a menudo hay duplicaciones, esperas y retrocesos	• Variable y a menudo escaso. En ocasiones se requieren equipos (de tipo universal) para cargas pesadas
• Inventarios	• Alto inventario de productos terminados • Alta rotación de inventarios de materias primas y material en proceso.	• Escaso inventario de productos terminados • Altos inventarios y baja rotación de materias primas y materiales en curso.	• Inventarios variables y frecuentes inmovilizaciones (ciclo de trabajo largo).
• Utilización del espacio	• Eficiente: elevada salida por unidad de superficie	• Ineficiente: baja salida por unidades de superficie • Gran necesidad de espacio del material en proceso.	• Generalmente toda la superficie es requerida por un único producto (una sola unidad)
• Necesidades de capital	• Elevada inversión en procesos y equipos altamente especializados	• Inversiones más bajas en proceso y equipos de carácter general	• Equipos y procesos móviles de carácter general.
• Costo del producto	• Costos fijos relativamente altos • Bajo costo unitario por mano de obra y materiales	• Costos fijos relativamente bajos • Alto costo unitario por mano de obra y materiales	• Costos fijos relativamente bajos • Alto costo unitario por mano de obra y materiales

Tabla 1.5. Características generales de las distribuciones básicas en planta.

1.5.4 Células de trabajo o células de fabricación flexible.

Este sistema propone la creación de unidades productivas capaces de funcionar con cierta independencia denominadas células de fabricación flexibles. Dichas células son

agrupaciones de máquinas y trabajadores que realizan una sucesión de operaciones sobre un determinado producto o grupo de productos. Las salidas de las células pueden ser productos finales o componentes que deben integrarse en el producto final o en otros componentes. En este último caso, las células pueden disponerse junto a la línea principal de ensamblaje, facilitando la inclusión del componente en el proceso en el momento y lugar oportunos. La distribución interna de células de fabricación puede realizarse a su vez por proceso, por producto o como mezcla de ambas, aunque lo más frecuente es la distribución por producto.

Las ventajas e inconvenientes de la distribución celular aparecen en la siguiente tabla:

Ventajas	Inconvenientes
• Mejora de las relaciones humanas (en las células un equipo de trabajadores completa una unidad de trabajo. Estos son entrenados para manejar cualquiera de las maquinarias de su célula y asumen de forma conjunta la responsabilidad de los resultados de los outputs). • Mejora de la pericia de los operarios (los trabajadores realizan solo un número limitado de ítems en un ciclo de producción finito. El incremento en la repetitividad permite un aprendizaje más rápido). • Disminución del material en proceso (una misma célula engloba varias etapas del proceso de producción, por lo que el traslado y manejo de materiales a través de la planta se ve reducido). • Disminución de los tiempos de preparación (hay que hacer menos cambios de herramientas puesto que el tipo de ítems a los que se dedican los equipos esta ahora limitado). • Disminución de los tiempos de fabricación. • Simplificación de la planificación. • Se facilita la supervisión y el control visual.	• Incremento del costo y desorganización por el cambio de una distribución de proceso a una celular. • Normalmente, reducción de la flexibilidad del proceso. • Potencial incremento de los tiempos inactivos de las máquinas (estas se encuentran ahora dedicadas a la célula y difícilmente podrán ser utilizadas todo el tiempo). • Riesgo de que las células queden obsoletas a medida que cambian los productos y/o los procesos.

Tabla 1.6. Ventajas e inconvenientes de la distribución celular.

Además del tipo de movimiento de los diferentes medios de producción, otro factor que puede afectar determinantemente al tipo de distribución adoptada es la clase de operación de producción que se realiza en la actividad industrial. Las tres clases de operaciones de producción fundamentales son:

Elaboración o fabricación: las operaciones van encaminadas a cambiar la forma del material inicial para obtener el producto final (inyección de plásticos, embutición de metales).

Tratamiento: para obtener el producto final las operaciones transforman las características del material de partida (transformación del acero, fabricación de graña de plástico).

Montaje: para obtener el producto final las operaciones unen unas piezas a otras, materiales sobre las piezas o sobre un material inicial o base (elaboración de calzado o montaje de automóviles).

Desde el punto de vista de su influencia sobre la determinación de la distribución en planta más adecuada para cada caso, las operaciones de elaboración y tratamiento pueden considerarse como una única actividad dada su similitud, así pues, los tres tipos clásicos de distribución en planta combinados con los dos modos de operación de producción, dan lugar a seis tipos de distribución en planta básicos.

No es corriente que las operaciones de montaje adopten distribuciones por proceso, dado que la maquinaria para este tipo de operación suele ser ligera y de fácil desplazamiento. Sin embargo, las operaciones de elaboración y tratamiento no suelen emplear distribuciones en posición fija, puesto que la maquinaria suele desempeñar un papel importante en este proceso y no suele ser fácil moverla. De esta manera se reducen a cuatro las tipologías básicas de distribución en planta.

1.6 Necesidad de la realización de proyectos o estudios e localización y distribución en planta.

En la vida real se pueden dar varias situaciones que llevan a una organización a entenderse y orientarse a estudios de distribución en planta.

Proyecto de una Planta Completamente Nueva: En este tipo de proyecto se diseñará el edificio de la empresa desde el principio. Este caso de distribución en planta se suele dar

cuando se inicia un nuevo tipo de producción o la fabricación de un nuevo producto o cuando la empresa se expansiona y traslada a una nueva área.

Expansión o Traslado a una Planta ya Existente: En este caso, los edificios y servicios ya están allí limitando la distribución. El problema principal consiste en adaptar el producto, los elementos y el personal de una organización ya existente en una planta distinta que también ya existe.

Reordenación de una distribución ya existente. Esta distribución es la más frecuente, sobre todo en cambios de diseño del producto y en la modernización del equipo de producción. Aquí también existe una limitación dada por las dimensiones del edificio y su forma.

Ajustes menores en una distribución ya existente. Se presenta cuando varían las condiciones de la operación, esta también es una buena oportunidad para introducir mejoras con mínimo de costos. Aplicándose gastos menores para adaptarse a las variaciones de la demanda.

Al crear y poner en funcionamiento una unidad de producción, se determina en primer lugar: qué, cuánto, cómo y con qué producir, definiéndose una serie de factores a coordinar. La distribución en planta facilita dicha coordinación pues pretende ordenar de la forma más satisfactoria, los elementos y equipos disponibles, pudiendo estar fijado o no el espacio total donde se realizará la ubicación..

1.7 Reglas y principios a tener en cuenta en una distribución en planta.

Existen principios que debe cumplir una distribución en planta según diversos autores. Según Muther estos objetivos pueden resumirse y plantearse en forma de principios, sirviendo de base para establecer una metodología que permita abordar el problema de la distribución en planta de forma ordenada y sistemática. (Muther, 1981)

Principio de la integración de conjunto: “la mejor distribución es la que integra a los operarios, los materiales, la maquinaria, las actividades, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes”.

Rockstroh y Muther han conformado algunas reglas básicas o principios que deben ser observados a la hora de realizar la distribución en plantas o layout de un taller individual (sistema parcial), como parte componente de la concepción general de la fábrica o sistema fabril en su conjunto.

De las propias experiencias de Rockstroh y válidas para la elaboración de los planes de distribución de máquinas o instalaciones en general en los diferentes talleres individuales, son las reglas básicas siguientes:

1. Un ordenamiento e instalación óptima de las máquinas en un taller deben garantizar de manera efectiva la función tecnológica a ellas encomendadas, así como las relaciones con el exterior al sistema parcial considerado. Deben ser considerados y de fácil reconocimiento: posibles posiciones peligrosas puntos de unión con los sistemas de transporte las áreas de operación y servicio de las máquinas, así como las áreas libres para la reparación de los equipos.
2. Debe procurarse en lo posible, el aprovechamiento más racional del sistema constructivo sin grandes gastos, previendo para ello el uso adecuado del área y la altura. Para estos fines, así como para lograr un mejor aprovechamiento de la capacidad de la grúas (en aquellos sectores que la poseen suele procederse a separar la producción de los costos constructivos y una mayor racionalidad en el uso de los edificios entre otras ventajas.
3. En el ordenamiento espacial de las máquinas y equipos se deben considerar las influencias de las condiciones ambientales que pueden provocar una disminución de la calidad del trabajo. En nuestras condiciones climáticas revisten especial importancia los problemas relativos a la protección contra la incidencia solar específicamente sobre la elevación o fachada sur y la ventilación (natural y mecánica). En muchos casos la protección contra la incidencia directa de los rayos del sol (sobre todo en la pared sur), causa un aumento en los casos debido a la necesidad de adoptar soluciones constructivas (por ejemplo, quiebra soles, aleros) que permitan reducir estos efectos negativos.
4. Para obtener una alta flexibilidad de la distribución de máquinas y equipos en el área del taller, además de prever el método de instalación más adecuado en cada caso, deben ser agrupados en lo posible, aquellos puntos fijos de la distribución (banco de ajustes, medios de transporte y elevación fijos, máquinas instaladas con grandes cimentaciones, oficinas de taller, pañoles, almacenes, etc), en lugares donde no afecten posibles cambios en la maquinaria. En estos casos se prevén siempre que sea posible, las divisiones interiores de los talleres con elementos móviles (por

ejemplo, cercas) que permitan una mayor flexibilidad ante posibles cambios en la distribución.

5. Las vías de transporte interno a los talleres para el movimiento de montacargas, personas, así como los caminos de rodamiento para los sistemas de transporte elevado, deben ser correctamente señalizados y no puede permitirse que sean interrumpidos por máquinas, equipos o partes móviles de estos en posiciones extremas. Los pasillos interiores deben ser rectos en lo posible y evitarse las esquinas ciegas, de modo que su ancho y configuración garanticen el movimiento de los medios de transporte y elevación que por ellos circulen. Los pasillos principales no deben cruzarse a nivel debe evitarse que estos se encuentren situados junto a elementos constructivos fijos (paredes, columnas, etc.). Resulta ventajoso que las vías interiores sean diferenciadas para el transporte de materiales y personas.
6. Debe ser evitado el ordenamiento de las máquinas y puestos de trabajo en general, paralelo a vías de transporte cuando la posición de operación o servicios de estos, haga que el operario se sitúe de espaldas a la vía, sobre todo en vías principales. Al menos debe procurarse un ordenamiento inclinado a la vía.
7. Las vías de transporte interno a los talleres, así como los puestos de trabajo no puedes estar situados cerca y en una dirección falsa respecto a las puertas vaivén. Las puertas y pórticos deben estar ubicadas en lo posible de forma que abran en la dirección principal del flujo de producción (sobre todo en aquellas que permiten la salida de más de 15 personas simultáneamente), y no interrumpir el desarrollo del proceso de producción igualmente deben ser previstas puertas que permitan ser abiertas o cerradas en forma mecánica o automática.
8. Cuando son necesarios varios sistemas de transporte diferentes para garantizar el movimientos de materiales y piezas en el marco de un mismo flujo, es preciso asegurar que dicho movimiento se realice con el mínimos de medios adicionales intermedios (eventualmente ninguno).
9. Para la observación, control y atención a múltiples máquinas o equipos resulta ventajoso en la mayoría de los casos un ordenamiento inclinado o irregular (asimétrico) de las máquinas.

10. Entre máquinas, equipos y puestos de trabajo, así como entre estas y los elementos constructivos (paredes, columnas) debe ser previstas una distancia mínima de 600 a 700 mm, y en algunos casos más.
11. En aquellos talleres donde sea necesario el trabajo de máquinas de precisión o instalaciones que se vean afectadas en su funcionamiento por las vibraciones procedentes de otras máquinas o equipos o que estas sean fuentes de vibraciones que puedan afectar a otras máquinas, equipos, edificios, personas, etc., deben ser sometidas a un aislamiento pasivo o activo según sea el caso, seleccionando para ello el método de instalación más adecuado.

En estas onces reglas básicas se recogen en forma general los aspectos fundamentales que se deben considerar a elaborar los planes de distribución de máquinas, equipos y puestos de trabajo. Otro tanto plantea Muther, cuando agrupa los objetivos básicos de una distribución en planta o layout en seis principios básicos:

Principio de la integración de conjunto: La mejor distribución es la que integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como o cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.

Principio de la mínima distancia recorrida: En igualdad de condiciones es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por materiales, piezas, etc., sea la más corta.

Principio de la circulación o flujo de materiales: En igualdad de condiciones es mejor aquella distribución que ordena las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en lo posible en el orden o secuencia en que se transforman, tratan o ensamblan los materiales, piezas, etc.

Principio del espacio cúbico: La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo el espacio disponible tanto vertical como horizontal.

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

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

1.8 Ventajas de una eficiente Distribución en Planta.

Las ventajas que resultan de una eficiente distribución en planta no sólo abarcan la ordenación más económica de las áreas de trabajo y equipo sino también una ordenación segura y satisfactoria para los empleados, estas son las siguientes:

1. Se reducen los riesgos de enfermedades profesionales y de accidentes de trabajo, eliminándose lugares inseguros, pasos peligrosos y materiales en los pasillos.
2. Se mejora la moral y se da mayor satisfacción al obrero, evitando áreas incómodas y que hacen tedioso el trabajo para el personal.
3. Se aumenta la producción, ya que cuanto más perfecta es una distribución se disminuyen los tiempos de proceso y se aceleran los flujos.
4. Se obtiene un menor número de retrasos, reduciéndose y eliminándose los tiempos de espera, al equilibrar los tiempos de trabajo y cargas de cada departamento.
5. Se obtiene un ahorro de espacio, al disminuirse las distancias de recorrido y eliminarse pasillos inútiles y materiales en espera.
6. Se reduce el manejo de materiales distribuyendo por procesos y diseñando líneas de montaje.
7. Se utiliza mejor la maquinaria, la mano de obra y los servicios.
8. Se reduce el material en proceso.
9. Se facilitan las tareas de vigilancia y control, ubicando adecuadamente los puestos de supervisión de manera que se tenga una completa visión de la zona de trabajo y de los puntos de demora.
10. Se reducen los riesgos de deterioro del material y se aumenta la calidad del producto, separando las operaciones que son nocivas unas a otras.
11. Se facilita el ajuste al variar las condiciones. Es decir al prever las ampliaciones, los aumentos de demanda o reducciones del mercado se eliminan los inconvenientes de las expansiones o disminuciones de la planta.
12. Se mejora y facilita el control de costos, al reunir procesos similares, que facilitan la contabilidad de costos.
13. Se obtienen mejores condiciones sanitarias, que son indispensables tanto para la

calidad de los productos, como para favorecer la salud de los trabajadores.

1.9 Métodos para mejorar una distribución en planta en sistemas industriales.

El estudio de metodologías para el diseño de distribuciones en planta en instalaciones industriales, se produjo fundamentalmente en la década de los años 50, y entre sus autores se destacan Immer, 1950, Buffa, 1955. (Diego Mas, 2006.) Los métodos de generación de Layout, no solo persiguen la enumeración exhaustiva de todas las soluciones acorde con los requerimientos, sino que cumplen una labor de filtro inicial de los mismos, muchos son los métodos propuestos y solo la enumeración de los mismos abarcaría el contenido de una tesis, por esto solo se va a mencionar un reducido número de los más utilizados:

- Planeación sistemática de la distribución en planta (SLP).
- Método lineal de ordenamiento (Método Húngaro)
- Método triangular.
- Método de los momentos de carga
- Método de los eslabones
- Método relacional basado en la teoría de redes.

Uno de los objetivos que persigue la distribución en planta es la flexibilidad. Es por tanto ineludible la necesidad de prever las variaciones futuras para evitar que los posibles cambios en los restantes factores que se han enumerado lleguen a transformar una distribución en planta eficiente en otra anticuada que merme beneficios potenciales. Para ello habrá que comenzar por la identificación de los posibles cambios y su magnitud, buscando una distribución capaz de adaptarse dentro de unos límites razonables y realistas

En el año 1961, Richard Muther presenta “Systematic Layout Planning”, o método SLP, que incorpora el flujo de materiales, y es común para el diseño de todo tipo de Distribución en planta independiente de su naturaleza, plantas industriales, hospitales, oficinas, locales comerciales etc. La amplia aceptación de este procedimiento y la extensión que los tres modelos de distribuciones básicas en planta han tenido, han sido la causa que no haya habido posteriores investigaciones de relieve en este contexto.

Los métodos precedentes al SLP son simples e incompletos y los desarrollados con posterioridad son en muchos casos variantes de éste, más o menos ampliadas, siendo el método de Muther el más difundido entre la bibliografía consultada. De tal forma, es posible afirmar que el SLP ha sentado precedentes y ha marcado un antes y un después en el diseño de instalaciones de producción y servicios como área del conocimiento de la investigación de operaciones. (Del Río Cidoncha, 2003).

1.9.1 Método de planeación sistemática de la distribución en planta.

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 1961 como un procedimiento sistemático multicriterio, igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes. El método 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 ellos (Muther, 1968).

Fases de Desarrollo del método SLP.

Las cuatro fases o niveles de la distribución en planta (ver Figura 1.3), que además pueden superponerse uno con el otro, son según (Muther, 1981)

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 debe solaparse unas con otras.

A continuación se describe de forma general los pasos del procedimiento

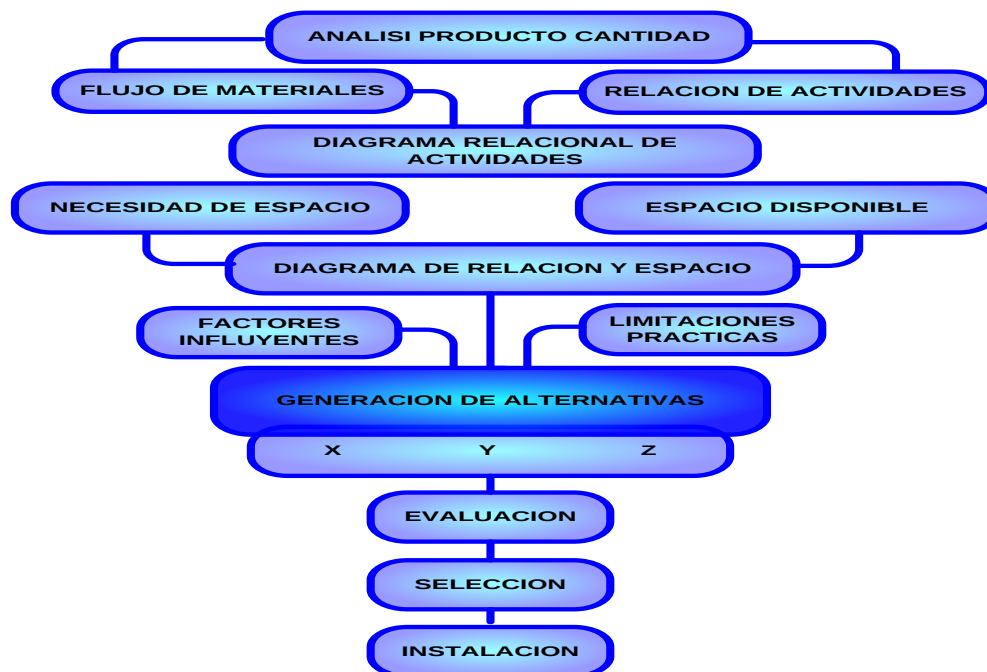


Figura 1.3. Esquema Del Systematic Layout Planning. Fuente (Muther, 1968).

Paso 1: Análisis producto-cantidad

Lo primero que se debe conocer para realizar una distribución en planta es qué se va a producir y en qué cantidades, y estas previsiones deben disponer para cierto horizonte temporal. A partir de este análisis es posible determinar el tipo de distribución adecuado para el proceso objeto de estudio.

En cuanto al volumen de información, pueden presentarse situaciones variadas, porque el número de productos puede ir de uno a varios miles. Si la gama de productos es muy amplia, convendrá formar grupos de productos similares, para facilitar el tratamiento de la información, la formulación de previsiones, y compensar que la formulación de previsiones para un solo producto puede ser poco significativa. Posteriormente se organizarán los grupos según su importancia, de acuerdo con las previsiones efectuadas. (Muther, 1981) recomienda la elaboración de un gráfico en el que se representen en abscisas los diferentes productos a elaborar y en ordenadas las cantidades de cada uno. Los productos deben ser representados en la gráfica en orden decreciente de cantidad producida. En función del gráfico resultante es recomendable la implantación de uno u otro tipo de distribución.

Paso 2: Análisis del recorrido de los productos (flujo de producción)

Se trata en este paso de determinar la secuencia y la cantidad de los movimientos de los productos por las diferentes operaciones durante su procesado. A partir de la información del proceso productivo y de los volúmenes de producción, se elaboran gráficas y diagramas descriptivos del flujo de materiales.

Tales instrumentos no son exclusivos de los estudios de distribución en planta; son o pueden ser los mismos empleados en los estudios de métodos.

Entre estos se cuenta con:

- Diagrama OTIDA
- Diagrama de acoplamiento.
- Diagrama As-Is
- Curso gramas analíticos.
- Diagrama multiproducto.
- Matrices origen- destino.
- Diagramas de hilos.
- Diagramas de recorrido.

De estos diagramas no se desprende una distribución en planta pero sin dudas proporcionan un punto de partida para su planteamiento. No resulta difícil a partir de ellos

establecer puestos de trabajo, líneas de montaje principales y secundarias, áreas de almacenamiento, etc.

Paso 3: Análisis de las relaciones entre actividades.

Conocido el recorrido de los productos, debe plantearse el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas, los medios auxiliares, los sistemas de manipulación y los diferentes servicios de la planta. Estas relaciones no se limitan a la circulación de materiales, pudiendo ser ésta irrelevante o incluso inexistente entre determinadas actividades. La no existencia de flujo material entre dos actividades no implica que no puedan existir otro tipo de relaciones que determinen, por ejemplo, la necesidad de proximidad entre ellas; o que las características de determinado proceso requieran una determinada posición en relación a determinado servicio auxiliar. El flujo de materiales es solamente una razón para la proximidad de ciertas operaciones unas con otras.

Entre otros aspectos, el proyectista debe considerar en esta etapa las exigencias constructivas, ambientales, de seguridad e higiene, los sistemas de manipulación necesarios, el abastecimiento de energía y la evacuación de residuos, la organización de la mano de obra, los sistemas de control del proceso, los sistemas de información, etc.

Esta información resulta de vital importancia para poder integrar los medios auxiliares de producción en la distribución de una manera racional. Para poder representar las relaciones encontradas de una manera lógica y que permita clasificar la intensidad de dichas relaciones, se emplea la tabla relacional de actividades (Figura 1.4), consistente en un diagrama de doble entrada, en el que quedan plasmadas las necesidades de proximidad entre cada actividad y las restantes según los factores de proximidad definidos a tal efecto. Es habitual expresar estas necesidades mediante un código de letras, siguiendo una escala que decrece con el orden de las cinco vocales: A (absolutamente necesaria), E (especialmente importante), I (importante), O (importancia ordinaria) y U (no importante); la indeseabilidad se representa por la letra X.

En la práctica, el análisis de recorridos expuesto en el apartado anterior se emplea para relacionar las actividades directamente implicadas en el sistema productivo, mientras que la tabla relacional permite integrar los medios auxiliares de producción.

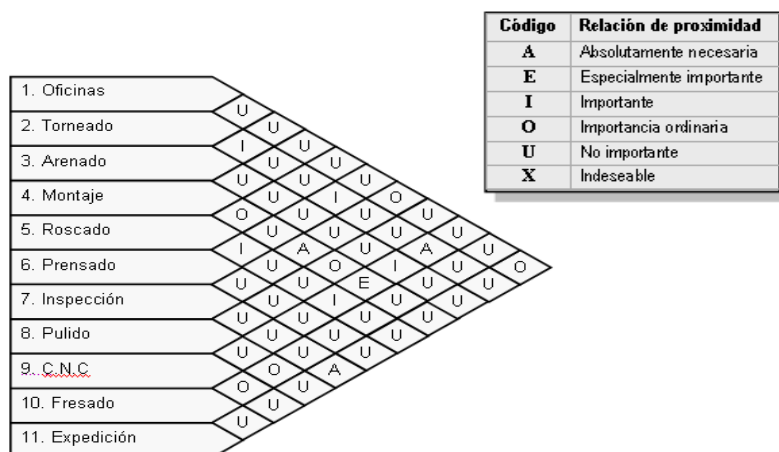


Figura 1.4. Tabla relacional de actividades (Ejemplo de su aplicación en una empresa de la industria sideromecánica).

Paso 4: Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades

La información recogida hasta el momento, referente tanto a las relaciones entre las actividades como a la importancia relativa de la proximidad entre ellas, es recogida en el Diagrama Relacional de Actividades. Éste pretende recoger la ordenación topológica de las actividades en base a la información de la que se dispone. De tal forma, en dicho grafo los departamentos que deben acoger las actividades son adimensionales y no poseen una forma definida.

El diagrama es un grafo en el que las actividades son representadas por nodos unidos por líneas. Estas últimas representan la intensidad de la relación (A,E,I,O,U,X) entre las actividades unidas a partir del código de líneas que se muestra en la Figura 1.5.

A continuación este diagrama se va ajustando a prueba y error, lo cual debe realizarse de manera tal que se minimice el número de cruces entre las líneas que representan las relaciones entre las actividades, o por lo menos entre aquellas que representen una mayor intensidad relacional. De esta forma, se trata de conseguir distribuciones en las que las actividades con mayor flujo de materiales estén lo más próximas posible (cumpliendo el principio de la mínima distancia recorrida, y en las que la secuencia de las actividades sea similar a aquella con la que se tratan, elaboran o montan los materiales (principio de la circulación o flujo de materiales).

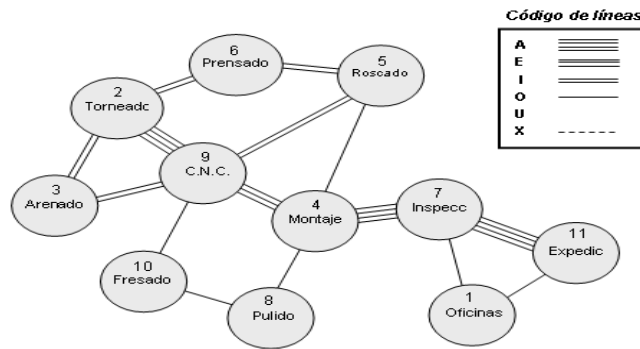


Figura 1.5 Diagrama relacional de actividades. (Ejemplo de su aplicación en una empresa sideromecánica).

Paso 5: Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios

El siguiente paso hacia la obtención de alternativas factibles de distribución es la introducción en el proceso de diseño, de información referida al área requerida por cada actividad para su normal desempeño. El planificador debe hacer una previsión, tanto de la cantidad de superficie, como de la forma del área destinada a cada actividad.

Según Diego Más, no existe un procedimiento general ideal para el cálculo de las necesidades de espacio. El proyectista debe emplear el método más adecuado al nivel de detalle con el que se está trabajando, a la cantidad y exactitud de la información que se posee y a su propia experiencia previa. El espacio requerido por una actividad no depende únicamente de factores inherentes a sí misma, si no que puede verse condicionado por las características del proceso productivo global, de la gestión de dicho proceso o del mercado. Por ejemplo, el volumen de producción estimado, la variabilidad de la demanda o el tipo de gestión de almacenes previsto pueden afectar al área necesaria para el desarrollo de una actividad. En cualquier caso, según dicho autor, hay que considerar que los resultados obtenidos son siempre previsiones, con base más o menos sólida, pero en general con cierto margen de error. (Diego Más, 2006)

El ajuste de las necesidades y disponibilidades de espacio suele ser un proceso iterativo de continuos acuerdos, correcciones y reajustes, que desemboca finalmente en una solución que se representa en el llamado Diagrama Relacional de Espacios.

Paso 6: Desarrollo del Diagrama Relacional de Espacios

El Diagrama Relacional de Espacios es similar al Diagrama Relacional de Actividades presentado previamente, con la particularidad de que en este caso los símbolos

distintivos de cada actividad son representados a escala, de forma que el tamaño que ocupa cada uno sea proporcional al área necesaria para el desarrollo de la actividad (Figura 1.6).

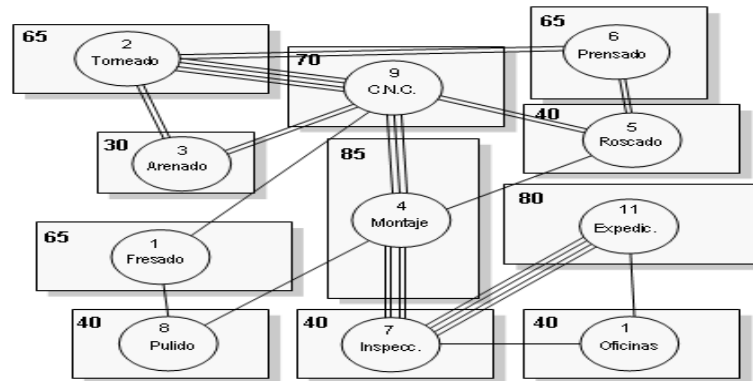


Figura 1.6 Diagrama relacional de espacios con indicación del área requerida por cada actividad. (Ejemplo de su aplicación en una empresa de la industria sideromecánica).

En estos símbolos es frecuente añadir, además, otro tipo de información referente a la actividad como, por ejemplo, el número de equipos o la planta en la que debe situarse. Con la información incluida en este diagrama se está en disposición de construir un conjunto de distribuciones alternativas que den solución al problema. Se trata pues de transformar el diagrama ideal en una serie de distribuciones reales, considerando todos los factores condicionantes y limitaciones prácticas que afectan al problema.

Entre estos elementos se pueden citar características constructivas de los edificios, orientación de los mismos, usos del suelo en las áreas colindantes a la que es objeto de estudio, equipos de manipulación de materiales, disponibilidad insuficiente de recursos financieros, vigilancia, seguridad del personal y los equipos, turnos de trabajo con una distribución que necesite instalaciones extras para su implantación.

A pesar de la aplicación de las más novedosas técnicas de distribución, la solución final requiere normalmente de ajustes imprescindibles basados en el sentido común y en el juicio del distribuidor, de acuerdo a las características específicas del proceso productivo o servicio que tendrá lugar en la planta que se proyecta. No es extraño que a pesar del apoyo encontrado en el software disponible en la actualidad, se sigan utilizando las técnicas tradicionales y propias de la distribución en la mayoría de las ocasiones. De tal forma, sigue siendo un procedimiento ampliamente utilizado la realización de maquetas de la planta y los equipos bi o tridimensionales, de forma que estos puedan ir

colocándose de distintas formas en aquella hasta obtener una distribución aceptable. (Muther, 1981) aconseja de dos a cinco.

Como se indica en la figura 1.2 el *Systematic Layout Planning* (SLP) finaliza con la implantación de la mejor alternativa tras un proceso de evaluación y selección. El planificador puede optar por diversas formas de generación de *layouts* (desde las meramente manuales hasta las más complejas técnicas metaheurísticas), y de evaluación de los mismos.

Métricas de distancia y forma.

Un elemento es importante abordar antes de resolver cualquier técnica de las abordadas y es la necesidad de determinar la forma en que determinará la distancia entre las áreas, así como la forma de cada área.

Métricas de distancia.

En algunos planteamientos de distribuciones en planta las funciones evaluadoras miden únicamente la adyacencia entre actividades; es decir, que las actividades que así lo requieran posean una frontera común, aunque lo más habitual es medir si la disposición de las actividades es adecuada en base a la distancia a las que han sido ubicadas.

Aunque hay otras posibilidades, las métricas más frecuentemente empleadas miden la distancia entre los centroides de las áreas asignadas a las actividades. Ésta es una simplificación debida a que la localización de los puntos de recepción y expedición de materiales en cada actividad, son desconocidas hasta que no se determine la distribución detallada y escogida los sistemas de transporte de materiales. Así pues, el centroide representa en estos modelos tanto el punto de recepción como el de expedición del flujo de materiales interdepartamental.

A partir de análisis teniendo en cuenta que la distancia n-dimensional entre dos actividades *i* y *j* se determina de la forma:

$$d_{ij}(p) = \sqrt[p]{\sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}|^p}$$

Haciendo variar *p* se obtienen diferentes métricas:

- Euclídea
- Euclídea cuadrática
- Contorno lateral
- Camino más corto
- Adyacencia

Esta última es la métrica más sencilla que únicamente distingue si las actividades comparten algunos de sus lados. Es estimada con criterios cualitativos que estiman la conveniencia o no de que dos actividades sean adyacentes.

Medición de la forma

El establecimiento de restricciones de tipo geométrico a las actividades en los problemas multiárea requiere definir maneras de evaluar la calidad de las formas de los departamentos a que son asignadas.

Paso 7: Evaluación de las alternativas de distribución de conjunto y selección de la mejor distribución

Una vez desarrolladas las soluciones, hay que proceder a seleccionar una de ellas, para lo que es necesario realizar una evaluación de las propuestas, lo que nos pone en presencia de un problema de decisión multicriterio. La evaluación de los planes alternativos determinará que propuestas ofrecen la mejor distribución en planta. Los métodos más referenciados entre la literatura consultada con este fin se relacionan a continuación:

- a) Comparación de ventajas y desventajas
- b) Análisis de factores ponderados
- c) Comparación de costos

Probablemente el método más fácil de evaluación de los mencionados anteriormente es el de enlistar las ventajas y desventajas que presenten las alternativas de distribución, o sea un sistema de "pros" y "contras". Sin embargo, este método es el menos exacto, por lo que es aplicado en las evaluaciones preliminares o en las fases (I y II) donde los datos no son tan específicos.

Por su parte, el segundo método consiste en la evaluación de las alternativas de distribución con respecto a cierto número de factores previamente definidos y ponderados según la importancia relativa de cada uno sobre el resto, siguiendo para ello una escala que puede variar entre 1-10 o 1-100 puntos. De tal forma se seleccionará la alternativa que tenga la mayor puntuación total. Esto aumenta la objetividad de lo que pudiera ser un proceso muy subjetivo de toma de decisión. Además, ofrece una manera excelente de implicar a la dirección en la selección y ponderación de los factores, y a los supervisores de producción y servicios en la clasificación de las alternativas de cada factor.

El método más substancial para evaluar las Distribuciones de Planta es el de comparar costos. En la mayoría de los casos, si el análisis de costos no es la base principal para tomar una decisión, se usa para suplementar otros métodos de evaluación. Las dos razones principales para efectuar un análisis de costos son: justificar un proyecto en particular y comparar las alternativas propuestas. El preparar un análisis de costos implica considerar los costos totales involucrados o solo aquellos costos que se afectarán por el proyecto. (Gosende, 2008)

1.11 Conclusiones parciales.

1. Se estudian los elementos y conceptos fundamentales sobre la distribución en planta y su relación con el enfoque en sistemas resaltando la existencia de diversas metodologías y procedimientos, las causas que la originen síntomas y problemas en la misma.
2. La influencia e importancia relativa de los factores de D.P varían con cada organización y situación concreta; y la solución adoptada para la distribución debe conseguir un equilibrio entre las características y consideraciones de todos los factores, de forma que se obtengan las máximas ventajas.
3. Se realiza un estudio de la metodología conocida como SLP, esta ha sido la más aceptada y la más comúnmente utilizada para la solución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones independientemente de su naturaleza, desarrollada por Richard Muther en 1961 como un procedimiento sistemático.

Capítulo 2

Capítulo II: Caracterización y situación actual de la distribución en planta de la UBE carpintería de madera perteneciente a la ECOA #37.

El presente capítulo describe el objeto de estudio para así dar a conocer sus estructuras y caracterización. Además se describe el problema que determina la realización de esta investigación referida a que la distribución en planta existente así como el equipamiento tecnológico instalado no satisface las presentes y futuras necesidades de esta unidad empresarial por lo que hoy se hace necesario encontrar una mejora a la distribución que permita gestionar un eficiente comportamiento de los procesos productivos para la producción de elementos de carpintería de madera y así lograr los objetivos planteados del análisis bibliográfico realizado en el capítulo anterior.

2.1. Descripción de la organización y Características generales.

En el año 1982 fue creada la Empresa Constructora Integral # 7 (ECI # 7) formada por la unión de la ECOA # 15, ECOA # 29 y ECOING # 12 y también fue creada la ECOIND # 12 (al iniciarse la construcción de la Refinería) esta empresa se formó con integrantes de la ECOIND # 6 de esta provincia y la ECOIND # 5 de la provincia de Sancti Espíritus.

En el año 1994; fue unida a la ECOIND # 12, la ECI 7 compuesta por 4 Brigadas de Civil, una de Montaje, Movimiento de Tierra y una Planta de Asfalto en Pepito Tey, además de cuatro Establecimientos de Apoyo, (Base de Reparaciones, Taller de Producción Industrial, Planta Dosificadora de Hormigón y ATM., (incluye atención al hombre).

A partir del año 1995; se integraron a esta empresa cinco brigadas constructoras de la ECOING 25 de Villa Clara que ejecutan obras en este territorio, estas fueron: Máximo Gómez, Riego por Aspersión, Fuerza #2, Escambray y Planta de Asfalto Cartagena.

En el año 1997 se desagregó de nuestra empresa la actual ECOING # 12; integrada por cuatro Brigadas Constructoras (Máximo Gómez, Fuerza # 2, Escambray y Riego por Aspersión) 2 Plantas de Asfalto (Pepito Tey y Cartagena)

En este propio año por interés del territorio esta empresa se anexó al Contingente 5 de Septiembre, integrada por cuatro Brigadas Constructoras y dos Establecimientos anexados a estas Brigadas; aunque funcionaba independiente, con el nombre de ECOI # 6 Arquitectura, no tenía estructura de empresa jurídicamente, utilizando las mismas

directivas de la antigua empresa, las Brigadas que componían este grupo eran la # 6 de Movimiento de Tierra, la # 11 Civil, la # 16 de Acabado y la # 17 de Montaje y los Establecimientos de Carpintería y Producción Industrial, anexo a las Brigadas 16 y 17 respectivamente.

La Empresa ECOA 37 fue fundada en 1999 para la producción de Bienes y Servicios de la Construcción ubicada en la Calle San José Final Pueblo Griño Zona Industrial No. 2 de Cienfuegos, de acuerdo con la Resolución Ministerial No. 219/2006 Resuelve 3ro.

En el año 2000 se decide poner en vigor la ECOA # 37 que fue aprobada mediante la Resolución 385/ 98 que aprueba la creación de la Asociación de Constructores No. 2 de Cienfuegos, (ACONCI) de la que es miembro la Empresa (ECOA # 37) a la que se le anexa la Empresa Constructora de Obras de Arquitectura No. 32 (ECOA 32) la que se conformó en dos Brigadas de Viviendas. La Empresa Constructora de Obras

En el año 2005 mediante acuerdo No 5395 se aprueba el Perfeccionamiento Empresarial a la Entidad como resultado de su Gestión Empresarial, posteriormente en el año 2006 mediante la Resolución No 88/2006 se otorga la Certificación del Sistema de Gestión de la Calidad.

Hoy la ECOA # 37 es una fuerte organización que compete en el territorio con todas las Empresas Constructoras, satisfaciendo a los Clientes y cumpliendo con su Objeto Social. Además tiene la tarea de construir las Obras Sociales del Inversionista Poder Popular, la fuerza técnica y profesional se compone de especialistas en Arquitectura, Estructura, Hidráulica, Viales, Electricidad, Industrial y Mecánica, de experiencia y cultura de calidad probadas en la ejecución de los servicios que brinda, siendo su objetivo alcanzar la excelencia en la gestión, esta empresa está integrada por 6 brigadas y 3 UEB.

La empresa tiene dentro de su objeto social el de brindar servicios de construcción civil y montaje de nuevas obras, edificaciones e instalaciones; demolición, desmontaje, de remodelación , reconstrucción y/o rehabilitación de edificaciones, instalaciones y otros objetivos existentes; de reparación y producciones metálicas y carpintería de madera ; de trabajos de decoración vinculados al proceso constructivo; de preparación técnica de obras; de construcción de áreas verdes y exposiciones de jardinería; de elaboración de proyectos y servicios especializados integrales de impermeabilización, tratamiento superficial y recubrimiento químico ,topográficos; servicios de posventa; producción y

comercialización mayorista de medios y demás artículos vinculados al proceso constructivo, conductos y estructuras metálicas; producir, montar y comercializar de forma mayorista, carpintería de madera, metálica, todos en ambas monedas.

Brindar servicios de alquiler de equipos de transporte automotor, de construcción y complementarios; de alquiler de fuerza de trabajo; asistencia técnica, asesoría y consultoría; de producción y comercialización de forma mayorista de producciones de carpintería, pailería y hojalatería a partir de desechos provenientes del proceso productivo; científico-técnicos y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo (I+D) e innovación tecnológica en construcciones; de diagnóstico, reparación y producciones metálicas y carpintería de madera a equipos de transporte automotor, de construcción, complementarios y sus agregados; de maquinado, pailería, corte de metales, hojalatería y soldadura; de transportación de carga general y especializada; de alquiler de almacenes; de alquiler de locales; de parqueo; cultivar y comercializar de forma mayorista, semillas, plantas ornamentales y de frutales así como flores; todos en moneda nacional.

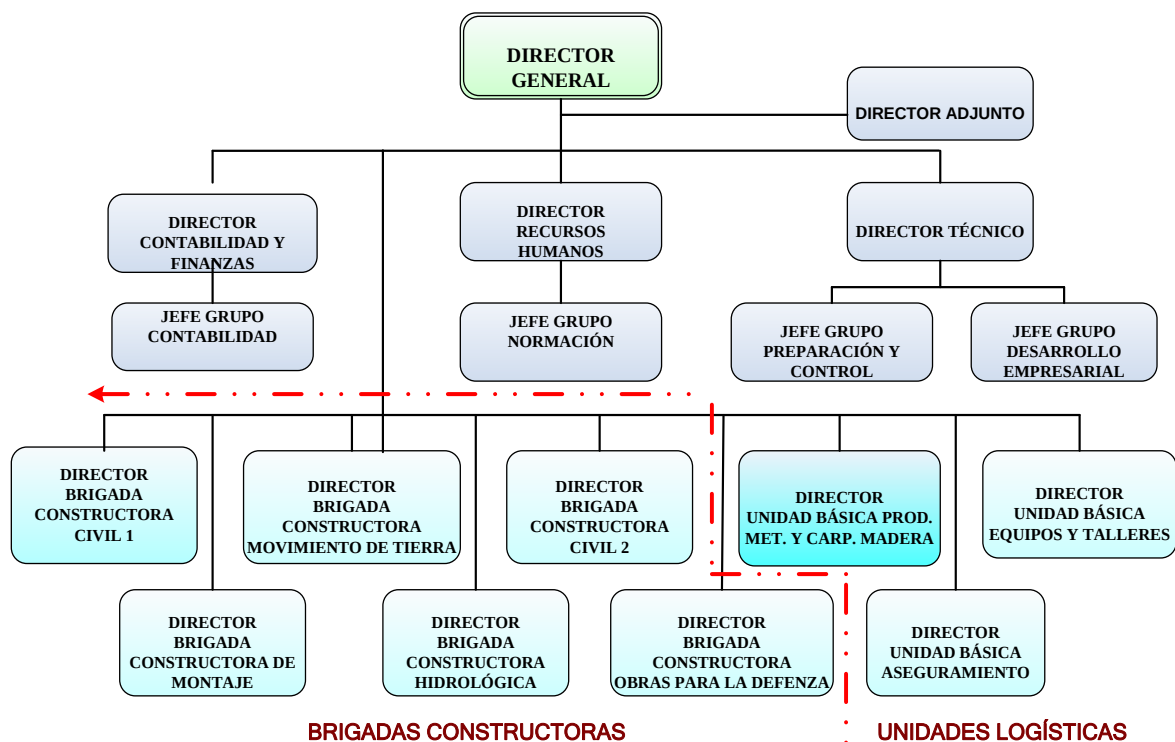


Fig. 2.1. Estructura organizativa de la empresa ECOA 37. Fuente: Elaboración propia.

La empresa cuenta con centros de costos productivos y de servicio integrados al proceso de producción que responde al objeto social de la entidad.

1. Brigada Civil I: Construcción Civil y Montaje de nuevas obras, edificaciones e instalaciones, demolición, desmontaje, remodelación, reconstrucción y/o remodelación de edificaciones y otros objetivos existentes; de reparación y mantenimiento constructivo y de construcción de áreas verdes. (Todos ellos en CUP y CUC).

Recogida de escombros vinculados a la construcción y desastres naturales, de recogida de desechos sólidos. (Todos ellos en CUP).

2. Brigada de Movimiento de Tierra: Construcción Civil y Montaje de nuevas obras, edificaciones e instalaciones, demolición, desmontaje, remodelación, reconstrucción y/o remodelación de edificaciones y otros objetivos existentes; servicios especializados de voladura, topográficos. (Todos ellos en pesos cubanos (CUP) y moneda libremente convertible o convertibles cubanos (CUC)).

Recogida de escombros vinculados a la construcción y desastres naturales, de alquiler de equipos, reparación y mantenimiento de equipos, de transportación de carga general y especializada, de parqueo, de recogida de desechos sólidos. (Todos ellos en CUP).

3. Brigada Civil II: Construcción Civil y Montaje de nuevas obras, edificaciones e instalaciones, demolición, desmontaje, remodelación, reconstrucción y/o remodelación de edificaciones y otros objetivos existentes; de reparación y mantenimiento constructivo.

Recogida de escombros vinculados a la construcción y desastres naturales, de recogida de desechos sólidos.

4. Brigada de Montaje: Construcción Civil y Montaje de nuevas obras, edificaciones e instalaciones, demolición, desmontaje, remodelación, reconstrucción y/o remodelación de edificaciones y otros objetivos existentes; de reparación y mantenimiento constructivo, de sand-blasting, conductos y estructuras metálicas.

Recogida de escombros vinculados a la construcción y desastres naturales.

5. Brigada de Hidrología: Reparación y mantenimiento constructivo y de construcción de áreas verdes, mantenimiento y exposiciones de jardinería, servicios integrales de impermeabilización, tratamiento superficial y mantenimiento químico, servicios generales de hidrología.

Recogida de desechos sólidos, comercialización mayorista de semillas, plantas ornamentales y de frutales, así como flores.

6. Brigada de Obras para la Defensa: Construcción Civil y Montaje de nuevas obras, edificaciones e instalaciones, demolición, desmontaje, remodelación, reconstrucción y/o remodelación de edificaciones y otros objetivos existentes; de reparación y mantenimiento constructivo fundamentalmente en obras protectoras destinada para la defensa. Recogida de escombros vinculados a la construcción y desastres naturales.
7. Unidad Básica de Producciones Metálicas y Carpintería de Madera: Construcción Civil y Montaje de nuevas obras, edificaciones e instalaciones, demolición, desmontaje, remodelación, reconstrucción y/o remodelación de edificaciones y otros objetivos existentes; de reparación y mantenimiento constructivo, de trabajo de decoración vinculados al proceso constructivo, de maquinado, pailería, corte de metales, hojalatería y soldadura, de sand-blasting, conductos y estructuras metálicas. Comercialización mayorista de artículos metálicos y de madera de alta demanda popular.
8. Unidad Básica de Equipos y Talleres: Reparación y mantenimiento de equipos de la construcción, de transporte automotor, complementarios y sus agregados, recogida de desechos sólidos, de transportación de carga general y especializada, de parqueo, de recogida de desechos sólidos.
9. Unidad Básica de Aseguramiento: Transportación de todo tipo de carga general y especializada, de parqueo, de recogida de desechos sólidos, de alquiler de almacenes, locales.

Los clientes y proveedores fundamentales y que a continuación se muestran en la tabla 2.1 gozan de gran confianza y seguridad basado fundamentalmente por el nivel de compromiso, profesionalismo y calidad demostrada en las obras contratadas cumpliendo con los fechas de entregas establecidas.

CLIENTES	PROVEEDORES
ESIC	ESCAMBRAY
VIVIENDA	DIVEP
INDER	ATM
MINED	GEOCUBA
MINBAS	COPEXTEL
MINFAR	CIMEX
COMUNALES	AUTOIMPORT
MINAZ	SERVIMPORT
MINTUR	
CAP	

Tabla 2.1. Principales clientes y proveedores de la empresa ECOA # 37. Fuente: Elaboración propia.

La misión de la empresa constituye:

Construir y reparar obras de arquitectura, montaje, hidráulica, movimiento de tierra, áreas verdes, producciones de estructuras metálicas, carpintería y viviendas, con confianza en el éxito, respeto, seriedad y responsabilidad; en los plazos mínimos, con calidad y eficiencia para satisfacer las necesidades de los clientes.

ECOA 37 tiene la visión de:

Ser la Empresa Constructora más fuerte y competente en cualquier mercado frente a nuestros competidores, con calidad certificada y garantizando la satisfacción del cliente.

Valores compartidos

Una vez determinados como los valores compartidos se vinculan al desempeño de todas las personas que integran la organización; desde la figura de alta dirección hasta el más simple operario de la empresa, y su instrumentación tiene como punto de partida y soporte legal a las Políticas de la Empresa. Los mismos se conceptualizan de la siguiente forma:

- Satisfacción al cliente

Pensar siempre en nuestros clientes. Llegar a mimarlos, incorporar la calidad como una filosofía de trabajo en todas las actividades y establecer la calidad total.

- Ética

Mantener una actitud de principios que nos permitan conductas moral y socialmente aceptadas acorde a nuestra organización, a la sociedad y a la revolución, interiorizar normas y principios en consecuencia con el bienestar propio y el de los demás.

Trabajo en equipo: Desarrollar la dirección participativa para lograr la mejora continua, a través de la sinergia organizacional.

- Patriotismo

Profesar el amor a la patria, defenderla a toda costa e incondicionalmente del enemigo, mantener la unidad, independencia, libertad y cubanía.

Ser honrado y practicar consecuentemente la crítica y la autocrítica. Combatir enérgicamente todo intento de amordazar y obstaculizar la crítica, así como la complacencia y la tendencia a exagerar los éxitos.

Ser estricto cumplidor de los compromisos y de la palabra empeñada.

Tener en cuenta el valor de lo dicho por un representante del estado y del Pueblo Cubano, tanto en el ámbito nacional como en sus relaciones con extranjeros.

2.1.4.5 Áreas de Resultados Claves

- Servicios de Construcción.
- Eficiencia Económica Empresarial y Obligaciones Financieras y Tributarias.
- Gestión de los Recursos Humanos.
- Perfeccionamiento Empresarial.
- Investigación y Desarrollo e Introducción de Tecnologías.
- Ejercicio de las Funciones Estatales.
- Defensa.
- Seguridad y Protección.

Al cierre del año 2011 la entidad ECOA # 37, presentaba la estructura ocupacional que se refleja en la tabla 2.1 en la cual se refiere que el 77.49 % de los trabajadores son obreros y el 3.99 % está representado por el personal de servicio, los técnicos el 13.95 % y por último los dirigentes el 4.57 %, de todo este análisis se puede ver que solo el 22.51 % de la plantilla se encuentra indirecta a la producción, colocándose dentro de los parámetros aproximados, que expresa el sistema empresarial cubano con respecto a las nuevas tendencias, donde se exige un 80 % de personal directo y el resto indirecto.

CATEGORÍA OCUPACIONAL	CANTIDAD	%
OBREROS	933	77.49
SERVICIO	48	3.99
TECNICOS	168	13.95
DIRIGENTES	55	4.57
TOTAL	1204	100

Tabla 2.2. Cantidad de trabajadores por categoría ocupacional al cierre del año 2011 de la empresa ECOA # 37. Fuente: Elaboración propia.

2.2. Descripción del objeto de estudio y Características propias

El objeto de estudio de la presente investigación es la UBE de producciones metálicas y carpintería de madera, donde sus resultados claves se basa fundamentalmente en los servicios de construcción y cuya localización se ubica en finca Carolina carretera vial CEN municipio de Cienfuegos, está compuesta por dos talleres el primero se dedica a las actividades de palería, hojalatería y construcciones de estructuras metálicas y el segundo a las producciones de carpintería de madera, este último será de objeto de estudio para dicha investigación.

2.2.1 Objeto Social de la U.E.B. de Carpintería de Madera.

Se basa en la fabricación de productos a partir de la transformación mecánica y manual de materiales derivados de la madera como son puertas y ventanas de todo tipo a la medida y diseño solicitados por el cliente previo proyecto de elaboración, se realizan elaboraciones de moldes, tableros para el encofrado en obras, incorpora a su producciones la fabricación de misceláneas como son frotas, haraganes e instrumentos de limpieza para las obras en ejecución y cliente que los demanden, prestan servicios de encofrados de todo tipo así como trabajos en cubiertas, falso techo entre otras que les permite ampliar su objeto social fundamentalmente destinados al sector de la construcción.

Como Unidad Empresarial de Base se desarrolla según la estructura organizativa que muestra el figura 2.2.

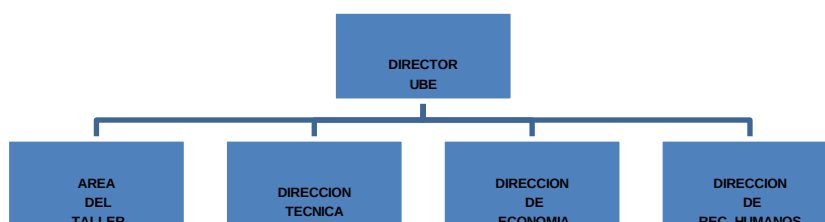


Fig. 2.2. Estructura organizativa de la U.B.E. carpintería de Madera. Fuente : Elaboración propia.

2.2.2 Caracterización del Personal de Trabajo.

La U.E.B. carpintería de Madera cuenta con un total de 30 trabajadores, 23 de los cuales trabajan directo en la producción, el resto es personal de oficina. Los trabajadores directos a la producción que representan más del 70% de la fuerza laboral con que cuenta esta unidad son obreros calificados ya que las actividades que se desarrollan no requieren de una mano de obra altamente calificada y su totalidad dentro de la fuerza laboral directa a producción son hombres dado esto a la complejidad del proceso productivo.

	Femenino	Masculino	Total
Directos a Producción	0	23	23
Indirectos	4	1	5
Dirigentes	0	2	2
Total	4	26	30

Tabla 2.2. Número de Trabajadores. Fuente: Elaboración propia.

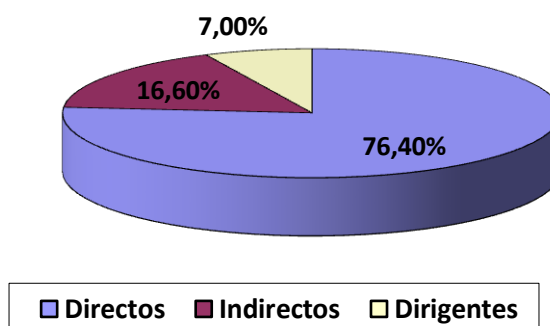


Fig. 2.3 .Relación de los cargos presentes en la UBE. Fuente: Elaboración propia.

Categoría Ocupacional	Hombres	Mujeres	Total
Obreros Calificados	18	0	18
Técnicos Medios	4	3	7
Preuniversitario	3	0	3
Universitario	1	1	2
Subtotal	26	4	30

Tabla 2.3. Categoría Ocupacional. Fuente: Elaboración propia.

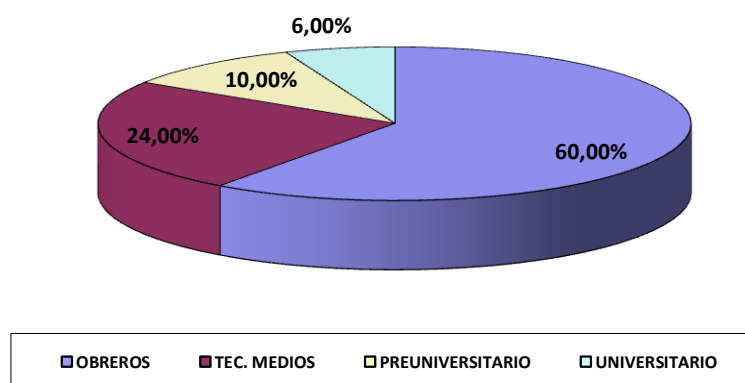


Fig. 2.4 Plantilla por categoría ocupacional. Fuente: Elaboración propia.

2.3 Situación actual de la distribución de la planta.

La estructura y función del objeto en estudio se encuentra diseñada para la fabricación de elementos colgantes de madera como son marcos para puertas, puertas y ventanas de diferentes dimensiones con diseños a solicitud de los clientes dirigidos fundamentalmente a satisfacer las obras ejecutadas por el sector de la construcción. Con el transcurrir del tiempo la brigada fue perdiendo parte de su equipamiento tecnológico debido fundamentalmente a la situación política creada a partir del derrumbe del campo socialista donde la carencia de piezas de repuesto no garantizaron la continuidad de la vida útil de los mismos causando baja algunos equipos que en la actualidad afectan la buena salud del flujo tecnológico, a todo esto hay que agregar que esta brigada con el objetivo de cubrir sus necesidades tecnológicas mediante el movimiento de la ANIR ha creado algunos equipos que le permite ir dando solución a sus problemas productivos pero a su vez han creado otros ya que la ubicación de los mismo no ha sido la adecuada lo que ha provocado que existan retroceso dentro del flujo de producción, obstaculicen el

área de libre tránsito y a su vez se hayan creado distancias innecesarias a recorrer lo que se resumen al final en el malestar de la fuerza laboral.

EL área y su estructura están compuestas por los siguientes departamentos que cumplen un roll fundamental dentro del servicio de construcción.

- Dirección administrativa

En ella se lleva a cabo todas las acciones de dirección administrativa y de control, supervisa, y coordina las actividades que se desarrollan en el área así como la responsabilidad de la planeación estratégica y la recepción de los pedidos realizados por los clientes donde se toman las acciones a realizar para el cumplimiento de las actividades a ejecutar.

- Departamento técnico productivo

Este departamento es el encargado de recepcionar, planificar, y llevar cabo las acciones para el desarrollo del proceso de producción, en ella se realiza todo el proceso de contratación, presupuestos, facturación así como la realización de reportes e informes de los indicadores de producción.

- Área de almacenamiento de materia prima y producción terminada

En esta área es donde se almacenan los distintos materiales empleados en el proceso de fabricación así como la producción terminada lista para ser facturada, esta área se divide en cinco secciones bien identificadas en dependencia de las funciones para las que esta destinadas trabajos y que a continuación se detallan:

Taller de maquinado o procesamiento del producto.

Es el lugar donde se desarrolla todo el proceso de fabricación de los productos demandados por los clientes.

Área de almacenamiento de materia prima fundamental.

En ella se almacena toda la madera que intervendrá en el proceso de producción y la misma se clasifica según las características de la misma es dura, semidura y blanda.

Área de almacenamiento de insumos.

En ella se almacena todos los insumos fundamentales necesarios para la confección de los productos demandados como son puntillas y tornillos de diferentes medidas, herrajes,

lija, engrudos, medios de protección, etc. realizándose en el mismo el control de entrada y recepción.

Área de almacenamiento de producción terminada.

Área donde se realiza la operación de almacenamiento del producto ya terminado esperando ser requerido por el cliente.

Área de herramental.

Local donde se confeccionan y se rehabilitan todas aquellas herramientas sufren desgastes y que intervienen en el proceso de fabricación.

Área del pañol.

Es el área indicada para almacenar, clasificar de forma ordenada y controlar las herramientas que se utilizan en la elaboración de los productos requeridos por los clientes.

2.4 Descripción de las fases del proceso empresarial de la U.E.B. carpintería de Madera.

En la UBE se desarrollan las tres fases de cualquier sistema empresarial, es decir el proceso de aprovisionamientos, de producción y comercialización.

La fase de aprovisionamiento de las materias primas, materiales e insumos la realiza la unidad básica de aseguramiento perteneciente a la ECOA 37 que tiene diseñado dentro de su estructura una unidad básica comercializadora y de transporte encargadas de la compra y transportación de los suministros que requieren las producciones que se ejecutaran.

El proceso de producción se realiza mediante todo un procedimiento que inicialmente comienza con la preparación técnica de la obra a través de los proyectos de ejecución y se define mediante documento llamado carta limite la necesidad de materiales a suministrar por la empresa contratista, paralelamente se definen las acciones y trabajos a ejecutar y se realiza el proceso de contratación.

En este proceso de contratación entre las partes se establecen indicadores de calidad, fecha de comienzo y terminación de los trabajos a ejecutar, formas de pago y el anticipo establecido para la compra de los materiales si el constructor corriera con los gastos de

comercialización, entre otros que luego de firmado su cumplimiento es de carácter obligatorio.

Los recursos asignados se depositan en los almacenes de la brigada constructora, el cual se encuentra ubicado dentro de la misma instalación diseñado con la siguiente estructura:

- Área de almacenamiento de las materias primas principales (madera).
- Área de almacenamiento de insumos. (puntillas, tornillos, herrajes, manipuladores, etc.
- Área de almacenamiento de la producción terminada.

Los recursos fundamentales e insumos adquiridos para la ejecución de la producción son los siguientes:

- Madera dura, semidura y blanda
- Puntillas y tornillos
- Herrajes
- Anclaje de expansión metálicos y plásticos
- Engrudos
- Papel de lija
- Pinturas
- Herramientas manuales
- Útiles de corte
- Medios de protección

Posteriormente se ejecuta la acción de fabricación donde se le asigna la orden de trabajo planificada al jefe del taller brindándole previamente toda la información, documentación técnica y la solicitud material para la ejecución del proceso productivo realizándose dentro del mismo los controles pertinente y las acciones correctivas que puedan derivarse en su evolución.

Finalmente el jefe del taller luego de cumplimentada la orden de trabajo le reporta al departamento técnico productivo los resultados de dicha producción avalada por un control de calidad realizado por las partes y posteriormente se realiza por parte del

técnico encargado la entrega y recepción al almacén de producción terminada hasta que la misma sea requerida por el cliente.

Los productos de fabricación que hoy respaldan su objeto social son puertas, marcos y ventanas de todo tipo, elaboración de moldes y tableros para el encofrado destinados al programa de viviendas que actualmente se ejecutan en el territorio como son:

- Viviendas Especiales para Médicos Internacionalistas
- Asentamiento Caonao Sur Mira Montes
- Asentamiento Antonio Sánchez
- Asentamiento Junco Sur
- Otros sectores del territorio como son Gastronomía, Cultura, INDER, MINED y el MINBAS.

Los procesos de operaciones y los elementos que conforman los productos realizados tienen una secuencia similar recogidas en la tabla que a continuación se muestra.

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO DE EQUIPO	CANTIDAD DE EQUIPO
Hilado de Madera	Dar a la medida aproximada al material que permita esta llevarla a la operación posterior con cierto nivel de maniobrabilidad y al final de proceso dar la longitud requerida por proyecto	Sierra de péndulo	2
Hacer cara y cantos	Se logra cortar y dar la configuración inicial al producto a elaborar	Sierra circular	1
Cepillado	Garantiza la perpendicularidad entre las caras y la aproxima a la medida final	Plana Horizontal	2
Dar la medida final	mediante un correcto cepillado se logra perpendicularidad en las caras, terminación superficial y la medida deseada	Cepillo de 1 cara	1

Realizar rebajos	realizar rebajos, deprimidos o encajes en dependencia de las uniones o acoples que se quieran lograr antes o después de ensamblado el producto final	Trompo Vertical	1
Ecoplado	Realizar ranuras que permita acoplar un elemento con otro para conformar el producto	Ecopladora o Mortajadora de cadena	1
Terminación	Dar lijado superficial a elementos que lo requieran	Lijadora	1
Ensamblado	Actividad manual requerida para unificar los elementos procesados y dar forma final al producto	Herramientas de mano	Caja de herramientas

Tabla 2.4 Descripción de las operaciones y tipos de equipos. Fuente: Elaboración propia.

El tipo de sistema de producción para esta unidad se caracteriza como muestra la tabla 2.5 donde se muestra el comportamiento de la demanda (ver Anexo A), tipos de producción entre otros indicadores que caracterizan este sistema.

FACTORES DETERMINANTES	CARACTERISTICAS
EXTERNO	
Comportamiento de la demanda	Variable
Tendencia del diseño con relación a la demanda	Estable
Forma de ejecutar la producción	Por pedidos
INTERNO	
Tipo de producción	pequeña serie
Duración del ciclo	corto
Nivel técnico del proceso	Mecánico Manual
Dificultad para ejecutar el producto	Baja
Magnitud del producto	mediana
Medios para movimiento del material	carretillas y Grúas
Estructura espacial de la producción	por procesos

Tabla 2.5. Caracterización del sistema de producción. Fuente: Elaboración propia.

2.5. Diagnóstico espacial de la Carpintería de Madera.

Estructuralmente el taller está compuesto por las diferentes áreas y departamentos enmarcados en un espacio total de 1233.13m² donde el departamento técnico se encuentra ubicado en el segundo nivel por encima de baños y taquillas reflejados en la siguiente tabla.

Local o Departamento	Área(m2)
Taller de herramental	36.00
Oficina administrativa	17.10
Baños y taquilleros	26.10
Taller de maquinado	695.60
Pañol	16.00
Almacén Prod. Terminada	201.78
Almacén materiales principales	240.55
TOTAL (m²)	1233.13

Tabla 2.5. Dimensiones de las áreas y departamentos. Fuente: Elaboración propia.

2.5.2 Análisis de los factores que intervienen en esta distribución en planta.

Para estudiar la distribución en planta actual U.E.B. carpintería de Madera, se toman como referencia los proyectos de construcción que se realizaron en el año 2011. Esta decisión es posible ya que las operaciones de los proyectos que se ejecutaron en ese periodo tienen similar secuencia en su proceso.

Para analizar la distribución en planta actual se toma como referencia la incidencia de los ocho factores propuestos por Muther.

- Material

Uno de los elementos de importancia dentro de la distribución en planta es el material. El factor material en la U.E.B. carpintería de Madera está constituido por materias primas, material en proceso y producto terminado, los que forman parte de los elementos a construir, la característica predominante de este factor se basa en la facilidad de maniobrabilidad por el bajo peso del mismo lo que permite que en partes del proceso el traslado se realice hacia la operación precedente sin medios de transportación.

El análisis de este factor se realiza a través de la descripción de cada material en cuanto a productos terminados:

- el nombre.

- las dimensiones.
- el área que ocupa.
- cantidad a fabricar.
- materias primas y materiales en proceso:
- características físicas como: forma, dimensiones.
- cantidad a elaborar.
- equipos de manipulación necesaria para moverlo.
- Hombre

El factor Hombre en la U.E.B. carpintería de Madera está integrada por una plantilla de 30 trabajadores, lo cual ya ha sido reflejado en la caracterización. De ellos directos a la producción son 23, ver tabla 2.2 del presente capítulo.

Cuando se analiza el hombre como recurso más importante del proceso de producción, es necesario tener en cuenta elementos como las condiciones laborales, la organización del trabajo, entre otros.

Las condiciones laborales en la U.E.B. carpintería de Madera se ven afectadas fundamentalmente por el constante ruido que emiten las máquinas fundamentalmente las sierras de corte, aunque si bien es cierto que los obreros que laboran con ellas poseen los equipos de protección adecuados, como son protectores contra ruido, los trabajadores indirectos de oficina, están sometidos a altos y constantes decibeles de ruido.

Uno de los elementos importantes en cualquiera instalación productiva y/o de servicio es la iluminación y la ventilación. En este taller no existen problemas con la iluminación que afecten la visibilidad, pero debe señalarse que carece de iluminación artificial que trae afectaciones cuando la luz natural fluctúa fundamentalmente en horas de la tarde con la ventilación se recomienda la existente que es la natural ya que la artificial puede provocar accidentes a causas del desprendimiento de la viruta.

Existen amontonamiento de materia prima y materiales en proceso dentro del taller provocando obstáculos en áreas no reconocidas como almacén, creando las condiciones óptimas para que existan accidentes laborales.

- Maquinaria

El factor maquinaria es importante también, pues define sobre todo, los espacios necesarios que ocupa cada maquinaria o equipo y el total de ellas, así como el espacio que queda disponible para operar el material, para alimentar y extraer el material a transformar de la máquina.

A continuación en la tabla 2.6 se muestra la relación de equipos existentes así como sus características, haciendo especial énfasis en las dimensiones de cada uno y cantidad, pues ambas definen espacio ocupado por cada área o taller.

No	Item	Descripción del Producto	Cant.	Dimensiones Lgo. x Anch. x Alt. MMS	Estado Tecnico Actual		
					Bueno	Roto	Baja
1	548064	Sierra circular	1	1400x1600x800		X	
2	548859	Sierra circular	1	800x1100x900	X		
3	548067	Sierra múltiple	1	1100x800x1400		X	X
4	548069	Sierra de péndulo	1	4200x1400x1900	X		
5	549864	Sierra de péndulo	1	4800x900x1300	X		
6	400363	Cepillo de 1 cara	1	1200x900x1100	X		
7	548063	Cepillo de 1 cara	1	1500x1300x1400		X	X
8	548007	Plana horizontal	1	2600x950x1200	X		
9	400739	Plana horizontal	1	1800x700x1100	X		
10	548068	Sierra Sinfín	1	2000x1000x2500		X	X
11	548105	Taladro vertical	1	600x1000x1000	X		
12	400741	Taladro horizontal	1	900x800x1000	X		
13	420748	Trompo vertical	1	850x600x950	X		
14	548066	Trompo vertical	1	1000x1200x1100	X		
15	549861	Torno para madera	1	1800x200x1100	X		
16	548062	Mortajadora	1	400x1000x1700		X	X
17	402215	Sierra Sinfín	1	780x1000x1000	X		
18	520205	Lijadora vertical	1	720x1100x1300	X		
19		Mesa de trabajo	5	2000x800x900	X		

Tabla 2.6 Relación y situación de la tecnología actualmente instalada Fuente: Elaboración propia.

En la actualidad este taller cuenta con una distribución en planta que si hoy logra cumplir con sus planes productivos se debe fundamentalmente al nivel de compromiso y de pertenencia que existe por parte del colectivo de trabajadores. La causa que incide en esta problemática se debe fundamentalmente a equipos que ya han causado baja por

desgaste físico y la carencia de piezas de repuestos y que hoy se mantienen en el área trayendo consigo que los mismos ocupen un espacio en la planta que obstaculizan el proceso de producción provocando que las operaciones que le preceden queden más distante, creando retrocesos indebidos y que el requerimiento ordenado para el flujo productivo se pierda.

Los equipos actualmente se encuentran ocupando un área útil de 238.7 m² de un total de 699.30 m² que posee el taller de ella existen 39.63 m² inutilizado por equipos que se encuentran de bajas por los motivos antes mencionados, además la política ineficiente con que cuenta el taller para el mantenimiento y la no existencia de piezas de repuesto no han permitido la rehabilitación de estos equipos al proceso de producción, se debe señalar que en la actualidad el taller existen equipos que su disposición actual donde han sido colocados luego de su creación no cumplen roll alguno dentro de la fase inicial del proceso y solo entorpecen el buen funcionamiento del flujo productivo trayendo retrocesos indebidos ya que son máquinas que solo están involucradas en la parte final del proceso además de obstaculizar el acceso del personal al área del pañol.

La figura 2.5 muestra en qué manera se encuentra distribuido actualmente el equipamiento tecnológico en el área de procesamiento del producto.

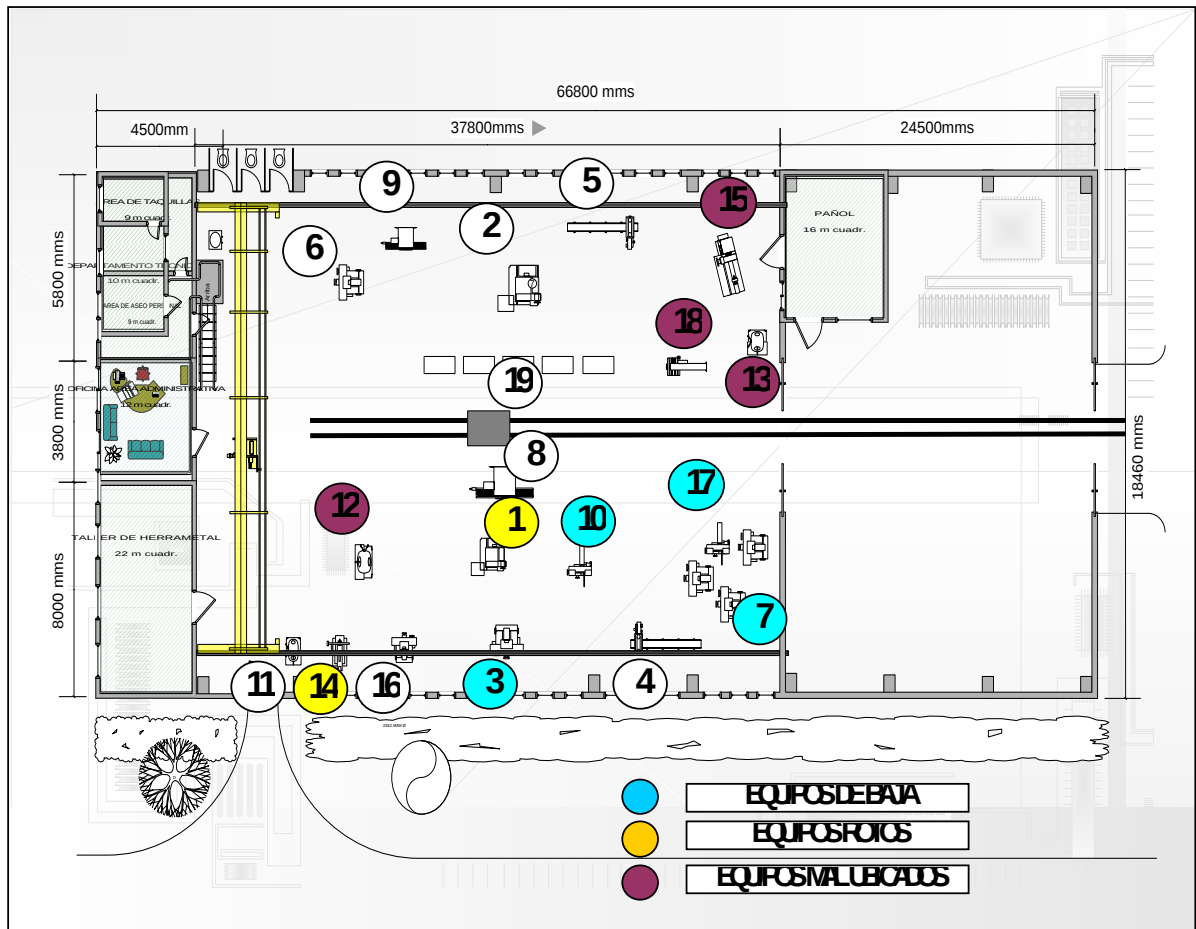


Fig. 2.5 Distribución en planta actual. Fuente: Elaboración propia.

- Movimiento

Este factor es de gran importancia sobre todo si se tiene en cuenta que las manipulaciones no son operaciones productivas, pues no añaden ningún valor al producto. Debido a ello, hay que tratar de que estén sean mínimas y que su realización se combinen en lo posible con otras operaciones, sin perder de vista que se eliminen de los movimientos innecesarios y retrocesos indebidos.

El estudio del movimiento realizado a los procesos de fabricación de esta carpintería se encuentra fundamentado en el análisis que fue preciso elaborar las representaciones de los diagramas de flujos para así poder entender el funcionamiento del taller y analizar la secuencia operacional que persigue la producción ejecutada.

Para poder elaborar el diagrama de flujo se acudió a los procedimientos empleados por el taller para la ejecución de las producciones fundamentales señalando que las mismas poseen el mismo flujo productivo inicial y solo se apartan del mismo a la hora de lograr la

configuración final para lo que está diseñado cada producto. Se utiliza la técnica de cronometraje de los tiempos empleados en los traslados y la distancia entre las máquinas que intervienen en la ejecución del proceso. En el anexo B se muestran los diagramas de flujo de los procesos de fabricación de ventanas, puertas y marcos de puerta y en el anexo C el grafico de Gantt, obtenido luego de haber medidos los tiempos en un cronometraje, el cual refleja la sucesión de las operaciones productivas de la fabricación de ventanas (por ser esta la más compleja y representativa de todas), lo que permite ver como ocurren las operaciones de este proceso productivo y saber el tiempo operativo por unidad

Para analizar el recorrido del proceso se aplica la técnica conocida como diagrama de recorrido. En este diagrama se representan las distancias recorridas por el material, así como el tiempo que demoran estos. Ver Anexo D.

Una vez analizado las técnicas utilizada se puede ver como el material tiene grandes recorridos durante el taller, así como la cantidad de movimiento innecesarios producto del tipo de distribución actual y el cruzamiento de los flujos presente en el proceso productivo.

- Espera. Almacenamiento.

El factor espera en la U.E.B. carpintería de Madera como en muchas organizaciones empresariales de producción, se realiza de dos formas: cuando la materia prima o producto está en proceso y espera momentáneamente en una de las áreas de producción y cuando el material espera en áreas determinadas, concebidas para almacenamiento. En ambos casos están justificadas por una economía y servicio a la producción.

Específicamente, durante el proceso de construcción existen varias esperas. Las áreas de espera en el proceso de producción, tienen lugar fundamentalmente en las operaciones se procesa el producto y en el área de ensamblaje, siendo ubicado al lado del puesto los producto en proceso, que en ocasiones se colocan en áreas libres que no interfieren otro movimiento, pero otras en ocasiones se ubican en pasillos o en lugares que pertenecen a otra área.

Para almacenar los productos terminados (en espera de embarque) está designada un área para el almacenamiento con una superficie de 201.8 m²,

El almacenamiento de los materiales se realiza en dos almacenes, uno para insumos y elementos de ferretería y el segundo para la materia prima principal ocupando un área de 16m² y 240.60m² respectivamente, ambos cumplen con los requerimientos de control para ellos donde deben concentrarse en la menor cantidad de puntos, teniendo en cuenta su clasificación de materias primas, material en proceso y productos terminados.

La figura 2.6 se representa la localización de los almacenes antes mencionados y el área que ocupan los mismos.

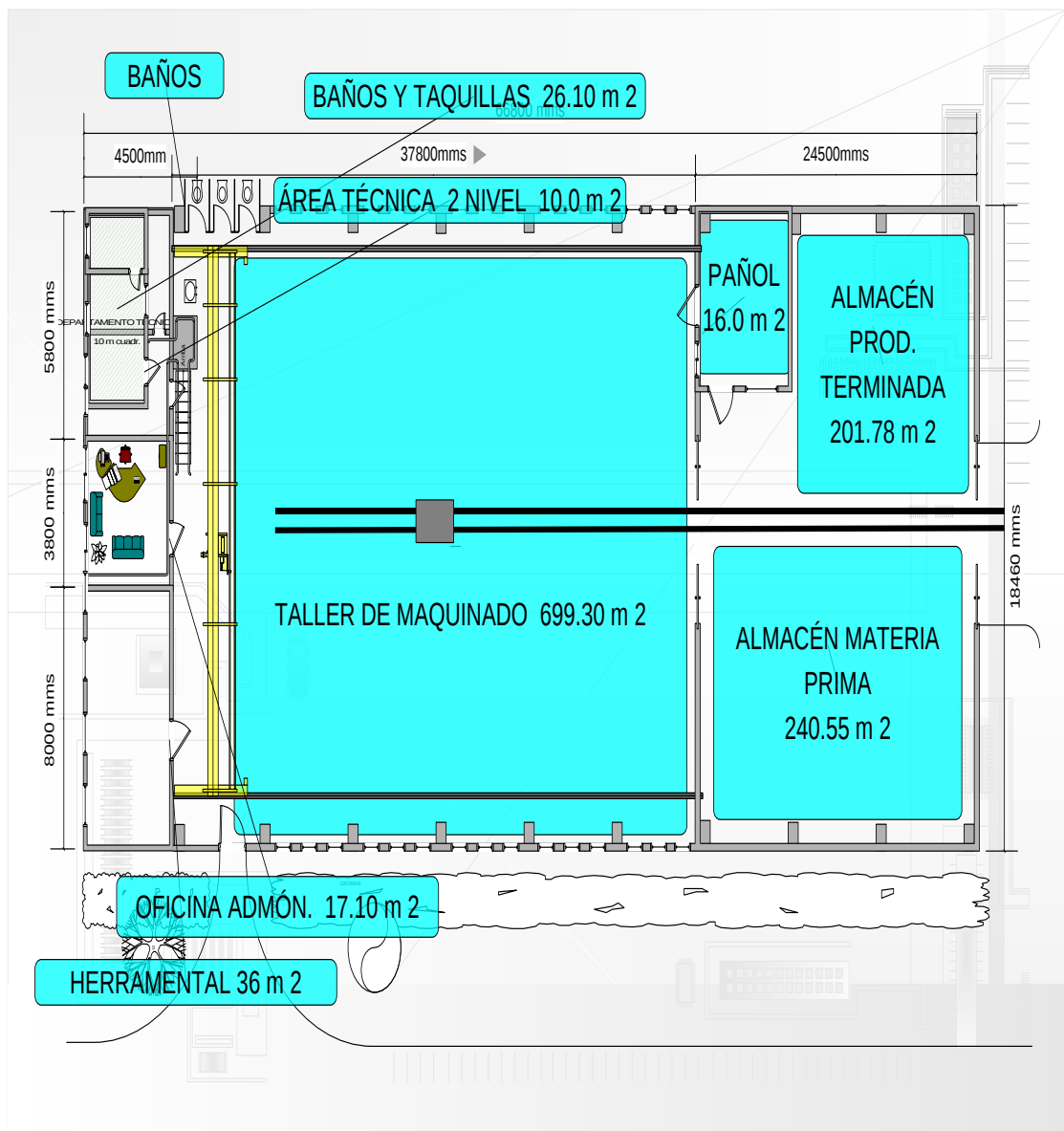


Fig. 2.6 Distribución actual de la planta .Fuente: Elaboración propia.

- Edificio.

La consideración del edificio es un factor fundamental en el diseño de la distribución en planta, sin embargo la influencia del mismo será mayor si el edificio ya existe en el momento de proyectarla. En este caso, la disposición espacial y demás características de la instalación se presenta cumplen con los requerimientos para lo que fue diseñada dicha planta.

En este caso lo que resta es tratar de mejorar algunos factores que en la propia instalación se ha afectado.

En ocasiones se desaprovechan espacios muy cercanos a las naves que pudieran tenerse en cuenta para un futuro almacenamiento de productos terminados, a cielo abierto.

Interiormente la nave proyectada satisface las necesidades de edificio para la ejecución de los proyectos, tales como:

- el piso es de cemento rústico que se mantiene en buenas condiciones,
- desde el punto de vista estructural la nave conformada por con paredes de elementos prefabricados y el techo de zinc acanalado,
- las ventanas proyectadas están constituidas por ventanas de pivote y por rejas de protección por todo el perímetro de dicha planta propiciando la luz artificial y la ventilación requerida, existen tres puertas una para el acceso del personal y otra en la parte trasera para el acceso de los materiales y una que limita el almacén con el área de procesamiento utilizada solo para la entrada y salida de materiales y productos terminados estas últimas confeccionadas por 2 hojas de 2200x5600 de corredera que posibilitan la entradas de equipos de trasportación,
- los pasillos concebidos tienen suficiente espacio para permitir el movimiento de los materiales a través de la planta.

- Servicios auxiliares.

Los servicios auxiliares permiten y facilitan la actividad principal que se desarrolla en una planta determinada. Para su análisis es preciso enfocarlo a los elementos del proceso, el servicio a la fuerza de trabajo, al material y a la maquinaria.

Las áreas de servicios auxiliares relacionada con el hombre, en la U.E.B. carpintería de Madera existen, pueden relacionarse los servicios sanitarios ubicados en áreas relativamente cerca del puesto de trabajo dentro de la misma planta buscando que el trabajador no tenga que desplazarse tanto, poseen un área de taquilla donde guardan su ropa y pertenencia, así como los medios de seguridad y protección y de trabajo. Existen además, áreas para comedor y cafetería.

Lo relativo a la maquinaria como el mantenimiento planificado, no siempre cumple. El tipo de mantenimiento que se aplica a los equipos es contra avería y en la mayoría de los casos se efectúa en el mismo lugar donde está enclavado el equipo, por lo que está concebido en el espacio de que dispone cada puesto.

Relacionado también con los servicios auxiliares se encuentra el almacenamiento de materiales sobre todo por su seguridad e integridad de ello se habla en el epígrafe anterior.

La inspección es otro de los servicios que se brinda a los materiales. Con gran frecuencia el espacio dedicado a labores no productivas es considerado un gasto innecesario, aunque este tipo de servicios de apoyo es esencial para la buena ejecución de la actividad principal. Este no requiere de un espacio para su ejecución ya que el control se realiza a pie de obra en cada puesto de trabajo y en el área de ensamble.

- Cambio

Es fundamental tener en cuenta las posibles ampliaciones futuras de la distribución y sus distintos elementos, considerando además los cambios externos que pudieran afectarla y la necesidad de conseguir que durante la redistribución sea posible seguir realizando el proceso productivo.

Este factor tiene grandes limitantes en la U.E.B. carpintería de Madera, pues no es posible prever cambios en una instalación prevista para otros fines, que de hecho no cumple con todos los requerimientos para la distribución existente. Los posibles cambios no pueden tener la intención futura, sino inmediata.

El análisis de todos estos factores que inciden y están presentes en cualquier distribución en planta, se encuentran interrelacionados entre sí y no se dan de manera aisladas, sino que uno complementa a los demás.

Después haber hecho un análisis minucioso de la actual distribución en planta de la U.E.B. carpintería de Madera ver los diagramas y el flujo productivo de la misma, podemos determinar que la situación tecnológica instalada y la disposición actual de algunos equipos en la planta no garantizan el correcto desarrollo del proceso de producción trayendo consigo retrocesos indebidos, cuellos de botellas y una pérdida de tiempo que no reporta valor alguno a los producto incidiendo negativamente en la baja productividad, por lo que la intención de rediseñar una nueva distribución a partir de un estudio del flujo de producción y un nuevo equipamiento tecnológico a instalar para las presentes y futuras producciones a ejecutar se encuentra avalada .

2.6 Diagnostico final del cumplimiento de los principios de distribución en planta actual.

- Principio de la mínima distancia recorrida.

El mismo ve afectado por las distancias a recorrer debido a la existencia de máquinas que brindan la secuencia operacional siguiente y que por estar rotas o dado de baja el proceso de fabricación se ve obligado a desviarse en busca del equipo que pueda mantener la secuencia del proceso.

- Principio de la circulación o flujo de materiales.

No se encuentran organizadas las operaciones con la secuencia de operacional necesaria para poder mantener el flujo del proceso productivo esto se ve afectado por retrocesos indebidos por las causas planteadas anteriormente y porque existen equipos que fueron mal ubicado dentro de dicha planta violando los principios de distribución.

- Principio del espacio.

En la actualidad este principio cumple con las exigencias que hoy requiere esta planta para la que está diseñada esto sin tener en cuenta aquellos equipos tecnológicos que se encuentran dado de baja.

- Principio de la satisfacción y de la seguridad.

La satisfacción y seguridad se ve afectada por el bajo nivel de organización y cantidad de recorridos innecesarios dentro del proceso en ejecución debido a la cantidad de equipos rotos que provocan desplazamiento y retrocesos que hoy se resolverían con un nuevo rediseño de la planta.

- Principio de la flexibilidad.

Este principio en la actual distribución no se cumple ya que las limitaciones existentes que hoy presenta dicha instalación y que ya han sido analizadas anteriormente hoy no satisface las exigencias requeridas.

2.7. Resumen de las principales deficiencias detectadas en la distribución en planta actual de la UEB carpintería de Madera.

Una vez realizado todo el proceso de diagnóstico de la situación actual de la carpintería objeto de estudio se puede apreciar que en la distribución en planta que la misma presenta se vienen dando ciertos síntomas que dan alerta sobre la posibilidad de problemas en la misma debido a que hay:

- equipos ociosos ocupando espacios dentro del área,
- equipos que para su ubicación no se concibió estudio alguno y que hoy su localización no cumple objetivo alguno,
- distancia a recorrer innecesarias debido a maquinas rotas o bajo de baja que existen en el área que hoy entorpecen el proceso de fabricación trayendo consigo el malestar dentro del colectivo de trabajadores.
- amontonamiento de elementos partes del proceso de fabricación provocando cuello de botellas debido a la causa anteriormente planteada y materiales ocupando espacios innecesarios en el área pudiendo estar ubicados en el almacén.

Teniendo en cuenta el estudio realizado a la situación actual que presenta la distribución en planta de la UEB Carpintería de madera de la empresa ECOA 37 y ver analizado todas las deficiencias planteadas anteriormente, se puede dictaminar en este capítulo que hoy es necesario revitalizar la disposición del equipamiento tecnológico teniendo en cuenta un estudio optimo del flujo tecnológico que propicie una alta eficiencia de un proceso de fabricación adecuado que satisfaga a la vez la demanda interna propiciando que los recorridos a realizar sean los mínimos obedeciendo a un flujo ordenado desde la entrada de la materia prima hasta la entrega del producto al almacén de producción terminada disminuyendo los tiempo de trasportación y manipulación elementos que solo incrementan costos al producto. Hoy una mejora de la distribución en planta se ve doblemente justificada debido a la política de expansión que hoy experimenta el polo petroquímico.

2.8. Conclusiones parciales.

1. Se estudia la propuesta realizada de un Procedimiento de mejora de una distribución en planta, que constituya una aplicación práctica de los enfoques teóricos analizados en la investigación, teniendo en cuenta las tendencias actuales en la gestión empresarial Sobre las causas que originan el estudio y realización de un proyecto de D.P.
2. La elaboración lógica de los pasos propuestos facilita su puesta en práctica, los cuales podrán ser utilizados en otros centros que tengan como objetivo la mejora de una distribución en planta a partir uso de técnicas y procedimientos ya vistos en este capítulo.
3. El Método SLP aplicado en la presente investigación, constituye la principal herramienta para la identificación de los problemas y su uso permite determinar y dar solución a estos presentados dentro de un flujo de producción.

Capítulo 3

Capítulo III: Propuesta de mejora para la distribución en planta de la UBE carpintería de madera perteneciente a la ECOA #37.

Teniendo en cuenta el estudio realizado y el análisis de la distribución en planta actual de la UEB Carpintería de madera de la empresa ECOA 37 se han definido los principales causas que hoy afectan el desarrollo del flujo tecnológico de las presentes y futuras producciones a ejecutar; se proponen una serie de cambios que parten fundamentalmente de la sustitución de toda la tecnología con que hoy cuenta dicha planta por un equipamiento moderno de última generación que le permitirá lograr altos índices de productividad y cumplir con el objeto para lo que está diseñada, además de dar respuesta a aquellas producciones que pueda demandar en un futuro no lejano el polo petroquímico.

3.1. La distribución en planta frente a la reordenación de una existente.

El proyecto de implantación de una distribución en planta es un problema que no aparece únicamente en las plantas industriales de nueva creación. Durante el transcurso de la vida de una determinada planta, surgen cambios o desajustes que pueden hacer necesario desde reestructuraciones menores (reordenación de las actividades, cambios en los sistemas de manutención, cambios en cualquier tipo de servicio auxiliar) hasta el traslado a una nueva instalación. Un ejemplo del primer tipo sería la aparición de insatisfacción de la demanda o avances tecnológicos que pueden hacer necesaria la incorporación o sustitución de maquinaria en el proceso, lo cual da lugar a la generación de nuevas actividades o cambios en las áreas de trabajo de las actividades. Esto precisaría de una nueva distribución de los diferentes elementos.

La necesidad de trasladar la actividad a una nueva planta se da cuando los problemas detectados son de una envergadura tal, que no pueden ser resueltos mediante modificaciones menores del actual sistema productivo.

Estos principios pueden servir de base para determinar los objetivos a cumplir durante la definición de la distribución en planta y para medir el grado en que se ha logrado alcanzar dichos objetivos.

Los distintos tipos de problemas de distribución en planta pueden clasificarse en función de la causa que determina su necesidad. Moore y Apple realizan una enumeración de posibles causas (Armour & Buffa, 1963; Moore, 1971; Apple, 1991). Apple (Apple, 1991) ofrece una recopilación de síntomas que pueden manifestar problemas que requieran de una reordenación o ajuste en la distribución en planta. Así, son síntomas significativos:

- Que el recorrido de los productos sea excesivamente retorcido o que existan retrocesos en la circulación de los materiales (tanto materias primas como productos en curso o productos terminados.)
- La existencia de pasillos retorcidos y distancias excesivas en los transportes.
- Que las primeras operaciones estén alejadas de los centros de recepción o que las operaciones finales estén alejadas de los centros de expedición.
- Que los puntos de almacenamiento estén dispersos o no definidos, con un excesivo material o trabajo en curso.
- Que el personal deba realizar excesivos desplazamientos y las actividades de producción representan el mínimo tiempo empleado por el operario.
- Que la distribución no permita adaptarse a las diversas condiciones de producción.

Hoy la ECOA 37, involucrada en la construcción de objetos de obras a realizarse dentro del programa de construcción de viviendas , inversión del polo petroquímico entre otras de carácter social y económico para el territorio se ve obligada a reanimar tecnológicamente los talleres que servirán para los futuros trabajos que se ejecutarán; por lo que la UEB Carpintería de Madera ya cuenta con un equipamiento tecnológico de primera generación capaz de lograr altos índices de productividad, eficiencia y calidad en sus producciones. En el Anexo E se muestra la relación de equipos adquirido por inversiones propias y que reanimarán tecnológicamente este taller.

3.2 Argumentos para proponer cambios del equipamiento tecnológico y el rediseño de la distribución en planta.

La propuesta de una nueva distribución en planta se relaciona con la necesidad que hoy tiene la UBE de carpintería de mantener sus indicadores productivos, cumplir con los

compromisos contraídos con sus clientes y mantener un mercado que cada día se hace más competitivo. Para lograr estos objetivos le es imprescindible rehabilitar todo su equipamiento tecnológico ya que el que posee, a pesar de todas las soluciones que se le han dado, ya cumplió con su ciclo de vida y rehabilitarlos hoy sería imposible por el alto costo que implicaría ya que estos equipos carecen de piezas de repuestos debido fundamentalmente a partir del derrumbe del campo socialista y en la actualidad se hace difícil adquirir. Hoy este taller tiene todas las condiciones para acometer dicha tarea ya que cuenta con un equipamiento de última generación adquirido a través de los convenios realizados con el proyecto del ALBA y que hoy acometen proyectos de expansión del polo petroquímico.

En este capítulo se demuestra que la situación que presenta este taller le permite como única solución a sus problemas aplicar lo antes expuesto partiendo de un diseño de distribución en planta que le permita revitalizar un flujo de producción en sustitución al que hoy presenta que en la actualidad hoy solo eleva los costos del producto debido fundamentalmente por pérdidas de tiempo y espacios mal utilizados.

La propuesta de una nueva distribución para equipos tecnológicos no se realiza solo con el objetivo de sustituir un equipo por otro, sino de alcanzar una distribución óptima sobre la base de los problemas y deficiencias en la actual ordenación.

Como se ha explicado en el capítulo anterior este taller produce tres tipos de elementos colgantes de carpintería destinadas, entre otras, al sector de la construcción donde se encuentra la mayor demanda de estos productos y sus clientes más importantes. Para proseguir con el estudio evaluaremos el comportamiento de la construcción de ventanas por ser este proceso el más demandado y complejo en su elaboración. Este proceso se estudia en representación de los demás procesos ya que los otros siguen el mismo flujo de recorrido y tienen muchas similitudes

3.3 Evaluación del proceso de fabricación de ventanas.

Este proceso comienza con la orden de producción emitida por parte del área técnica y es la herramienta que necesita el jefe de taller ya que ella contiene toda la información necesaria para la ejecución del producto demandado. Esto incluye características del producto, proyectos y la cantidad solicitada, incluyendo la orden de solicitud material para extraer los recursos que se necesitan para la fabricación de los elementos como

son la madera necesaria, balancines, escuadras, manipuladores, puntilla y tornillos según las especificaciones y requerimientos del proyecto. Posteriormente de extraídos se ubican en el puesto que lo requiere para el comienzo y terminación del producto, es decir, la madera va hacia las operaciones de elaboración y el resto de los componentes al área de ensamblaje donde se culmina el producto.

La ventana en su fabricación consta de los siguientes elementos confeccionada con la madera extraída.

- Largueros: Es el elemento como el nombre lo dice más largo confeccionado para este producto y define la altura que va a tener la misma.
- Cabezales: Es el elemento que da el cierre al marco de la ventana y define el ancho de la misma.
- Tablillas: Su característica es de dar la forma final al producto y es quien define el objetivo final para lo que está diseñado.
- Balancines: Son listones que son barrenados con la finalidad de soportar las tablillas para su útil funcionamiento.
- Patrones. Su función es resguardar los espacios existentes entre la sujeción de las tablillas y los largueros, en ella van colocados los manipuladores.
- Elementos de ferretería (manipuladores puntillas escuadras, etc.) se depositan en el área de ensamble para dar conformación al producto.

Todos estos elementos dentro del proceso de elaboración se van trasladando mediante un flujo ordenado hacia el área de ensamble que se realiza manualmente y en carretilla; esto está en función de las características del elemento a manipular. Posteriormente todos los elementos que conforman el producto se unen en el área de ensamble donde los operarios, con los recursos extraídos, le dan la configuración final al producto. En todo este proceso el área técnica y el jefe del taller van monitoreando el comportamiento de la calidad para que en la etapa final mencionada anteriormente no existan desviaciones que puedan revertirse en un gasto para la empresa. Finalmente después de ensamblado pasa por una revisión final; el jefe del taller reporta al área técnica la producción realizada y el técnico en función realiza la entrega final al almacén de producción terminada donde se

incluye la información necesaria que debe llevar el producto como son: código, descripción del producto, destino y cantidad.

Para que se pueda entender la situación actual de este proceso de fabricación de ventanas y todo lo anteriormente planteado se elabora una representación del flujo y el diagrama de recorrido sobre la distribución en planta para este proceso (Figura 3.1). En el mismo se puede apreciar la cantidad de recorridos a realizar y el número de transporte que se realiza debido a equipos que están rotos y otros que están de baja y entorpecen el flujo de producción.

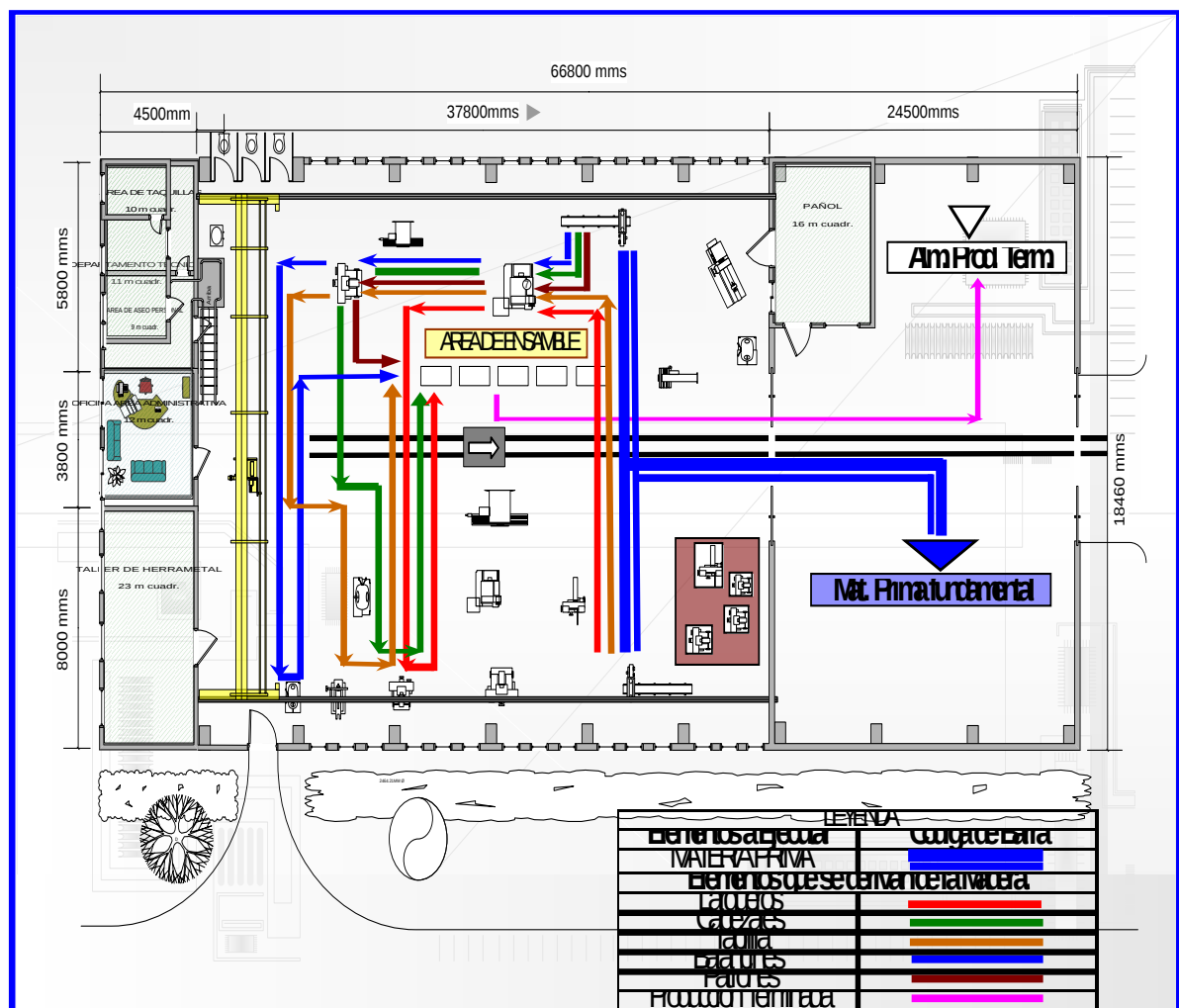


Figura 3.1: Diagrama de recorridos del proceso de fabricación de ventanas. Fuente: Elaboración propia.

El proceso de fabricación de ventanas es bastante simple en sus operaciones, sin embargo, su complejidad se incrementa al introducirse transportes hacia puestos más distantes a la operación precedente por problemas de roturas de equipos que debieran estar activos ejecutando esta acción, en la figura 3.1 se puede apreciar que se entrecruzan y ocurren retrocesos indebidos por esta causa. Las distancias más significativas entre algunos puestos.

RELACION DISTANCIA ENTRE ACTIVIDADES													
C	DESDE ; A		C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9	C 10	C 11
2	ALM. MATERIA PRIMA	C 1	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	HILADO DE MADERA	C 2		0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
4	CARAS Y CANTOS	C 3			0	8	0	0	0	0	0	0	0
5	CEPILLADO	C 4				0	12	0	0	0	0	0	0
6	REALIZAR REBAJOS	C 5					0	8	0	0	0	0	0
7	ECOPLADO	C 6						0	14	0	0	0	0
8	TALADRADO	C 7							0	14	0	7.5	0
9	TORNEADO	C 8								0	0	0	0
10	LIJADO	C 9									0	0	0
11	ENSAMBLE	C 10										0	41
12	ALM. PROD. TERM	C 11											0

Tabla 3.2 Relación de distancia existente entre operaciones. Fuente: Elaboración propia.

La nueva distribución de la planta está basada en desmonte de todos los equipos que actualmente se encuentran instalados en el taller y partiendo de cero establecer los cambios necesarios que estén en función de las proyecciones futuras de esta planta.

Para proseguir con el estudio para la propuesta de la nueva distribución en la UEB Carpintería de madera se realiza un Análisis de modo y efectos de fallos (FMEA), el cual se encuentra representado en el Anexo F. Esta herramienta sirve para reconocer y evaluar los fallos potenciales de un producto o proceso y sus efectos y consiste en la identificación de las acciones que podrían eliminar o reducir la posibilidad de ocurrencia del fallo potencial y documentar el proceso. El FMEA juega un papel fundamental en la

identificación de los fallos antes de que ocurran posibilitando con ello la ejecución de acciones preventivas.

Para esto se realizan una serie de actividades que caracterizan cada una de las fases que tienen lugar en este proceso.

- La fase de identificación se lleva a cabo por una comisión representada por el jefe de brigada y Jefes del taller así como trabajadores con experiencia, donde se identifican los fallos que influyen en el proceso de fabricación, luego se realiza un plan de medidas.
- La fase de evaluación se realiza a partir de analizar en la comisión cual es el nivel de los fallos del proceso desde el punto de vista cualitativo y estimar la severidad de los mismos. A partir de estas se analiza las fallas potenciales del proceso y se estima la frecuencia de ocurrencia de fallas a cada causa. (Para esta fase consultar el Anexo G)
- Hacer una lista de los controles o mecanismos para detectar la ocurrencia de la falla antes del que el producto salga hacia procesos posteriores. (Ver Anexo G)
- Calcular el número prioritario de riesgo (NPR) que resulta de multiplicar la severidad de los controles que hagan la detección de la falla.
- Establecer prioridades de acuerdo al NPR, y para los NPR más altos decidir acciones para disminuir la severidad y/u ocurrencia o en el peor de los casos mejorar la detección.
- Revisar y establecer los resultados obtenidos, lo cual incluye precisar las acciones tomadas y volver a calcular el NPR.

El gráfico que a continuación se muestra es un Diagrama de Pareto que representa objetivamente los problemas a resolver para el proceso de mejoras.

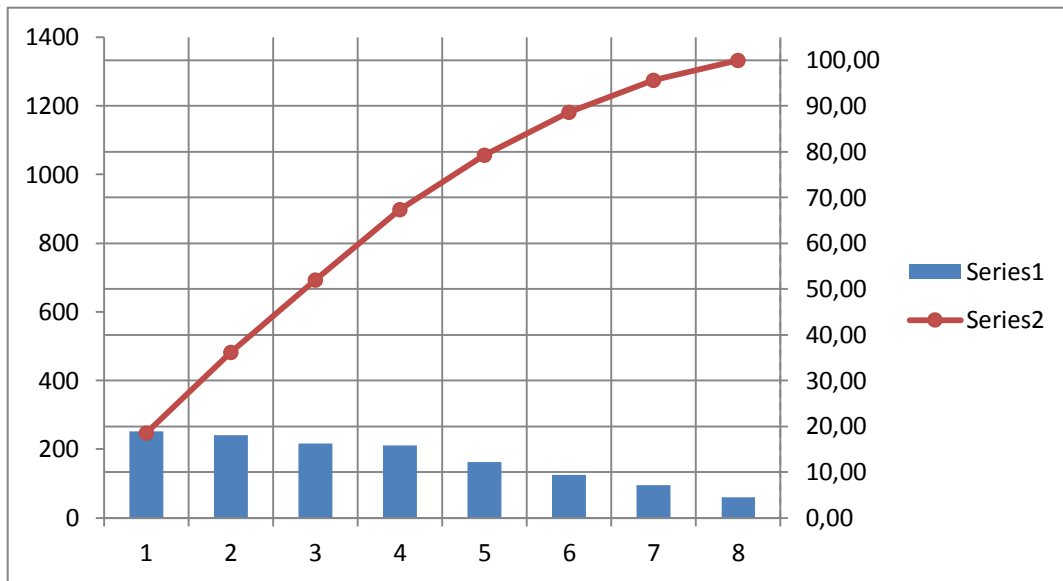


Figura 3.2: Diagrama de Pareto sobre los problemas detectados en la carpintería de Madera. Fuente: Elaboración propia.

En el diagrama de Pareto que aparece en la Figura .3.2 se puede observar que son 4 las causas que generan el 80% de los problemas, si se pretende reducir eficientemente todas los posibles fallos relacionados con la producción es necesario enfocarse en la eliminación de estas causas que la provocan y que a continuación se relacionan.

- Causa: 1 Máquinas rotas y equipos dado baja que entorpeces la circulación y el buen desempeño del proceso.
- Causa: 2 No existe una adecuada distribución en planta
- Causa: 3 Se recepcionan y almacenan materiales traídos por clientes en el área de procesamiento.
- Causa: 4 Falta de una política de mantenimiento no hay garantizado stop de piezas de repuesto.
- Causa: 5 La operación antecesora se ve afectada por roturas de equipos lo que provoca desvío hacia otra área más distante cayendo en un cuello de botella.

Una vez aplicada la herramienta se puede observar como todas las causas que arrojan las mismas tienen sus bases en la mala distribución en planta que presenta la carpintería objeto de estudio, corroborándose una vez más que los principales problemas que hoy

afectan un flujo eficiente de sus procesos productivos es el diseño de su distribución en planta.

3.4. Mejora de la distribución en planta actual.

La literatura refiere a cuatro formas de asumir los arreglos de distribución en planta, como se explica en el capítulo I. Para la mejora del estudio que se lleva a efecto en la UEB carpintería de madera, se adopta la reordenación de una distribución ya existente. Este tipo de mejora es una de las más frecuentes sobre todo si existen cambios de diseño del producto y modernización del equipamiento tecnológico, esta es asumida teniendo en cuenta que la instalación ya existe y tiene determinadas limitaciones por las dimensiones del edificio ya explicadas en el capítulo anterior, las cuales resulta difícil cambiar, por tanto la mejora está encaminada a realizar aquellas transformaciones de tipo organizativo y algunos cambios físicos que son verdaderamente objetivos.

Para la mejora de la distribución en planta se utiliza la secuencia lógica de la metodología del Planificación Sistemática de la Distribución SLP propuesta por Muther. Para realizar la planeación se ha constituido una serie de procedimientos y símbolos convencionales para evaluar, y visualizar los elementos y área involucrados en la distribución.

3.2.1 Distribución de las instalaciones

Los pasos a seguir para poder realizar el diseño de la distribución en planta son las siguientes:

- a) Elaborar tabla de relaciones.
- b) Determinar superficie requerida.
- c) Elaborar diagrama de relaciones.
- d) Elaborar distribución de la planta.

A continuación se desarrollan cada una de estas etapas o pasos.

a) Elaborar tabla de relaciones.

Conocido el diagrama de flujo de los productos se analizan las relaciones existentes entre los puestos de trabajo para el taller de maquinado. Para ello se emplea la referida tabla matricial, o cuadro “desde” - “a” referida en el epígrafe anterior.

Una vez representados la cantidad de movimiento entre las áreas, se calcula la cantidad

de movimiento total, para lo cual se tienen en cuenta los movimientos desde una operación i hasta una operación j más los que existen desde la operación j hasta la operación i. Los resultados del análisis realizado se representan en la tabla 3.2.

TABLA DE RELACIONES		SIERRA DE PENDULO	SIERRA CIRCULAR	PLANA HORIZONTAL	CEPILLO 1 CARA	TROMPO VERTICAL	ECOPLADORA	TALADRO	TORNO PARA MADERA	LIJADORA	AREA DE ENSAMBLE
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	SIERRA DE PENDULO	0	2 1	0	2	0	0	0	0	0	0
2	SIERRA CIRCULAR		0	0	2 0	0	0	0	0	0	0
3	PLANA HORIZONTAL			0	0	0	0	0	0	0	0
4	CEPILLO 1 CARA				0	1 1	6	0	0	0	3
5	TROMPO VERTICAL					0	0	1 2	0	0	4
6	ECOPLADORA						0	4	0	0	4
7	TALADRO							0	0	0	9
8	TORNO PARA MADERA								0	0	0
9	LIJADORA									0	0
10	AREA DE ENSAMBLE										0

Tabla 3.2. Resumen de las relaciones de actividades (Total de movimientos) Fuente: Elaboración propia.

Diagrama relacional de recorridos y/o actividades

Con la información recogida hasta el momento, referente a la cantidad de movimientos entre las áreas del taller objeto de estudio se realiza el diagrama que Muther denomina Diagrama relacional de recorridos y/o actividades.

Este diagrama es un gráfico en el que las actividades son representadas por nodos unidos por líneas. Las líneas expresan la existencia de relación entre las actividades unidas, así como la intensidad de movimientos entre ellas. La intensidad de la relación queda reflejada con números junto a las líneas.

Aquí se pone de manifiesto como la causa A, afecta grandemente el flujo del proceso viéndose apoyada por la causa B y D resaltada sobre la distribución en planta que se

relaciona estrechamente con la causa C sobre la distancia a la hora de suministrar a la operación precedente el material en proceso que le permite la estabilidad a la producción de ventanas.

Para organizar el gráfico hay que tener en cuenta que el número de cruces entre las líneas que representan las relaciones entre las actividades sea mínimo, o por lo menos entre aquellas que representan la mayor intensidad relacional (cantidad de movimientos).

Así, se van buscando las mejores iteraciones, de esta forma, se trata de ubicar las áreas o puestos de trabajos que mayor flujo de movimientos estén lo más próximas posible, dando cumplimiento a los principios de distribución en planta de la mínima distancia recorrida y de flujo de materiales o de la circulación.

Para construir el gráfico o diagrama se realizaron las iteraciones necesarias a partir del resumen que relaciona la cantidad de movimientos entre áreas de trabajo, considerándose como elementos más importantes a tener en cuenta las áreas que tienen más de dos movimientos entre ellas. Así lo representa el diagrama relacional de recorridos y/o actividades. (ver figura 3.3).

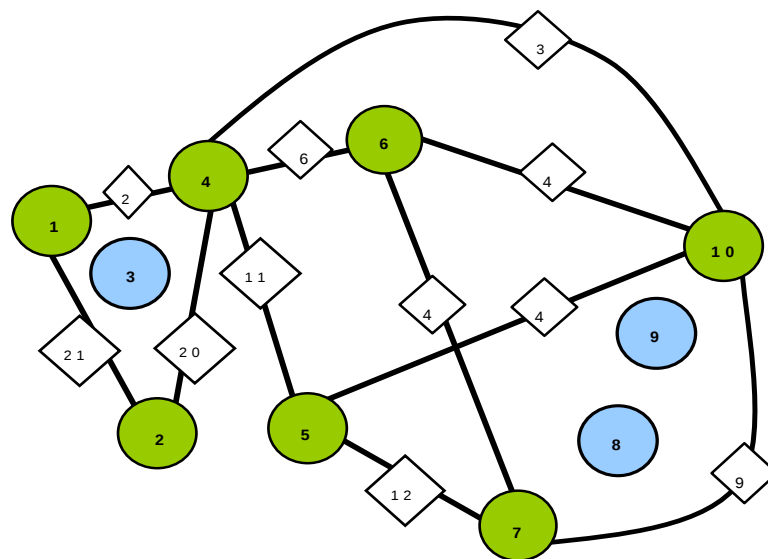


Figura 3.3: Diagrama relacional de recorridos y/o actividades. Fuente: Elaboración propia.

b) Determinar superficie requerida.

La distribución es básicamente un ordenamiento del espacio, los cálculos de las áreas individuales de los elementos debe ser la base de las dimensiones en conjunto. Las necesidades de espacio parten del número y tipo de máquinas requeridas, del área para el material de espera, del área para los servicios requeridos por el producto y cualquier otra necesidad especial de espacios.

Existen expresiones para calcular los requerimientos de espacio y es el llamado método de cálculo de superficie de P.F Guerchet, que proporciona el espacio total requerido en base a la suma de tres superficies parciales, que son la superficie estática (S_s), la gravitacional (S_g) y la evolutiva (S_e) (Cabanillas, 2004).

La superficie estática (S_s) representa el área física que ocupa un equipo o puesto de trabajo.

$$S_s = L.A$$

L y A , representan el largo y el ancho del puesto de trabajo.

Lo siguiente es calcular la superficie gravitacional (S_g) que representa el área que necesita un trabajador para el desempeño de su labor, calculándose de la de la siguiente manera:

$$S_g = S_s. N$$

Donde N es el número de lados operables de los equipos.

Por último, la superficie evolutiva (S_e), que representa el área necesaria para circulación, se calcula así:

$$S_e = K (S_s. + S_g)$$

Donde K es un coeficiente único para toda la planta, que está dado por la razón entre la altura media de los hombres u objetos desplazados sobre el doble de la cota media de máquinas o muebles. La superficie total será por tanto la suma de las superficies parciales de cada una de las máquinas o muebles del área.

Después de realizar los cálculos necesarios para obtener el área requerida para los equipos a instalar, (ver Anexo H) donde se resumen los valores para cada uno de los

puestos de trabajos (ver tabla 3.3) se llega a la conclusión de que el área disponible satisface las necesidades para la capacidad del equipamiento tecnológico adquirido.

Nro	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANTIDAD	M 2
1	Cepillo de 4 caras: SICAR VICTORY 220	1	11.5
2	Cepillo de 1 cara: SICAR FORTE 520	1	1.9
3	Cepillo de 1 cara: SICAR FORTE 520	1	1.9
4	Mortajadora de cadena: SICAR CC 40	1	1.05
5	Plana horizontal: SICAR RAPID 400	1	5.17
6	Plana horizontal: SICAR RAPID 400	1	5.17
7	Plana horizontal: SICAR RAPID 400	1	5.17
8	Sierra circular péndulo: SICAR OMGA RN 450	1	11.76
9	Sierra circular péndulo: SICAR OMGA RN 450	1	11.75
10	Sierra circular péndulo: SICAR OMGA SP 500 F	1	11.80
11	Trompo vertical de mesa (tupí): SICAR SFL 1000 M	1	2.45
12	Trompo vertical de mesa (tupí): SICAR SFL 1000 M	1	2.45
13	Sierra circular hilar: SICAR BOOM 3200	1	22.85
14	Sierra circular hilar: SICAR BOOM 3200	1	22.85
15	Sierra circular hilar: SICAR BOOM 3200	1	22.85
16	Torno para madera: SICAR ST 34	1	3.60
17	Lijadora vertical	1	1.66
18	Taladro vertical	1	1.26
19	Bancos de trabajo	5	42.0
20	Pasillo del para acceso al almacen		79.90
21	Pasillo central (3.50x18.5)		68.00
Area requerida			337.04
Area total del taller(37.80 x18.50)			699.3
area disponible			362.26

Tabla 3.3. Espacios requeridos para nuevo equipamiento tecnológico. Fuente: Elaboración propia.

La tabla de relaciones cuenta en cada casilla con dos elementos: la letra de la parte superior que indica la valoración de las proximidades, es decir la importancia de la relación (tabla 3.4), y el número de la parte inferior justifica la valoración de las proximidades o sea el motivo de dicha importancia (tabla 3.6), así pues, para cada relación se tendrá un valor y un motivo que la justifica.

VALORES DE PROXIMIDAD	
prioridad	Código de líneas
Absolutamente necesaria	
Especialmente importante	
Importante	
Importancia ordinaria	
Indiferente	
Indeseable	

Tabla 3.4. Valores de proximidad

Para construir el diagrama relacional se colocan en primer lugar las áreas de trabajo, que tengan relaciones A, luego se agregan las áreas que posean relaciones E, y así sucesivamente hasta colocar todas las relaciones obtenidas en la tabla relacional

En el diagrama relacional, no se han considerado las áreas de servicio, esto es debido a que dichas áreas ya poseen una ubicación en el diseño del edificio.

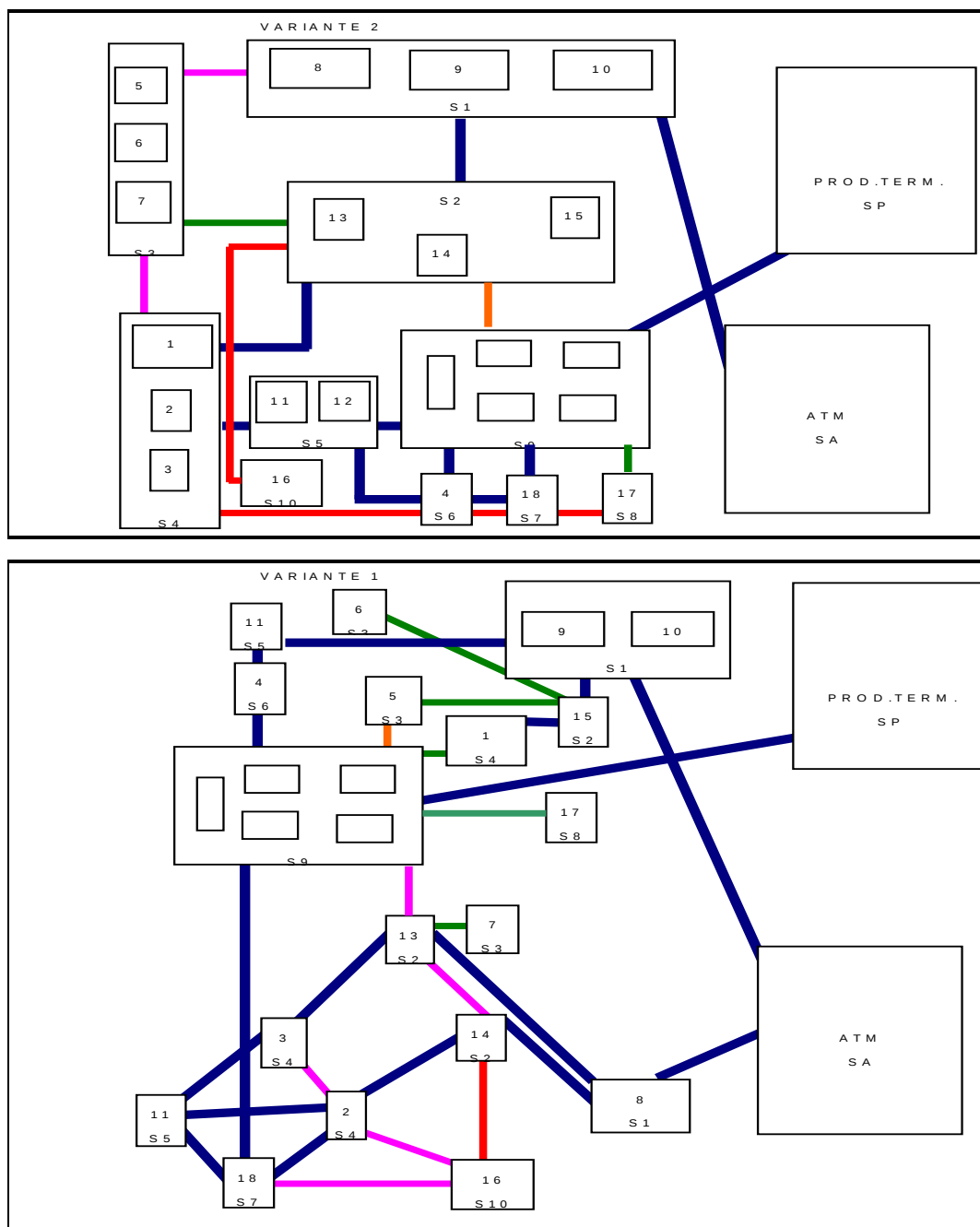
Código	Razón
1	Flujo de trabajo
2	Espacios y Equipos Compartidos
3	Seguridad e Higiene
4	Personal Común
5	Facilidad de Supervisión
6	Contacto Necesario

Tabla 3.5. Justificación de los valores de proximidad. Fuente: Elaboración propia.

		INTERRELACIÓN										
no	DESDE ; A		SA	S1	S2	S3	S4	S10	S5	S7	S8	S9
2	ATM	SA		A / 4	X / 6	X / 6	X / 6	X / 6	X / 6	X / 6	X / 6	X / 6
3	SIERRA DE PENDULO	S1			A / 4	X / 6	X / 6	X / 6	X / 6	X / 6	X / 6	X / 6
4	SIERRA CIRCULAR	S2				A / 4	X / 6	X / 6	X / 6	X / 6	X / 6	X / 6
5	PLANA HORIZONTAL	S3					A / 4	X / 6	X / 6	X / 6	X / 6	X / 6
6	CEPILLO	S4						A / 4	X / 6	X / 6	X / 6	X / 6
7	ORNO PARA MADERA	S10							A / 4	X / 6	A / 5	X / 6
8	TROMPO VERTICAL	S5								A / 4	X / 6	X / 6
9	TALADRO	S7									A / 4	X / 6
10	ECOPLADORA	S6										A / 5
11	LIJADORA	S8										
12	AREA DE ENSAMBLE	S9										

Tabla 3.6. Tabla relacional de actividades. Fuente: Elaboración propia.

Según lo anteriormente expuesto, el diagrama relacional resultante se puede apreciar en la figura 3.4.



LEYENDA	
prioridad	Codiga de lineas
Absolutamente necesaria	—
Especialmente importante	—
Importante	—
Importancia ordinaria	—
Indiferente	—
Indeseable	—
Equipos que se mantienen	—

Figura: 3.4 Diagrama relacional. Fuente: Elaboración propia.

3.5. Análisis de las Propuestas.

De todo el análisis realizado anteriormente podemos concluir que la distribución actual del proceso de fabricación en la UBE de carpintería de la ECOA # 37 viola los principios para una adecuada distribución en planta, y está sustentada fundamentalmente por las causas que se expusieron anteriormente, se considera que la solución inminente a resolver está en la sustitución de todo el equipamiento tecnológico de dicho taller partiendo del principio de establecer una eficiente distribución en planta que esté acorde al flujo productivo de los elementos a fabricar, buscando armonía dentro del proceso y satisfacción para los operarios. De las dos variantes propuestas se considera que la variante dos es la más apropiada para los requerimientos del proceso cumpliendo con los requisitos que exige una correcta distribución espacial, permitiendo aplicar variantes y estrategias en caso de que existan afectaciones de roturas u otras inconsistencias. Además, la variante 2 implica menos distancias a recorrer y en muchos casos no se necesitan medios de transporte para el traslado de los recursos ya que la mejora en cercanía propicia que el mismo se realice manualmente.

Con la propuesta planteada se ahorran 77.9 metros lineales de desplazamiento y 12 movimientos menos trayendo consigo un ahorro circunstancial en estos aspectos. Lo anteriormente planteado se evidencia en el Anexo I.

Para comprobar que la propuesta de distribución en planta disminuye el ciclo tecnológico con respecto a la distribución actual se realiza un diagrama de recorrido de la producción de ventanas para corroborar dicha hipótesis, ya que una disminución de los movimientos implica disminución de tiempo y por ello disminución del ciclo tecnológico. A continuación se muestra dicho diagrama que representa los movimientos a realizar en el proceso de producción de una ventana.

VARIANTE 1													
TABLA DE RELACIONES		ATM	SIERRA DE PENDULO	SIERRA CIRCULAR	PLANA HORIZONTAL	CEPILLO	TORNO PARA MADERA	TROMPO VERTICAL	TALADRO	ECOPLADORA	LIJADORA	AREA DE ENSAMBLE	AUM. PROD. TERMINADA
		S A	S 1	S 2	S 3	S 4	S 10	S 5	S 7	S 6	S 8	S 9	S P
S A	ATM	0	28										
S 1	SIERRA DE PENDULO		0	9	0								
S 2	SIERRA CIRCULAR			0	4	0							
S 3	PLANA HORIZONTAL				0	3.8							
S 4	CEPILLO					0	2.6						
S 10	TORNO PARA MADERA						0	3.2					
S 5	TROMPO VERTICAL							0	2.5			9	
S 7	TALADRO								0	2		8	
S 6	ECOPLADORA									0	2.3	2.8	
S 8	LIJADORA										0	4.5	3.5
S 9	AREA DE ENSAMBLE											0	4.1
DIST. RECORRER (MTS)												126	

VARIANTE 2													
TABLA DE RELACIONES		ATM	SIERRA DE PENDULO	SIERRA CIRCULAR	PLANA HORIZONTAL	CEPILLO	TORNO PARA MADERA	TROMPO VERTICAL	TALADRO	ECOPLADORA	LIJADORA	AREA DE ENSAMBLE	AUM. PROD. TERMINADA
		S A	S 1	S 2	S 3	S 4	S 10	S 5	S 7	S 6	S 8	S 9	S P
S A	ATM	0	16										
S 1	SIERRA DE PENDULO		0	3.5	0								
S 2	SIERRA CIRCULAR			0	4	0							
S 3	PLANA HORIZONTAL				0	3.8							
S 4	CEPILLO					0	2.6						
S 10	TORNO PARA MADERA						0	3.2					
S 5	TROMPO VERTICAL							0	2.5			2.8	
S 7	TALADRO								0	2		2.8	
S 6	ECOPLADORA									0	2.3	2.8	
S 8	LIJADORA										0	2.8	
S 9	AREA DE ENSAMBLE											0	18
DIST. RECORRER (MTS)												69	

Tabla 3.7 Tabla de relaciones distancias a recorrer. Fuente: Elaboración propia.

TABLA DE RELACIONES		SIERRA DE PENDULO	SIERRA CIRCULAR	PLANA HORIZONTAL	CEPILLO 1 CARA	TROMPO VERTICAL	ECOPLADORA	TALADRO	TORNO PARA MADERA	LIJADORA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		0	19	0	2	0	0	0	0	0
1	SIERRA DE PENDULO									
2	SIERRA CIRCULAR									
3	PLANA HORIZONTAL									
4	CEPILLO 1 CARA									
5	TROMPO VERTICAL									
6	ECOPLADORA									
7	TALADRO									
8	TORNO PARA MADERA									
9	LIJADORA									
10	AREA DE ENSAMBLE									

Tabla 3.8. Resumen de las relaciones de actividades (Total de movimientos) que se consideran que pueden derivarse de la distribución propuesta. Fuente: Elaboración propia.

3.6 Conclusiones parciales:

1. Se evidencia y se comprueba la necesidad de un nuevo diseño espacial para insertar el nuevo equipamiento tecnológico ya que la actual no cumple con los principios de una correcta distribución.
2. Se proponen dos variantes de distribución, siendo la segunda variante la más efectiva para el taller, ya que implica menos distancias a recorrer y en muchos casos no se necesitan medios de transporte para el traslado de los recursos.
3. El diseño de distribución en planta propuesto reduce cantidad de movimientos lo que permite un mejor aprovechamiento de las capacidades instaladas.
4. Al lograrse una disminución de los movimientos, se logra disminuir el ciclo tecnológico del proceso, pues este es el factor fundamental del mismo.

Conclusiones Generales

Conclusiones Generales.

1. La influencia e importancia relativa de los factores de D.P varían con cada organización y situación concreta; y la solución adoptada para la distribución debe conseguir un equilibrio entre las características y consideraciones de todos los factores, de forma que se obtengan las máximas ventajas.
2. Se evidencia y se comprueba la necesidad de un nuevo diseño espacial para insertar el nuevo equipamiento tecnológico ya que la actual no cumple con los principios de una correcta distribución.
3. El Método SLP aplicado en la presente investigación, constituye la principal herramienta para la identificación de los problemas y su uso permite determinar y dar solución a estos presentados dentro de un flujo de producción.
4. Se proponen dos variantes de distribución, siendo la segunda variante la más efectiva para el taller, ya que implica menos distancias a recorrer y en muchos casos no se necesitan medios de transporte para el traslado de los recursos.
5. El diseño de distribución en planta propuesto reduce cantidad de movimientos lo que permite un mejor aprovechamiento de las capacidades instaladas.
6. Al lograrse una disminución de los movimientos, se logra disminuir el ciclo tecnológico del proceso, pues este es el factor fundamental del mismo.

Recomendaciones

Recomendaciones:

1. Que se realice la simulación de los tiempos a emplearse con la nueva distribución en planta.
2. Que se estudie el aprovechamiento de la Jornada Laboral bajo las condiciones de la nueva distribución espacial.
3. Que se implemente la distribución espacial propuesta, dado que se comprueba su organización y superioridad en comparación con la actual.

Bibliografía

Bibliografía.

- Apple, J. (1991). *Plant Layout and Material Handling*. Plant Layout and Material Handling.
- Aquilano, C. (1994a). *Dirección y Administración de la Producción y las Operaciones* (6º ed.). Addison-Wesley Iberoamericana.
- Aquilano, C. (1994b). *Dirección y Administración de la Producción y las Operaciones* (6º ed.). Addison-Wesley Iberoamericana.
- Colectivo de Autores. (n.d.). *Handbook of Industrial Engineering*. Revolucionaria.
- Colectivo de autores. (2007). *Localización y Distribución en Planta de instalaciones de producción y servicios*. Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas.
- Colectivo de autores. (2002). Tarea Álvaro Reinoso. MINAZ.
- De Heredia, Rafael. (1995). *Dirección Integrada de Proyectos DIP Proyet Management* (2º ed.). Madrid, España.
- Del Río Cidoncha, M.G. (2008). Estudio comparativo de las estrategias para la distribución del espacio en planta en los campos de la arquitectura e ingeniería. Retrieved from <http://www.aepro.com/congreso>.
- 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 de las actividades*. Politécnica de Valencia.
- Domínguez Machuca, J. A. (1995). *Dirección de Operaciones*. Madrid, España: Mc Graw-Hill.
- Everett E. Adam,Jr & Ronald J. Ebert. (1991). *Administración de la Producción y las Operaciones*. Mexico: Prentice-Hall. Hispanoamericana.
- Figeroa, A, Victor. (2006). *Redimensionamiento de la industria azucarera en Cuba*. Doctoral, Habana.
- Gutiérrez Rodríguez, Morania y Ortega Segretera, Teresa. (1986). *Manipulación de Materiales*. Habana, Cuba: Enpes.

- Martínez Cantillo, Nelson M. (2008). *Propuesta de mejora del proceso productivo en el taller de ventanas. Empresa MICALUM, Cienfuegos*. Ingeniería, Cienfuegos.
- Maynard, H.B. (1985). *Manual de Ingeniería y organización Industrial*. Barcelona, España: Reverté.
- Muther, R. (1981). *Distribución en Planta* (2º ed.). Barcelona, España: Hispano Europea.
- Pérez Gosende, Pablo A. (2008). Metodologías para la resolución de problemas de distribución en planta. Universidad de Matanzas.
- Resolución 91 Proceso inversionista en Cuba. (n.d.). .
- Rodríguez García, Niurka. (1997). *Proyecto de método de trabajo y organización de la fuerza laboral en el taller T-15 de E.P.T.D.E.P.* Ingeniería, Cienfuegos.
- Santamarina, M.C. (1995). *Métodos de optimización en la generación de distribuciones en plantas industriales mediante la aplicación de algoritmos genéticos y técnicas basadas en árboles de corte*. Doctoral, Politécnica de Valencia, España.
- Scchröder, R. G. (n.d.). *Administración de Operaciones*. Mexico: Mc Graw-Hill.
- Woithe G & Hernández Pérez. (1986). *Fundamentos de la Proyección de fábricas de construcción de maquinarias*. Ciudad de la Habana, Cuba: Pueblo y Educación.



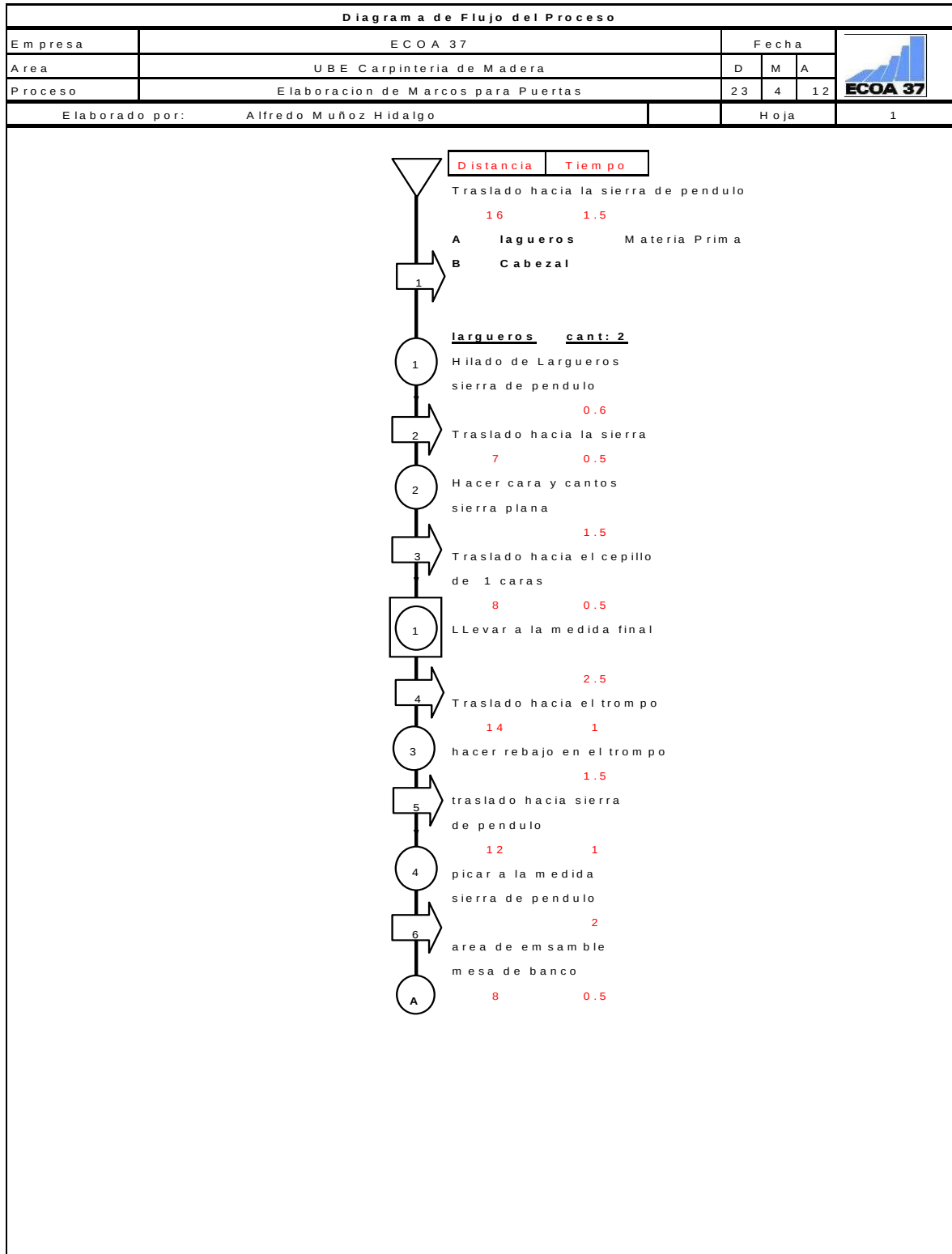
Anexas

Anexos

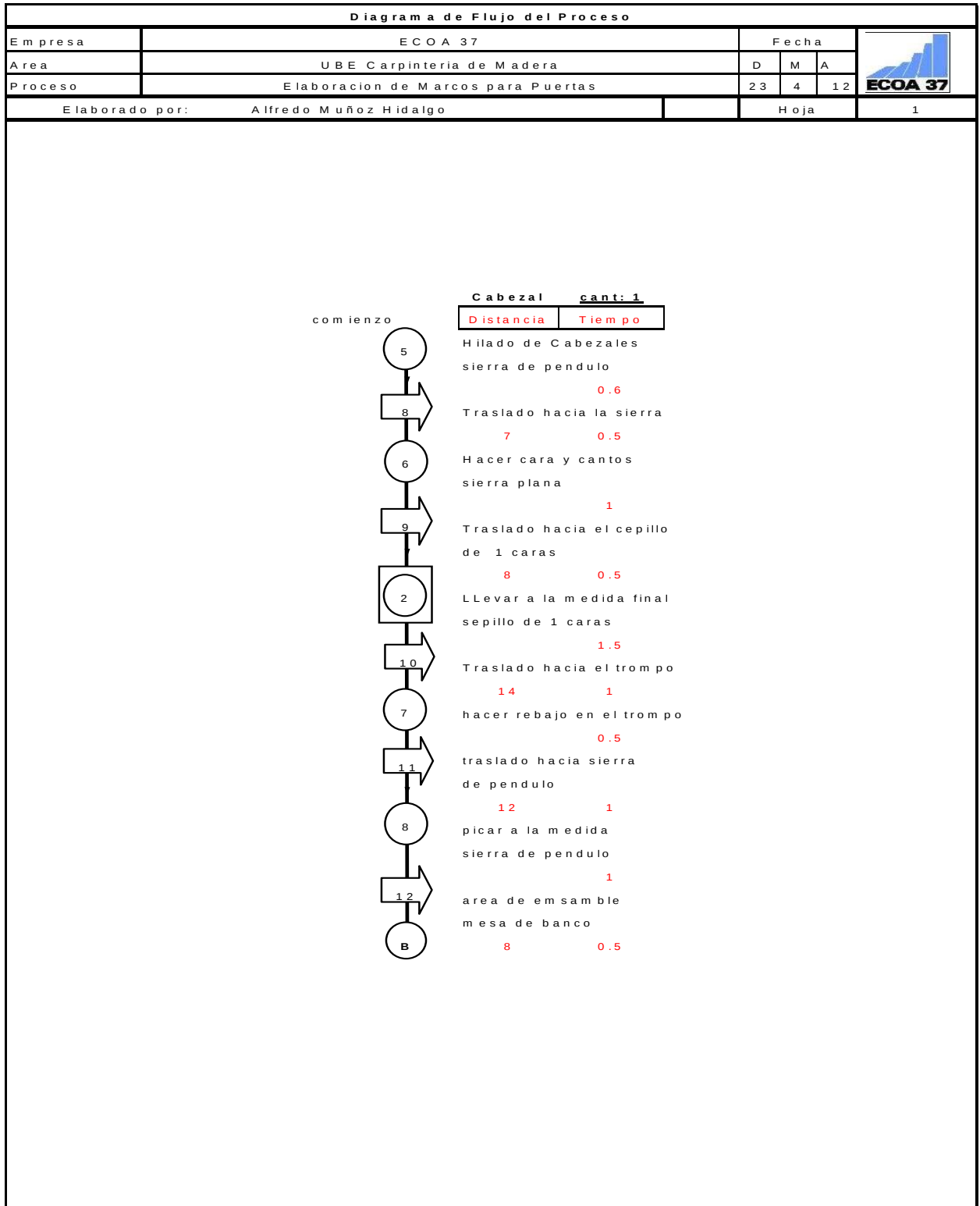
Anexo A. Comportamiento de la demanda de la Carpintería de Madera.

Comportamiento de la demanda de elementos de carpintería de madera año 2011														
Organismo	Elemento Constructivo	Meses												Total
		Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
Muros	Puertas	20	30	30	20	0	30	0	30	60	25	25	40	310
	Marcos	20	30	30	20	0	30	0	30	60	25	25	40	310
	Ventanas	30	50	45	50	20	45	0	50	45	40	10	60	445
Vivienda	Puertas	0	0	0	60	25	0	0	0	20	10	0	0	115
	Marcos	0	0	0	60	25	0	0	0	20	10	0	0	115
	Ventanas	0	0	10	20	15	30	0	0	20	16	0	18	129
Miras	Puertas	0	10	0	0	16	0	0	0	5	0	0	0	31
	Marcos	0	10	0	0	16	0	0	0	5	0	0	0	31
	Ventanas	0	0	0	0	20	0	18	0	0	0	0	0	38
Irradi	Puertas	0	0	8	0	0	0	16	0	0	2	0	0	26
	Marcos	0	0	8	0	0	0	16	0	0	2	0	0	26
	Ventanas	0	0	0	0	23	0	10	0	0	7	6	0	46
Cultura	Puertas	8	0	10	0	0	0	0	12	0	4	0	0	34
	Marcos	8	0	10	0	0	0	0	12	0	4	0	0	34
	Ventanas	10	0	32	0	8	0	0	20	0	0	0	0	70
Miral	Puertas	0	0	0	0	0	12	25	0	0	0	0	0	37
	Marcos	0	0	0	0	0	12	25	0	0	0	0	0	37
	Ventanas	0	0	0	0	0	8	30	0	0	16	0	0	54
Const. Militares	Puertas	0	20	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	30
	Marcos	0	20	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	30
	Ventanas	0	30	10	0	0	18	0	0	0	18	0	0	76
Minagi	Puertas	0	0	0	0	0	0	0	10	0	5	0	0	15
	Marcos	0	0	0	0	0	0	0	10	0	5	0	0	15
	Ventanas	0	0	8	0	12	0	0	4	0	16	0	0	40
Total por Elementos	Puertas	28	60	48	80	41	47	41	52	85	51	25	40	588
	Marcos	28	60	48	80	41	47	41	52	85	51	25	40	588
	Ventanas	40	80	105	70	98	101	58	74	65	113	16	78	888
Total General		96	200	201	230	180	195	140	178	235	215	66	158	2094

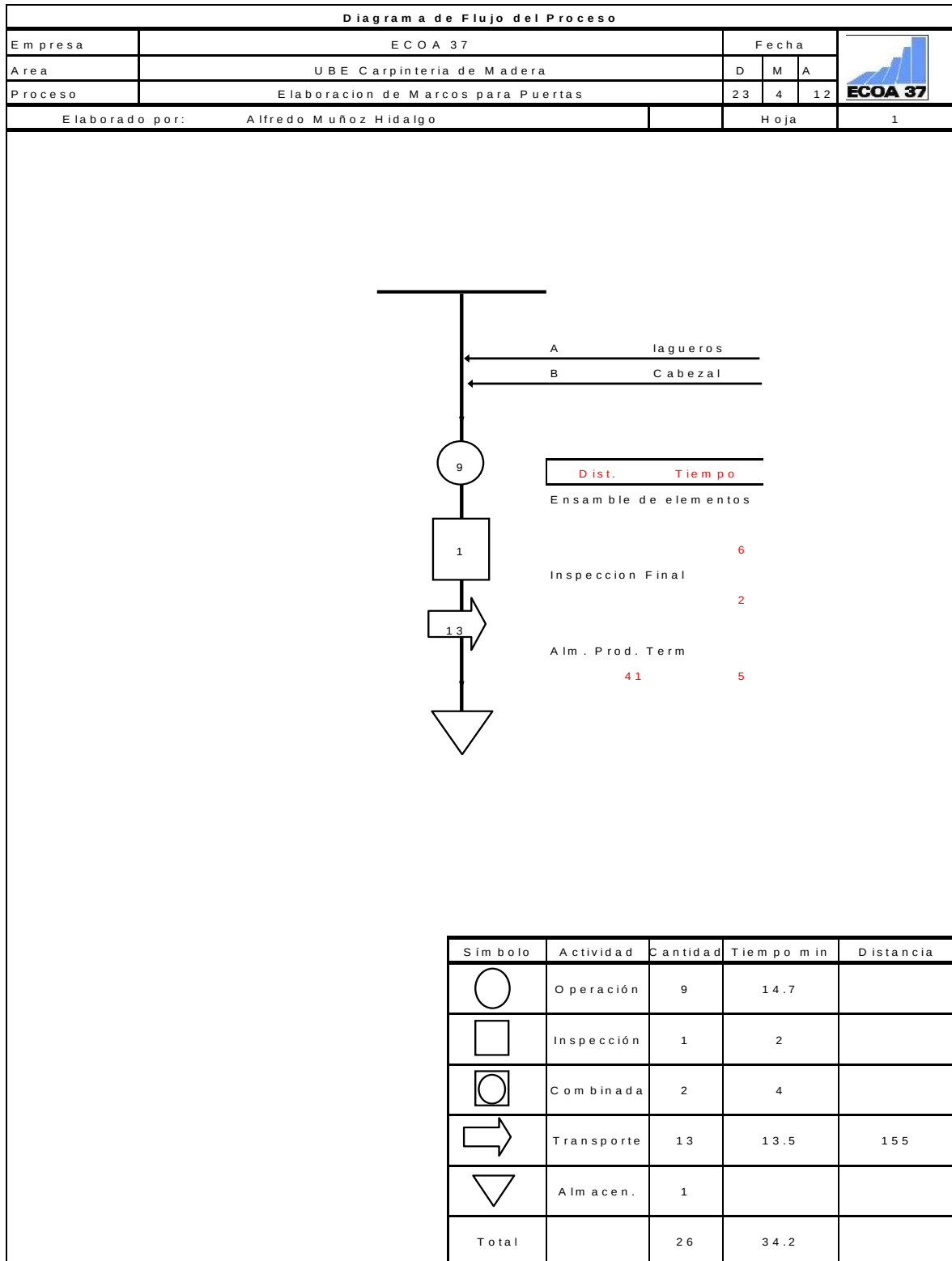
Anexo B.1 Diagrama actual de flujo del proceso de marcos para puertas (largueros).



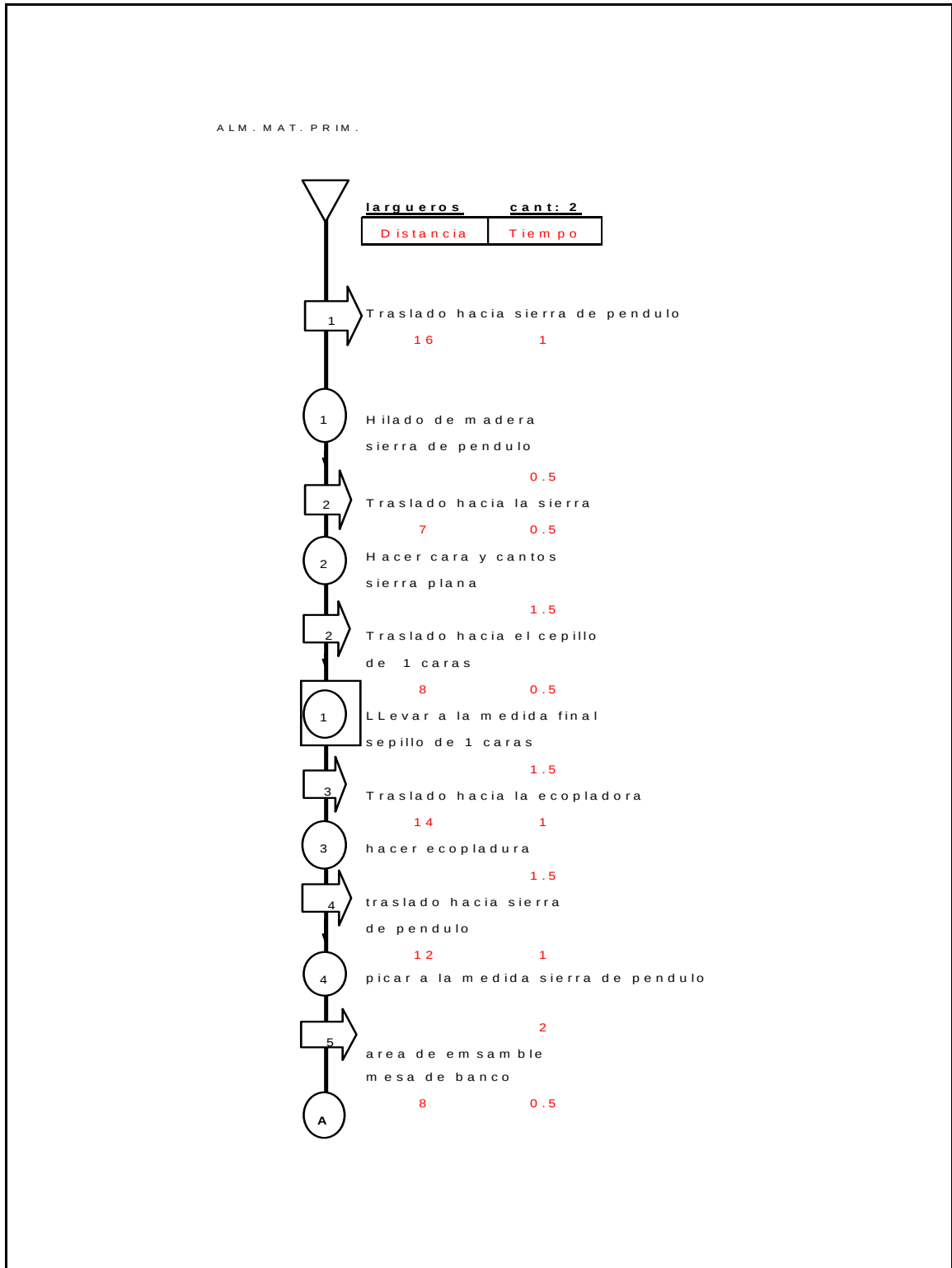
Anexo B.1 Diagrama actual de flujo del proceso de marcos para puertas (cabezales).



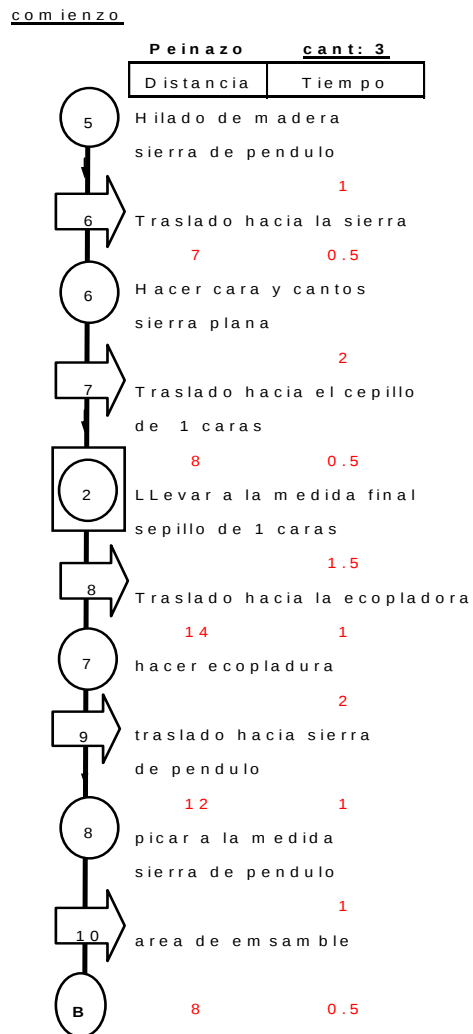
Anexo B.1 Diagrama actual de flujo del proceso de marcos para puertas (ensamble).



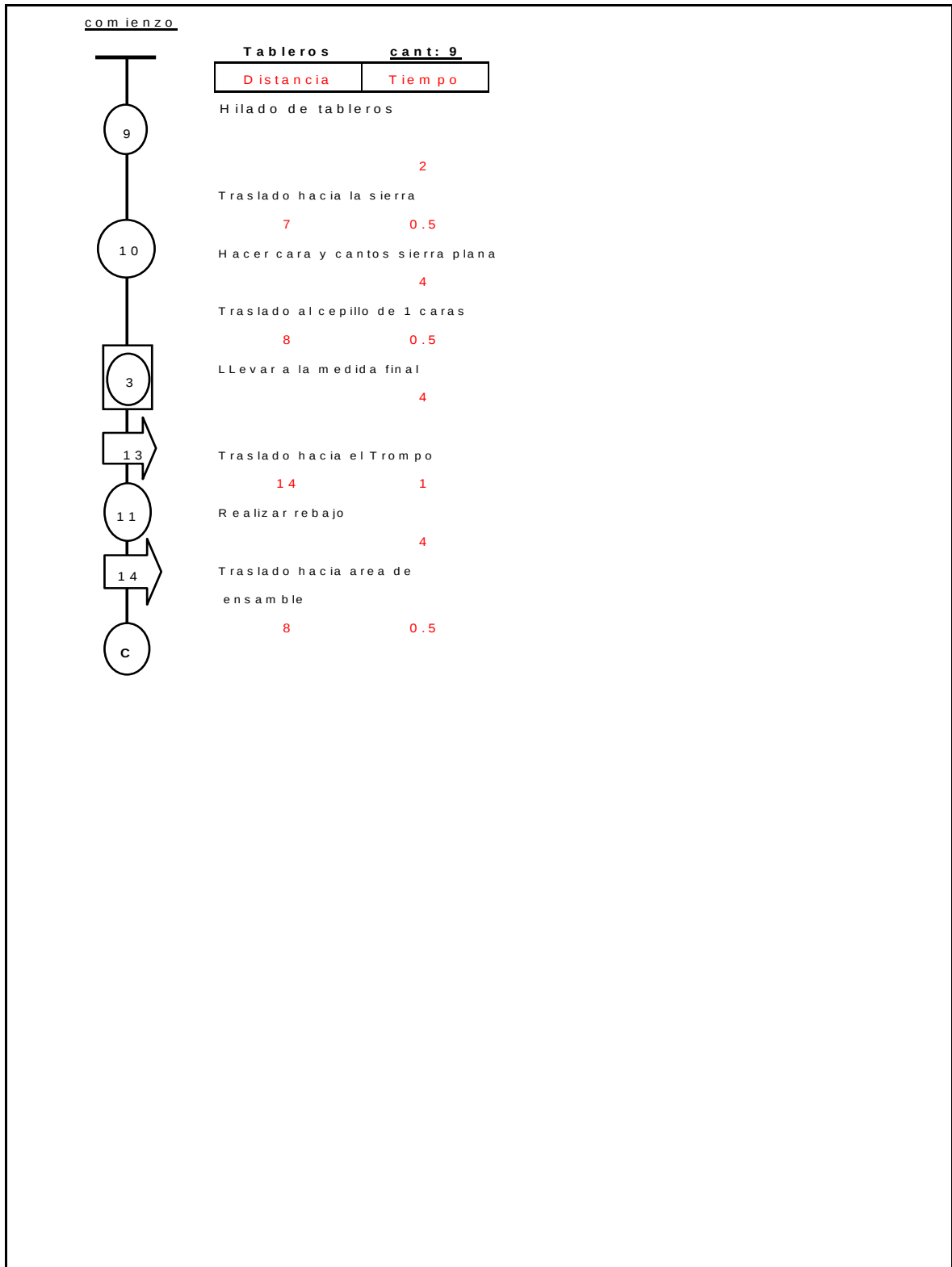
Anexo B.2 Diagrama actual de flujo del proceso de elaboración de puertas (largueros).



Anexo B.2 Diagrama actual de flujo del proceso de elaboración de puertas (peinazos).



Anexo B.2 Diagrama actual de flujo del proceso de elaboración de puertas (tableros).



Anexo B.2 Diagrama actual de flujo del proceso de elaboración de puertas (ensamble).

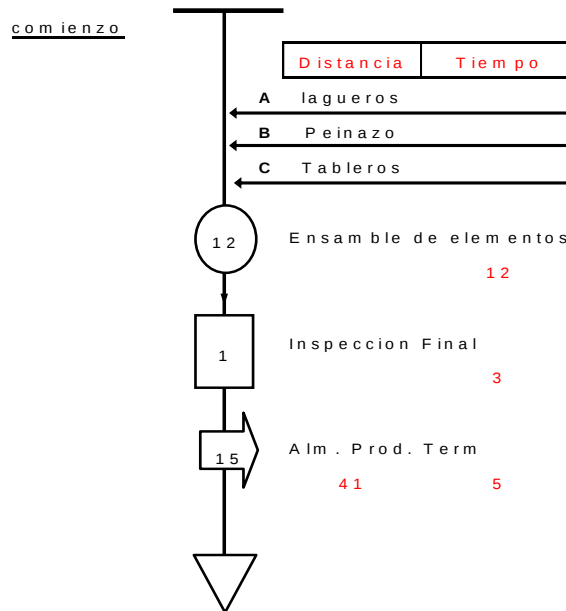
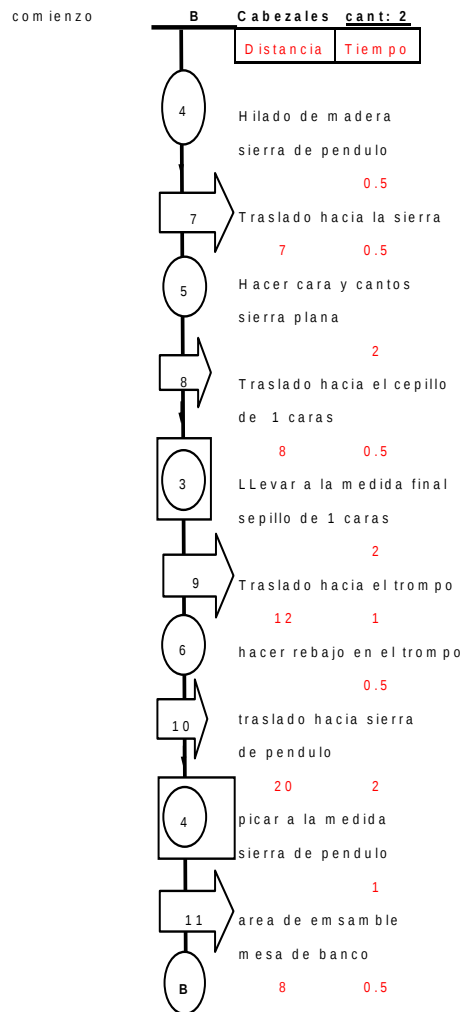


Diagrama de Flujo del Proceso				
Fabricacion de Puertas				
Empresa	ECO A 37			
Area	UBE Carpinteria de Madera			
Proceso	Elaboracion de Puertas			
Elaborado por:	Alfredo Muñoz Hidalgo			
Símbolo	Actividad	Cantidad	Tpo (mts)	Distancia
	Operación	12	33.5	
	Inspección	1	3	
	Combinada	3	7	
	Transporte	15	15.5	192
	Almacen.			
Total	0	31	59	

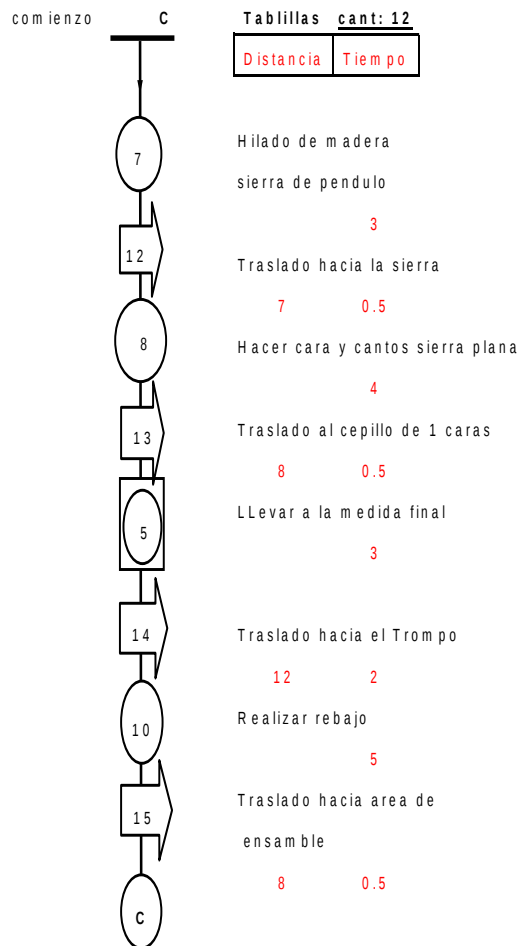
Anexo B.3 Diagrama actual de flujo del proceso de elaboración de ventanas (largueros).



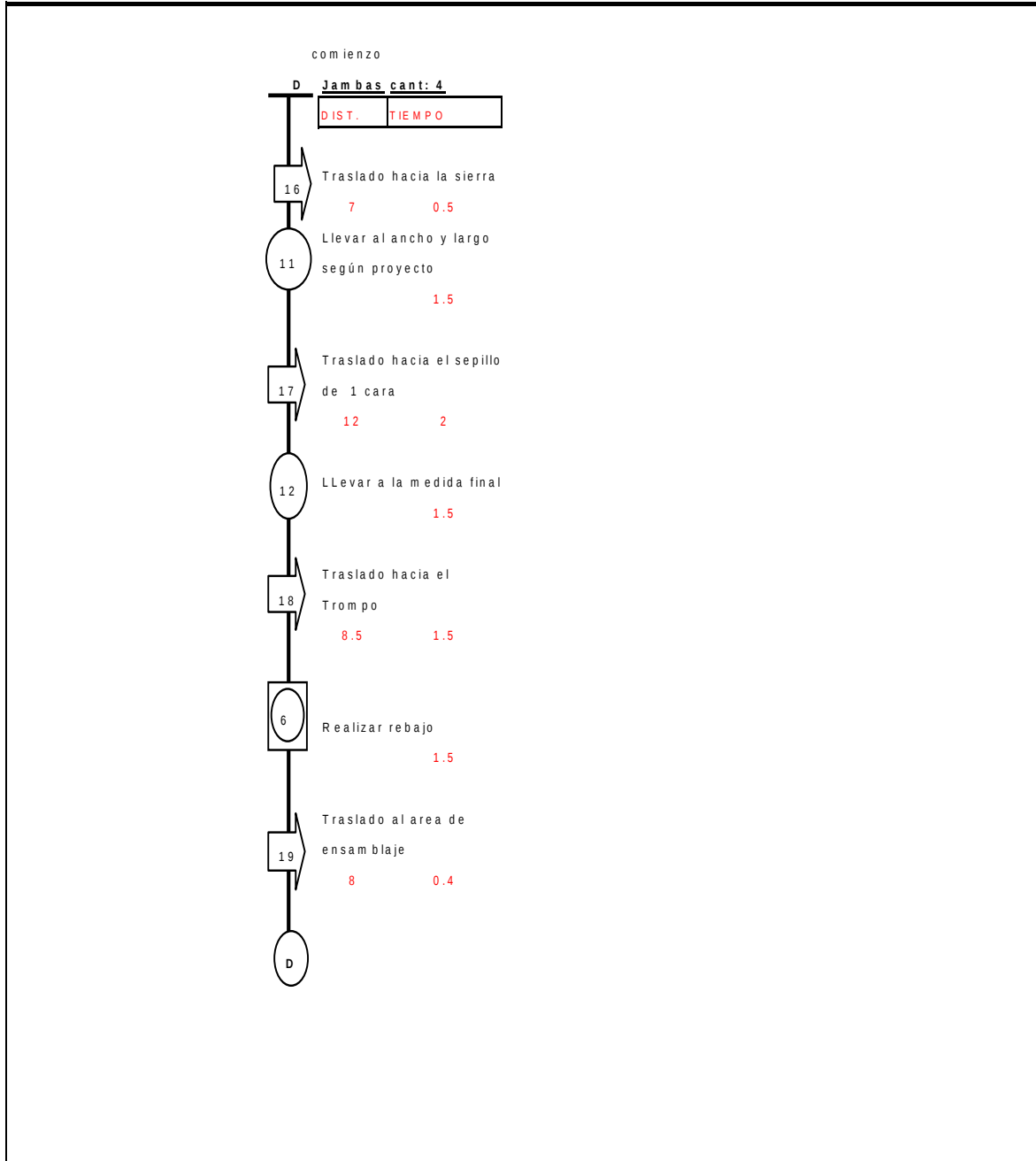
Anexo B.3 Diagrama actual de flujo del proceso de elaboración de ventanas (Cabezales).



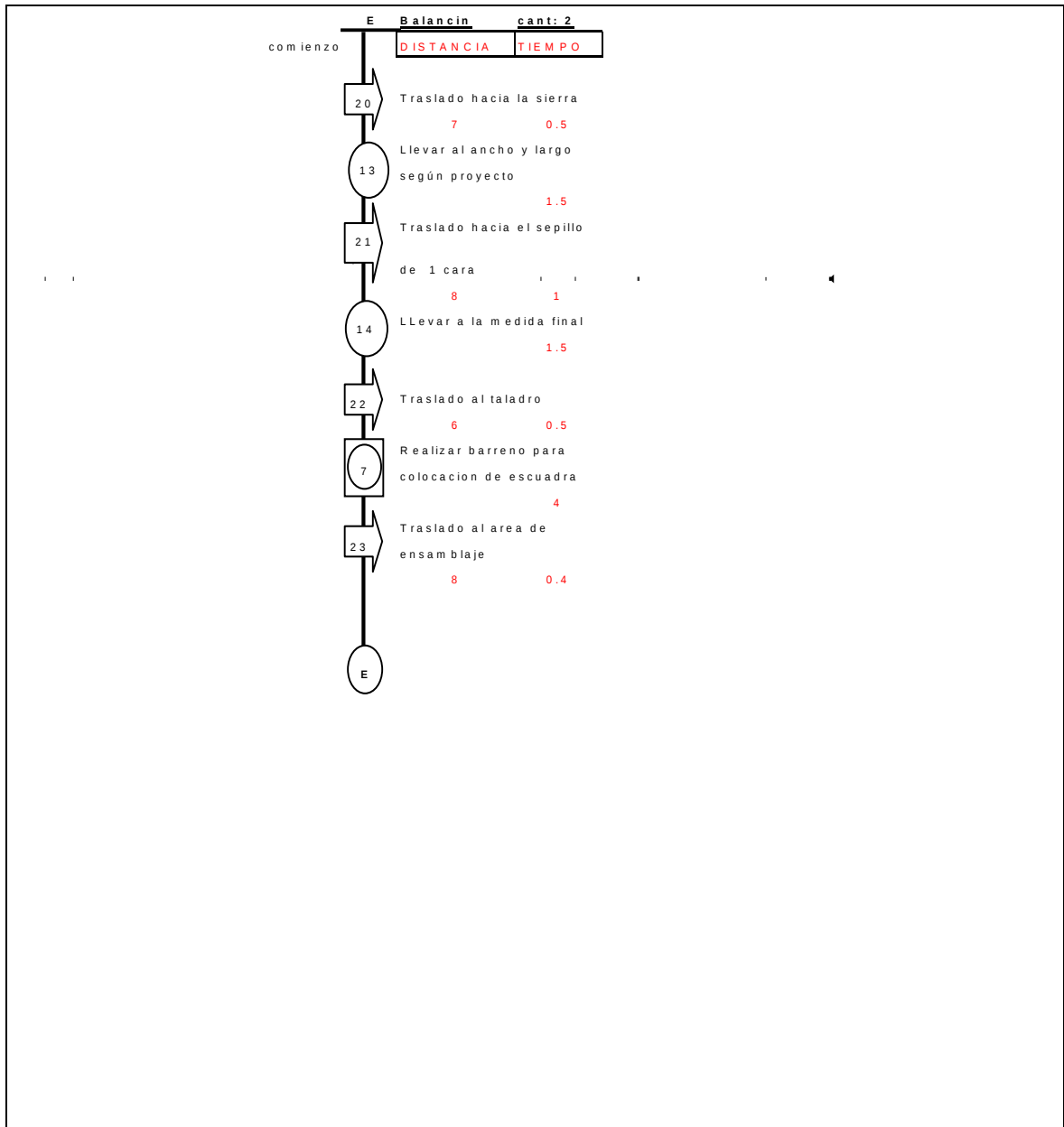
Anexo B.3 Diagrama actual de flujo del proceso de elaboración de ventanas (Tablillas).



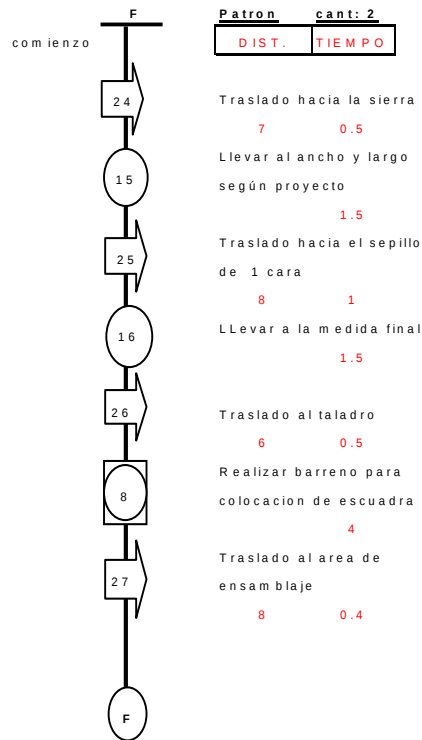
Anexo B.3 Diagrama actual de flujo del proceso de elaboración de ventanas (Jambas).



Anexo B.3 Diagrama actual de flujo del proceso de elaboración de ventanas (Balancín).



Anexo B.3 Diagrama actual de flujo del proceso de elaboración de ventanas (Patrón).



Anexo B.3 Diagrama actual de flujo del proceso de elaboración de ventanas (ensamble).

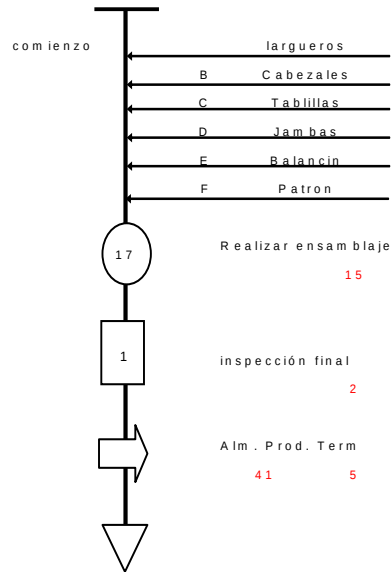


Diagrama de Flujo del Proceso				
Proceso de Fabricación de Ventanas				
Empresa	ECO A 37		volumen	
Area	UBE Carpintería de Madera		20	
Proceso	Elaboración de ventanas		tiempo/u	
Elaborado por	Alfredo Muñoz Hidalgo		4.6	
Símbolo	Cantidad	Cantidad	Tpo (mts)	Distancia
○	Operación	17	43	
□	Inspección	1	2	
◻	Combinada	8	18.5	
➡	Transporte	27	27.7	295.5
▽	Almacen.			
Total		53	91.2	295.5

Anexo C.1 Diagrama de recorrido actual del proceso de elaboración de marcos.

DIAGRAMA DE RECORRIDO										METODO		CANT.	
EMPRESA		ECO A 37				FECHA		OPERACIÓN		9			
TALLER		CARPINTERIA DE MADERA				D	M	AÑO		12			
PROCESO		FABRICACION DE MARCOS		U/M	U	19	4	2012		COMBINADAS	2		
PROCEDIMIENTO REPRESENTADO				ACTUAL	X	PROPUEST.		INSPECCION		1			
CONFECCIONADO POR:				DIAGRAMA		NRO	1			ALMACENAJE	1		
ALFREDO MUÑOZ HIDALGO								TIEMPO PROM	34.2				
Op	DESCRIPCION DEL PROCESO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	INSPECCION	ALMACENAJE	ACT. COMBINADA	CANT. EQUIPOS	TIEMPO(MTS)	DISTANCIA(MTS)	CANT. EN PROCESO	EQUIPO A UTILIZAR O HARRAMIENTA	
													
1	traslado hacia sierra de pedulo							1	1.5	16.00	2	SIERRA DE PENDULO	
2	Hilado de Largueros							1	0.6		2	CARRETILLA	
3	traslado hacia sierra							1	0.5	7.0	2	SIERRA CIRCULAR	
4	hacer caras y cantos							1	1.5		2	CARRETILLA	
5	traslado hacia el cepillo							1	0.5	8.00	2	CEPILLO 1 CARA	
6	LLevar a la medida final							1	2.5		2	CARRETILLA	
7	Traslado hacia el trompo							1	1	14.00	2	TROMPO	
8	hacer rebajo en el trompo							1	1.5		2	CARRETILLA	
9	traslado hacia sierra de pedulo							1	1	12.00	2	SIERRA CIRCULAR	
10	picar a la medida							1	2		2	CARRETILLA	
11	area de emsamble							1	0.5	8.00	2	MANUALES	
12	Hilado de cabezales							1	0.6		1	SIERRA DE PENDULO	
13	traslado hacia sierra							1	0.5	7.0	1	CARRETILLA	
14	hacer caras y cantos							1	1		1	SIERRA CIRCULAR	
15	traslado hacia el cepillo							1	0.5	8.00	1	CARRETILLA	
16	LLevar a la medida final							1	1.5		1	CEPILLO 1 CARA	
17	Traslado hacia el trompo							1	1	14.00	1	CARRETILLA	
18	hacer rebajo en el trompo							1	0.5		1	TROMPO	
19	traslado hacia sierra de pedulo							1	1	12.00	1	CARRETILLA	
20	picar a la medida							1	1		1	SIERRA DE PENDULO	
21	area de emsamble							1	0.5	8.00	1	SIERRA DE PENDULO	
22	Ensamblaje de elementos							1	6		1	MANUALES	
23	Inspeccion final							1	2		1		
24	Almacen Prod. Terminada.							1	5	41.00	1	SIERRA DE PENDULO	
25	Almacenamiento							1			1		
TOTAL									34.2	155	36		

Anexo C.2 Diagrama de recorrido actual del proceso de elaboración de puertas.

DIAGRAMA DE RECORRIDO										MET ODO		CANT.											
EMPRESA		ECO A 37				FECHA				OPERACIÓN		12											
TALLER		CARPINTERIA DE MADERA				D		M		AÑO		TRANSPORTE		16									
PROCESO		FABRICACION DE PUERTAS				UM		U		19		4		2012		COMBINADAS		3					
PROCEDIMIENTO REPRESENTADO						ACTUAL		X		PROPUEST.		INSPECCION		1									
CONFECCIONADO POR:						DIAGRAMA		NRO		1		ALMACENAJE		1									
ALFREDO MUÑOZ HIDALGO												TIEMPO PROM		59									
DESCRIPCION DEL PROCESO		OPERACIÓN		TRANSPORTE		ESPERA		INSPECCION		ALMACENAJE		ACT. COMBINADA		CANT. EQUIPOS		TIEMPO(MT S)		DISTANCIA(MT S)		CANT. EN PROCESO		EQUIPO A UTILIZAR O HARRAMIENTA	
Op																							
1 traslado hacia sierra de pedulo														1		1.5		16.00		2		SIERRA DE PENDULO	
2 Hilado de Largueros														1		0.5				2		CARRETILLA	
3 traslado hacia sierra														1		0.5		7.0		2		SIERRA CIRCULAR	
4 hacer caras y cantos														1		1.5				2		CARRETILLA	
5 traslado hacia el cepillo														1		0.5		8.00		2		CEPILLO 1 CARA	
6 LLevar a la medida final														1		1.5				2		CARRETILLA	
7 Traslado hacia la ecopladora														1		1		14.00		2		TROMPO	
8 hacer ecoplado														1		1.5				2		CARRETILLA	
9 traslado hacia sierra de pedulo														1		1		12.00		2		SIERRA CIRCULAR	
10 picar a la medida														1		2				2		CARRETILLA	
11 area de ensamble														1		0.5		8.00		2		MANUALES	
12 Hilado de peinasos														1		1				3		SIERRA DE PENDULO	
13 traslado hacia sierra														1		0.5		7.0		3		CARRETILLA	
14 hacer caras y cantos														1		2				3		SIERRA CIRCULAR	
15 traslado hacia el cepillo														1		0.5		8.00		3		CARRETILLA	
16 LLevar a la medida final														1		1				3		CEPILLO 1 CARA	
17 Traslado hacia la ecopladora														1		1		14.00		3		CARRETILLA	
18 hacer ecoplado														1		2				3		ECOPLADORA	
19 traslado hacia sierra de pedulo														1		1		12.00		3		CARRETILLA	
20 picar a la medida														1		1				3		SIERRA DE PENDULO	
21 area de ensamble														1		0.5		8.00		3		CARRETILLA	
22 Hilado de tableros														1		2				9		SIERRA DE PENDULO	
23 traslado hacia sierra														1		0.5		7.0		9		CARRETILLA	
24 hacer caras y cantos														1		4				9		SIERRA CIRCULAR	
25 traslado hacia el cepillo														1		0.5		8.00		9		CARRETILLA	
26 LLevar a la medida final														1		4				9		CEPILLO 1 CARA	
27 Traslado hacia el trompo														1		1		14.00		9		CARRETILLA	
28 hacer rebajo en el trompo														1		4				9		TROMPO VERTICAL	
29 area de ensamble														1		0.5		8.00		9		CARRETILLA	
30 Ensamblaje de elementos														1		12				1		HERRA. DE MANO	
31 Inspeccion final														1		3				1			
32 Almacen Prod. Terminada.														1		5		41.00		1		CARRETILLA	
33 Almacenamiento														1						1			
TOTAL																59		192					

Anexo C.3 Diagrama de recorrido actual del proceso de elaboración de ventanas.

DIAGRAMA DE RECORRIDO							METODO		CANT.			
EMPRESA		ECO A 37			FECHA			OPERACIÓN		12		
TALLER		CARPINTERIA DE MADERA			D	M	AÑO	TRANSPORTE		16		
PROCESO		FABRICACION DE VENTANAS		U/M	U	19	4	2012	COMBINADAS		3	
PROCEDIMIENTO REPRESENTADO				ACTUAL	X	PROPUEST.			INSPECCION		1	
CONFECCIONADO POR:				DIAGRAMA		NRO	1	ALMACENAJE		1		
ALFREDO MUÑOZ HIDALGO								TIEMPO PROM	295.5			
Op	DESCRIPCION DEL PROCESO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	INSPECCION	ALMACENAJE	ACT. COMBINADA	CANT. EQUIPOS	TIEMPO(MTS)	DISTANCIA(MTS)	CANT. EN PROCESO	EQUIPO A UTILIZAR O HARRAMIENTA
												
1	traslado hacia sierra de pedulo							1	1	16.00	2	SIERRA DE PENDULO
2	Hilado de Largueros							1	0.5		2	CARRETILLA
3	traslado hacia sierra							1	0.5	7.0	2	SIERRA CIRCULAR
4	hacer caras y cantos							1	2		2	CARRETILLA
5	traslado hacia el cepillo							1	0.5	8.00	2	CEPILLO 1 CARA
6	LLevar a la medida final							1	2		2	CARRETILLA
7	Traslado hacia el trompo							1	1	12.00	2	TROMPO
8	hacer rebajo							1	1.5		2	CARRETILLA
9	traslado hacia sierra de pedulo							1	2	20.00	2	SIERRA CIRCULAR
10	picar a la medida							1	1		2	CARRETILLA
11	area de ensamble							1	0.5	8.00	2	MANUALES
12	Hilado de Cabezales							1	1		2	SIERRA DE PENDULO
13	traslado hacia sierra							1	0.5	7.0	2	CARRETILLA
14	hacer caras y cantos							1	2		2	CEPILLO 1 CARA
15	traslado hacia el cepillo							1	0.5	8.00	2	CARRETILLA
16	LLevar a la medida final							1	2		2	CEPILLO 1 CARA
17	Traslado hacia la ecopladora							1	1	12.00	2	CARRETILLA
18	hacer ecoplado							1	1.5		2	ECOPLADORA
19	traslado hacia sierra de pedulo							1	2	12.00	2	CARRETILLA
20	picar a la medida							1	1		2	SIERRA DE PENDULO
21	area de ensamble							1	0.5	8.00	2	CARRETILLA
22	Hilado de tablillas							1	2		12	SIERRA DE PENDULO
23	traslado hacia sierra							1	0.5	7.0	12	CARRETILLA
24	hacer caras y cantos							1	3		12	SIERRA CIRCULAR
25	traslado hacia el cepillo							1	0.5	8.00	12	CARRETILLA
26	LLevar a la medida final							1	3		12	CEPILLO 1 CARA
27	Traslado hacia el trompo							1	2	12.00	12	CARRETILLA
28	hacer rebajo en el trompo							1	5		12	TROMPO

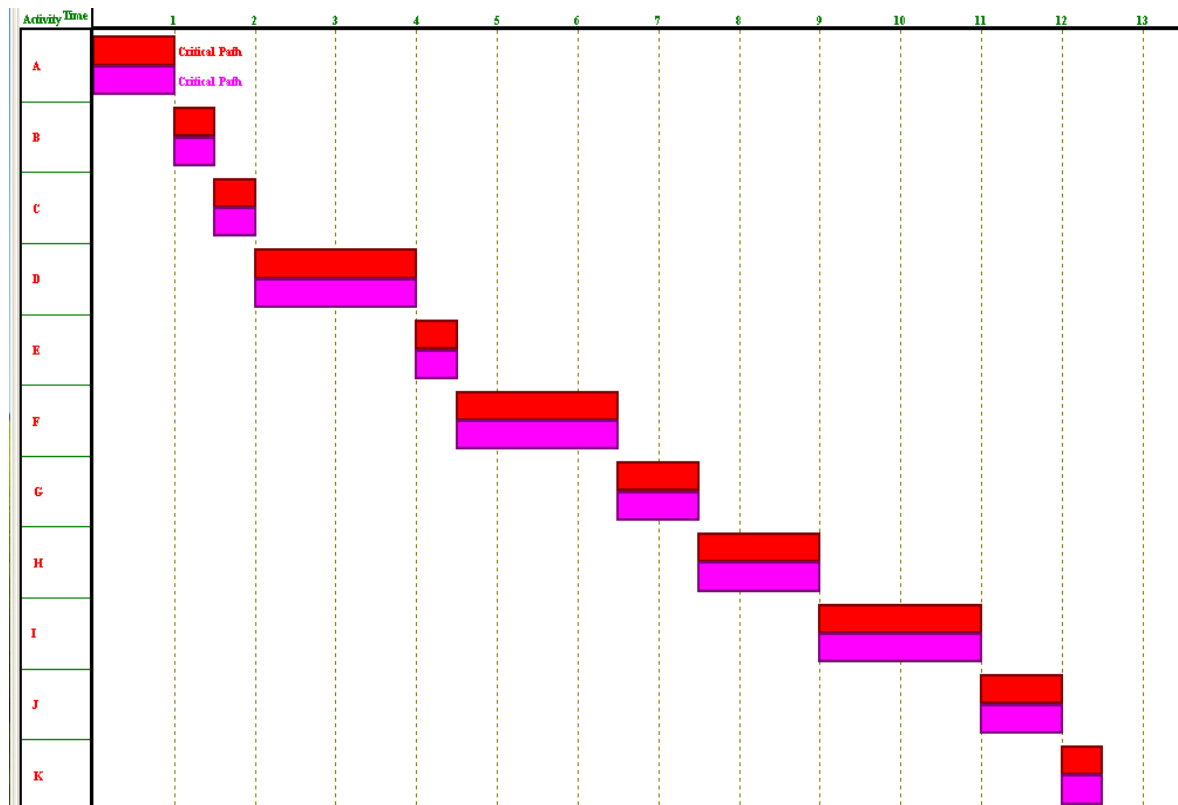
Anexo C.3 Continuación.

29	area de ensamble							1	0.5	8.00	12	CARRETILLA
3	traslado de jambas hacia sierra							1	0.5	7.0	4	SIERRA CIRCULAR
4	LLevar a la medida							1	1.5		4	CARRETILLA
5	traslado hacia el cepillo							1	2	12.00	4	CEPILLO 1 CARA
6	LLevar a la medida final							1	1.5		4	CARRETILLA
7	Traslado hacia el trompo							1	1.5	8.50	4	TROMPO
8	Hacer rebajo							1	1.5		4	CARRETILLA
29	area de ensamble							1	0.4	8.00	4	CARRETILLA
3	traslado de balancines hacia sierra							1	0.5	7.0	2	SIERRA CIRCULAR
4	LLevar a la medida							1	1.5		2	CARRETILLA
5	traslado hacia el cepillo							1	2	12.00	2	CEPILLO 1 CARA
6	LLevar a la medida final							1	1.5		2	CARRETILLA
7	Traslado hacia el Taladro							1	0.5	6.00	2	TROMPO
8	Hacer barrenado para pines							1	4		2	CARRETILLA
29	area de ensamble							1	0.4	8.00	2	CARRETILLA
3	traslado de patrones hacia sierra							1	0.5	7.0	2	SIERRA CIRCULAR
4	LLevar a la medida							1	1.5		2	CARRETILLA
5	traslado hacia el cepillo							1	2	12.00	2	CEPILLO 1 CARA
6	LLevar a la medida final							1	1.5		2	CARRETILLA
7	Traslado hacia el Taladro							1	0.5	6.00	2	TROMPO
8	Hacer barrenado para pines							1	4		2	CARRETILLA
29	area de ensamble							1	0.4	8.00	2	CARRETILLA
30	Ensamblaje de elementos							1	13.5		1	HERRA DE MANO
31	Inspeccion final							1	2		1	
32	Almacen Prod. Terminada.							1	5	41.00	1	CARRETILLA
33	Almacenamiento							1			1	
TOTAL									91.2	295.5		

Anexo D. 1 Diagrama de Gantt actual del proceso de marcos para ventanas (largueros).

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time
1	A		1
2	B	A	0.5
3	C	B	0.5
4	D	C	2
5	E	D	0.5
6	F	E	2
7	G	F	1
8	H	G	1.5
9	I	H	2
10	J	I	1
11	K	J	0.5

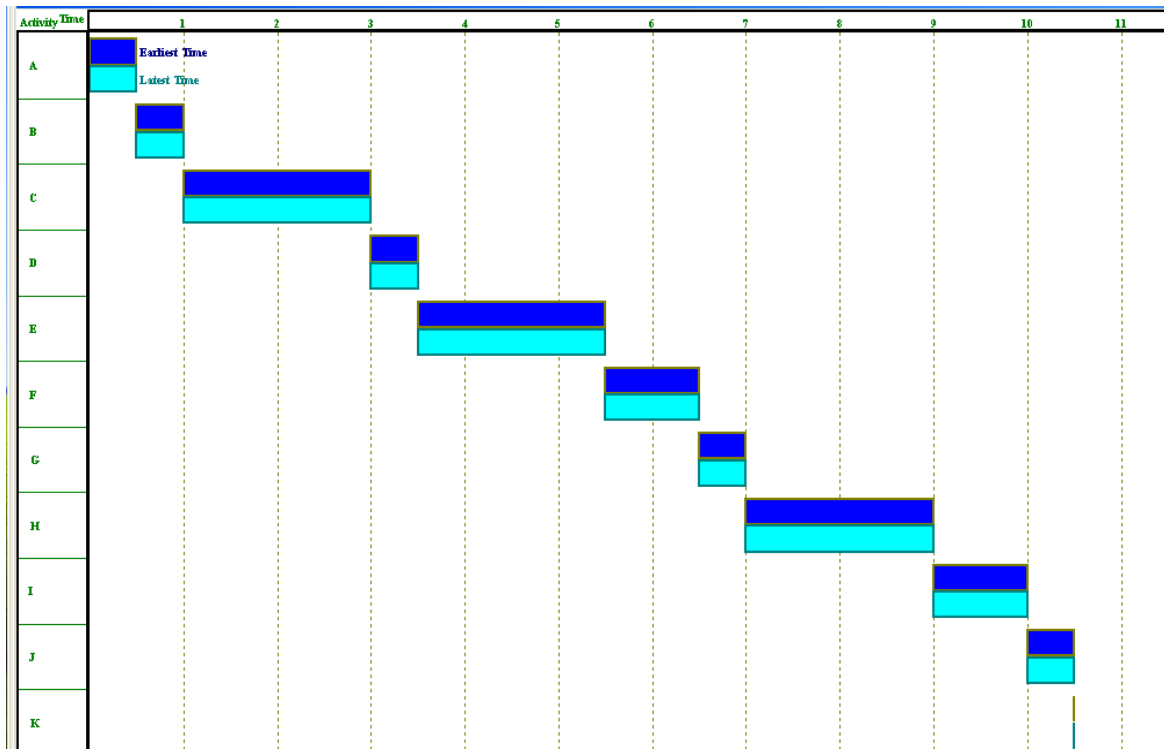
06-28-2012 14:37:52	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	Yes	1	0	1	0	1	0
2	B	Yes	0.5	1	1.5	1	1.5	0
3	C	Yes	0.5	1.5	2	1.5	2	0
4	D	Yes	2	2	4	2	4	0
5	E	Yes	0.5	4	4.5	4	4.5	0
6	F	Yes	2	4.5	6.5	4.5	6.5	0
7	G	Yes	1	6.5	7.5	6.5	7.5	0
8	H	Yes	1.5	7.5	9	7.5	9	0
9	I	Yes	2	9	11	9	11	0
10	J	Yes	1	11	12	11	12	0
11	K	Yes	0.5	12	12.5	12	12.5	0
Project Completion Time			=	12.50	weeks			
Number of Critical Path(s)			=	1				



Anexo D. 2 Diagrama de Gantt actual del proceso de marcos para ventanas (cabezales).

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time
1	A		0.5
2	B	A	0.5
3	C	B	2
4	D	C	0.5
5	E	D	2
6	F	E	1
7	G	F	0.5
8	H	G	2
9	I	H	1
10	J	I	0.5

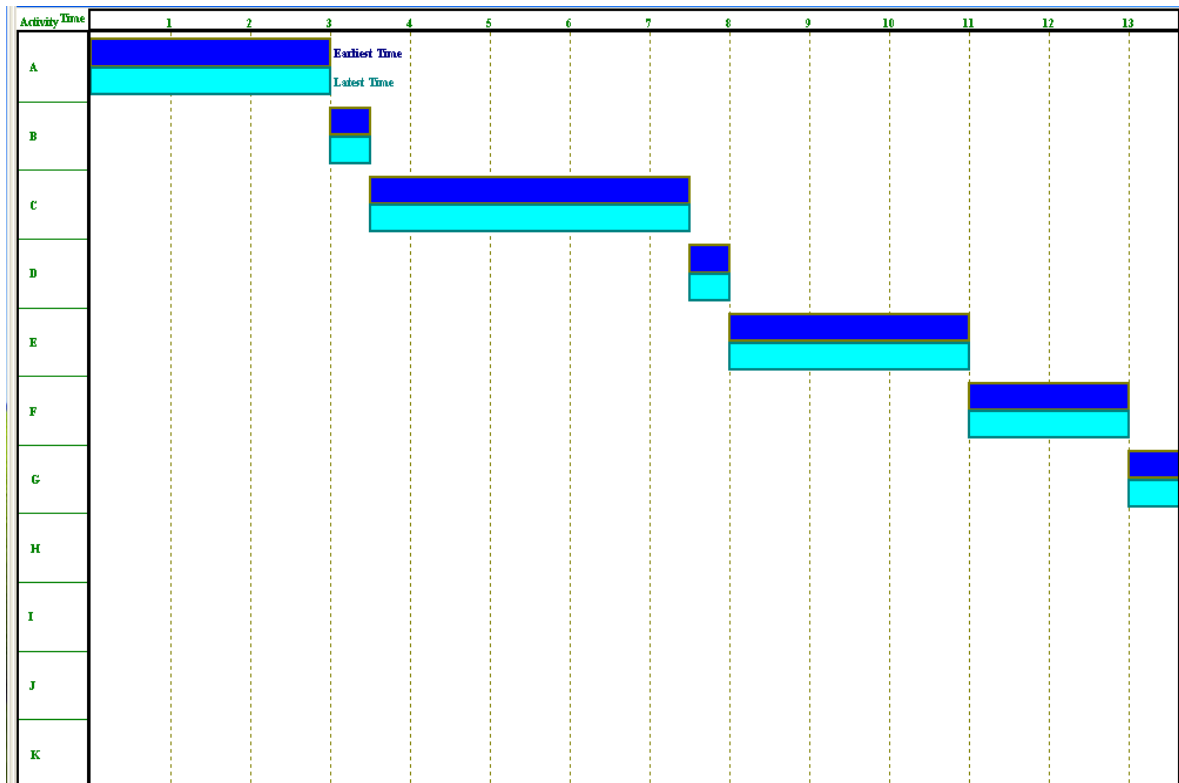
06-28-2012 14:46:30	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	no	0.5	0	0.5	0	0.5	0
2	B	no	0.5	0.5	1	0.5	1	0
3	C	no	2	1	3	1	3	0
4	D	no	0.5	3	3.5	3	3.5	0
5	E	no	2	3.5	5.5	3.5	5.5	0
6	F	no	1	5.5	6.5	5.5	6.5	0
7	G	no	0.5	6.5	7	6.5	7	0
8	H	no	2	7	9	7	9	0
9	I	no	1	9	10	9	10	0
10	J	no	0.5	10	10.5	10	10.5	0
11	K	no	0	10.5	10.5	10.5	10.5	0
Project Completion Time		=	10.50	weeks				
Number of Critical Path(s)		=	0					



Anexo D. 3 Diagrama de Gantt actual del proceso de marcos para ventanas (tablillas).

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time
1	A		3
2	B	A	0.5
3	C	B	4
4	D	C	0.5
5	E	D	3
6	F	E	2
7	G	F	5
8	H	G	0.5

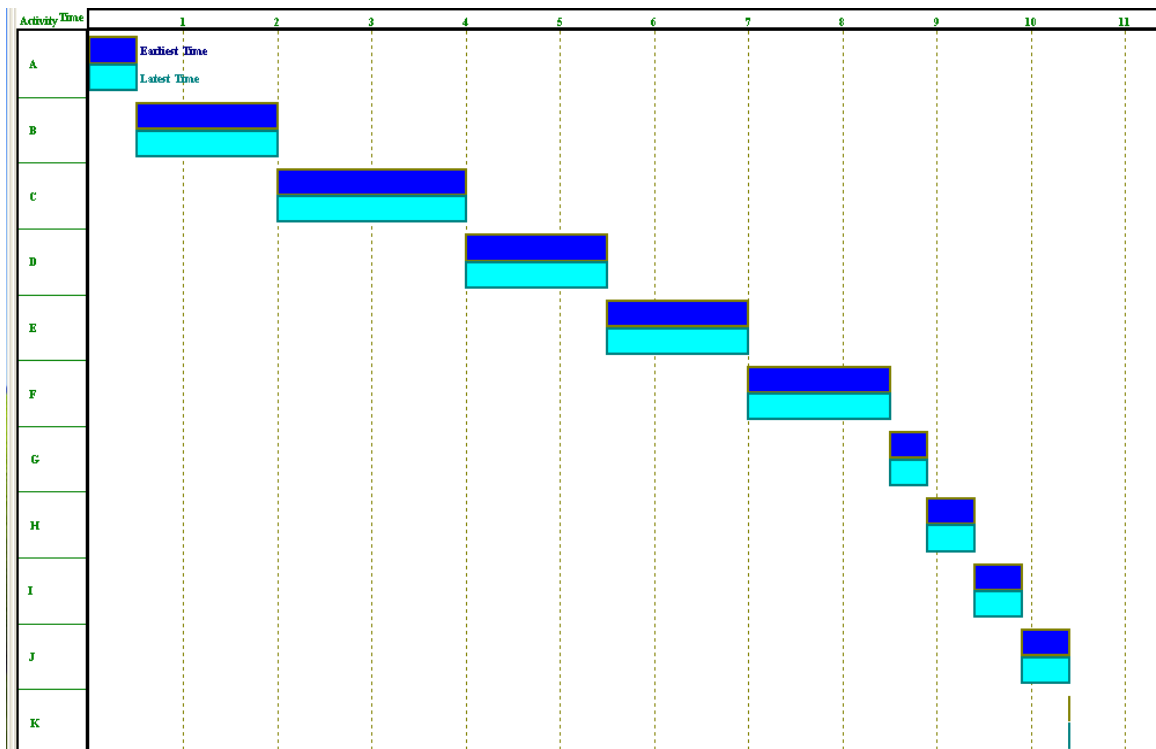
06-28-2012 14:51:47	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	no	3	0	3	0	3	0
2	B	no	0,5	3	3,5	3	3,5	0
3	C	no	4	3,5	7,5	3,5	7,5	0
4	D	no	0,5	7,5	8	7,5	8	0
5	E	no	3	8	11	8	11	0
6	F	no	2	11	13	11	13	0
7	G	no	5	13	18	13	18	0
8	H	no	0,5	18	18,5	18	18,5	0
9	I	no	0,5	18,5	19	18,5	19	0
10	J	no	0,5	19	19,5	19	19,5	0
11	K	no	0	19,5	19,5	19,5	19,5	0
Project Completion Time		=	19,50	weeks				
Number of Critical Path(s)		=	0					



Anexo D. 4 Diagrama de Gantt actual del proceso de marcos para ventanas (jamba).

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by '.')	Normal Time
1	A		0.5
2	B	A	1.5
3	C	B	2
4	D	C	1.5
5	E	D	1.5
6	F	E	1.5
7	G	F	0.4

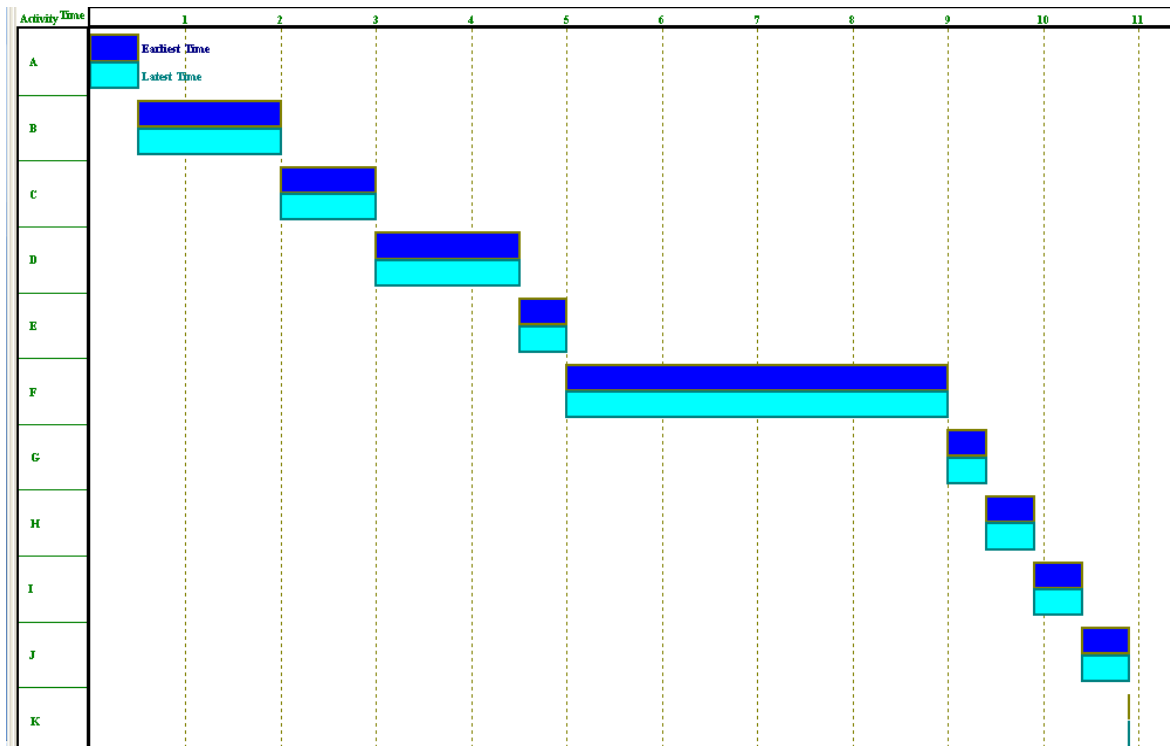
06-28-2012 14:54:38	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	no	0,5	0	0,5	0	0,5	0
2	B	no	1,5	0,5	2	0,5	2	0
3	C	no	2	2	4	2	4	0
4	D	no	1,5	4	5,5	4	5,5	0
5	E	no	1,5	5,5	7	5,5	7	0
6	F	no	1,5	7	8,5	7	8,5	0
7	G	no	0,4	8,5	8,9	8,5	8,9	0
8	H	no	0,5	8,9	9,4	8,9	9,4	0
9	I	no	0,5	9,4	9,9	9,4	9,9	0
10	J	no	0,5	9,9	10,4	9,9	10,4	0
11	K	no	0	10,4	10,4	10,4	10,4	0
	Project Completion Time	=	10,40					
	Number of Critical Path(s)	=	0					



Anexo D. 5 Diagrama de Gantt actual del proceso de marcos para ventanas (balancín).

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time
1	A		0.5
2	B	A	1.5
3	C	B	1
4	D	C	1.5
5	E	D	0.5
6	F	E	4
7	G	F	0.4

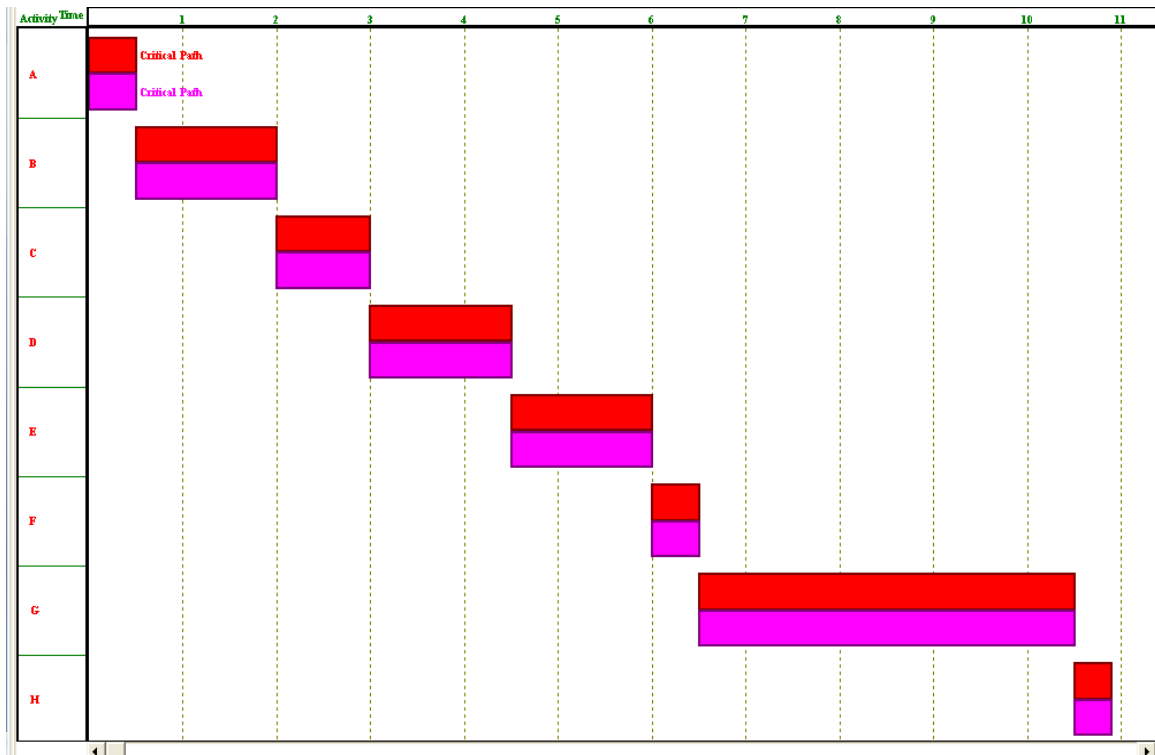
06-28-2012 14:59:41	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	no	0,5	0	0,5	0	0,5	0
2	B	no	1,5	0,5	2	0,5	2	0
3	C	no	1	2	3	2	3	0
4	D	no	1,5	3	4,5	3	4,5	0
5	E	no	0,5	4,5	5	4,5	5	0
6	F	no	4	5	9	5	9	0
7	G	no	0,4	9	9,4	9	9,4	0
8	H	no	0,5	9,4	9,9	9,4	9,9	0
9	I	no	0,5	9,9	10,4	9,9	10,4	0
10	J	no	0,5	10,4	10,9	10,4	10,9	0
11	K	no	0	10,9	10,9	10,9	10,9	0
Project Completion Time		=	10,90	weeks				
Number of Critical Path(s)		=	0					



Anexo D. 6 Diagrama de Gantt actual del proceso de marcos para ventanas (patrón).

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time
1	A		0.5
2	B	A	1.5
3	C	B	1
4	D	C	1.5
5	E	D	1.5
6	F	E	0.5
7	G	F	4
8	H	G	0.4

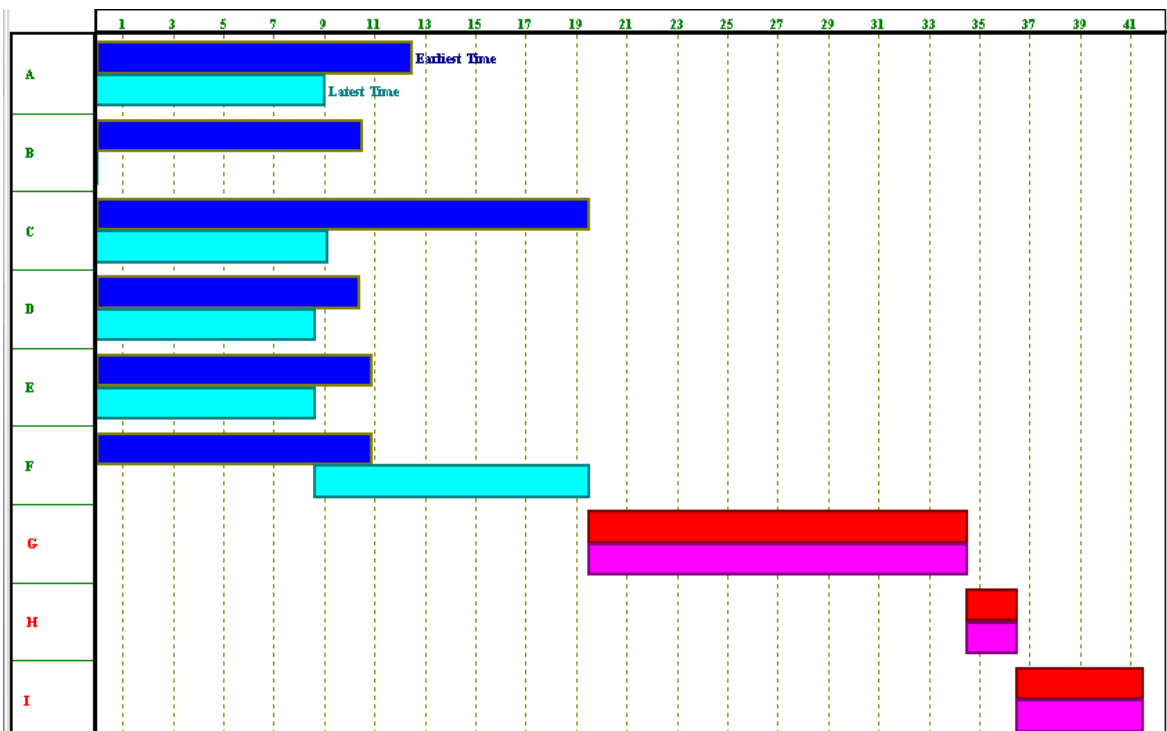
06-28-2012 15:06:25	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	Yes	0,5	0	0,5	0	0,5	0
2	B	Yes	1,5	0,5	2	0,5	2	0
3	C	Yes	1	2	3	2	3	0
4	D	Yes	1,5	3	4,5	3	4,5	0
5	E	Yes	1,5	4,5	6	4,5	6	0
6	F	Yes	0,5	6	6,5	6	6,5	0
7	G	Yes	4	6,5	10,5	6,5	10,5	0
8	H	Yes	0,4	10,5	10,9	10,5	10,9	0
	Project Completion	Time	=	10,90	weeks			
	Number of Critical Path(s)	=	1					



Anexo D. 7 Diagrama de Gantt actual del proceso de marcos para ventanas (ensamble).

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time
1	A		12.5
2	B		10.5
3	C		19.5
4	D		10.4
5	E		10.9
6	F		10.9
7	G	A,B,C,D,E,F	15
8	H	G	2
9	I	H	5

06-28-2012 15:16:58	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	no	12,5	0	12,5	-3,5	9	-3,5
2	B	no	10,5	0	10,5	-10,5	0	-10,5
3	C	no	19,5	0	19,5	-10,4	9,1	-10,4
4	D	no	10,4	0	10,4	-1,8	8,6	-1,8
5	E	no	10,9	0	10,9	-2,3	8,6	-2,3
6	F	no	10,9	0	10,9	8,6	19,5	8,6
7	G	Yes	15	19,5	34,5	19,5	34,5	0
8	H	Yes	2	34,5	36,5	34,5	36,5	0
9	I	Yes	5	36,5	41,5	36,5	41,5	0
	Project Completion Time	=		41,50	weeks			
	Number of Critical Path(s)	=		0				



Anexo E. Relación del nuevo equipamiento tecnológico a instalar.

Ítem	Descripción del Producto	Cantidad	Dimensiones Lgo. x Anch. x Alt. MS	PRECIO UNITARIO (CUC)	COSTO KIT MANTENIMIEN (CUC)	HERRAMIENTAS Y CATALOGOS (CUC)
3-755	Cepillo de 4 caras: SICAR VICTORY 220	1	3145X1210X1700	41449.59	3253.50	1301.40
4-756	Cepillo de 1 cara: SICAR FORTE 520	2	1130X520X1245	11855.75	1821.96	910.98
6-768	Mortajadora de cadena: SICAR CC 40	1	680X670X1810	7014.55	650.70	390.42
8-771	Plana horizontal : SICAR RAPID 400	1	2450X1000X1060	9565.29	780.84	390.42
9-772	Plana horizontal : SICAR RAPID 400	2	2450X1000X1060	9565.29	1561.68	780.84
13-783	Sierra circular péndulo: SICAR OMGA RN 450	2	900X1620X2220	3305.56	650.70	390.42
14-784	Sierra circular péndulo: SICAR OMGA SP 500 F	1	4000X1400X1700	7808.40	650.70	325.35
15-788	Sierra circular hilar: SICAR BOOM 3200	3	3200X3400X900	13404.42	4685.04	2342.52
16-795	Torno para madera: SICAR ST 34	1	2450X330X1200	7144.69	650.70	325.35
17-800	Trompo vertical de mesa (tupí): SICAR SFL 1000 M	2	1150X1000X910	10215.99	1301.40	650.70
		16		121329.52	16007.22	7808.40

Anexo F. Análisis de Modo y Efectos de Fallo (FMEA).

Nro	FALLO	EFEECTO	SEV.	CAUSAS	OCC	CONTROL	EDT	RPM
1	Interrupcion de operaciones por rotura	Atrazo en los planes, traslado del proceso a otro equipo mas lejano	10	Falta de una politica de mantenimiento no hay garantizado stop de piezas de respuesto	7	Realizar plan de mantenimiento adecuado y gestionar stop de piezas de respuestos	3	210
2	Demora por traslado innecesario en la face del proceso	Paralizacion del proceso, agotamiento fisico del personal y cuello de botellas	7	Maquinas rotas y equipos dado baja que entorpeces la circulación	6	Necesidad de estudio para eliminar los atrasos innecesarios	3	126
3	Demoras en el proceso de ensamble	Atrazos en la produccion diaria, incumplimiento de normas, descontento y malestar de los trabajadores por retocesos indevidos atrazos en la entrega	9	Maquinas rotas y equipos dado baja que entorpeces la circulación	7	Sustitución del equipamiento tecnológico	4	252
4	problemas de demoras dentro del flujo productivo	Atrazos en la produccion diaria, incumplimiento de normas, descontento y malestar de los trabajadores atrazos en la entrega provoca que los traslados sean extensos e inadecuados	8	No existe una adecuada distribucion en planta	6	necesidad de un estudio para establecer una adecuada distribucion en planta	5	240
5	Paralizacion del proceso de barrenado	Atrazos en la produccion diaria, incumplimiento de normas, descontento y malestar de los trabajadores atrazos en la entrega	9	la operación antecesora se ve afectada por roturas de equipos lo que provoca desvio hacia otra are a mas distante cayendo en un cuello de botella	6	Dar solucion a la rotura, Sustitución del equipamiento tecnológico, implementar politicas eficiente de mantenimiento	3	162

Anexo F. Continuación.

Nro	FALLO	EFEECTO	SEV.	CAUSAS	OCC	CONTROL	EDT	RPM
6	Atrazos en el horario de merienda	perdidas de tiempo, atrazos en el proceso	5	el comedor se encuentra ubicado lejos del radio de acción	4	El J. taller asignara un personal que no afecte el proceso d fabricacion encargado de recoger la merienda y hacerla llegar al area de trabajo	3	60
7	desorganizacion del area de trabajo	el almacenamiento del proceso no es el adecuado en ocasiones se convierte en obstaculo para la trasportacion y circulacion	6	equipos que no intervienen en el proceso y entorpecen el mismo, maquinas rotas provocan aglomeracion de material en proceso en el area, carencia de una adecuada distribucion en planta	8	El J. taller debera establecer un control de las entradas y salidas del material en proceso por cada puesto de trabajo y establecer el flujo de acuerdo a las necesidades	2	96
8	mal uso de almacenes	el almacenamiento del proceso no es el adecuado en ocasiones se convierte en obstaculo para la trasportacion y circulacion	9	Se recepciona y almacena materiales traídos por clientes en el area de procesamiento	8	No existencia de una adecuada distribucion en planta	3	216

Anexo G. Tasas utilizadas en el FMEA.

Tasas utilizadas en el FMEA. Fuente: (Pons Murguía, 2006).	
TASAS	GRADO DE SEVERIDAD
1	El cliente no detecta el efecto adverso o este es insignificante.
2	El cliente probablemente experimenta una ligera molestia.
3	El cliente experimentará una molestia debido a una ligera degradación del desempeño.
4	Insatisfacción del cliente debido a reducción del desempeño.
5	El cliente no se siente confortable o su productividad se reduce por la continua degradación del desempeño.
6	Quejan de garantía de reparación o defecto significativo de fabricación o ensamble.
7	Alto grado de insatisfacción del cliente debido a fallo de componente sin una pérdida completa de la función. La productividad se ve impactada por altos niveles de
8	Muy alto grado de insatisfacción debido a la pérdida de función sin un negativo impacto sobre seguridad o relaciones del Gobierno.
9	Los clientes se encuentran en peligro debido al efecto adverso sobre la ejecución segura del sistema con precaución antes del fallo o violaciones de leyes del
10	segura del sistema sin precaución antes de la falla o violación de regulaciones del gobierno

TASAS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (CAPACIDAD DESCONOCIDA)
1	La probabilidad de ocurrencia es remota.
2	Baja tasa de fallo con documentación de apoyo.
3	Baja tasa de fallo sin documentación de apoyo.
4	Fallos ocasionales.
5	Tasa de fallo Relativamente moderada con documentación de soporte.
6	Tasa de fallo moderada sin documentación de soporte
7	Tasa de fallo relativamente alta con documentación de soporte.
8	Tasa alta de fallo sin documentación de soporte.
9	El fallo es casi cierto basado en datos de garantía o datos de vida significativo.
10	Fallo asegurado basado en datos de garantía o datos de vida significativo.

Anexo G. Continuación.

TASAS	HABILIDAD PARA DETECTAR(CAPACIDAD DESCONOCIDA)
1	Seguro que el modo potencial será hallado o prevenido antes de llegar al siguiente cliente
2	Casi seguro que el modo potencial será hallado o prevenido antes de llegar al siguiente cliente.
3	Baja probabilidad de que el fallo potencial llegue al siguiente cliente sin ser detectado.
4	Los Controles pueden detectar o prevenir que el fallo potencial llegue al siguiente.
5	Moderada probabilidad de que el fallo potencial llegue al siguiente cliente.
6	Los controles no son adecuados para prevenir o detectar el fallo potencial antes de que llegue al siguiente cliente.
7	Baja probabilidad de que el fallo potencial sea detectado o prevenido antes de que llegue al siguiente cliente.
8	Muy baja probabilidad de que el fallo potencial sea detectado o prevenido antes de que llegue al siguiente cliente.
9	Los controles actuales probablemente no detectaran el fallo potencial.
10	Certidumbre absoluta de que los controles actuales no detectaran el fallo potencial

Anexo H. Cálculo para superficie requerida para la ubicación de los equipos.

DESCRIPCION DEL PRODUCTO	CANT.	X	Y	Ss (m ²)	N	Sg (m ²)	k	Se	Superficie Requerida
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cepillo de 4 caras: SICAR VICTORY 220	1	3.15	1.20	3.78	2	7.56	0.05	0.57	11.91
Cepillo de 1 cara: SICAR FORTE 520	1	1.15	0.52	0.60	2	1.20	0.05	0.09	1.88
Cepillo de 1 cara: SICAR FORTE 520	1	1.15	0.52	0.60	2	1.20	0.05	0.09	1.88
Mortajadora de cadena: SICAR CC 40	1	0.70	0.70	0.49	1	0.49	0.05	0.05	1.03
Plana horizontal: SICAR RAPID 400	1	2.45	1.00	2.45	1	2.45	0.05	0.25	5.15
Plana horizontal: SICAR RAPID 400	1	2.45	1.00	2.45	1	2.45	0.05	0.25	5.15
Plana horizontal: SICAR RAPID 400	1	2.45	1.00	2.45	1	2.45	0.05	0.25	5.15
Sierra circular péndulo: SICAR OMGA RN 450	1	4.00	1.40	5.60	1	5.60	0.05	0.56	11.76
Sierra circular péndulo: SICAR OMGA RN 450	1	4.00	1.40	5.60	1	5.60	0.05	0.56	11.76
Sierra circular péndulo: SICAR OMGA SP 500 F	1	4.00	1.40	5.60	1	5.60	0.05	0.56	11.76
Trompo vertical de mesa (tupí): SICAR SFL 1000 M	1	1.15	1.00	1.15	1	1.15	0.05	0.12	2.42
Sierra circular hilar: SICAR BOOM 3200	1	3.20	3.40	10.88	1	10.88	0.05	1.09	22.85
Sierra circular hilar: SICAR BOOM 3200	1	3.20	3.40	10.88	1	10.88	0.05	1.09	22.85
Sierra circular hilar: SICAR BOOM 3200	1	3.20	3.40	10.88	1	10.88	0.05	1.09	22.85
Torno para madera: SICAR ST 34	1	2.45	0.35	0.86	3	2.57	0.05	0.17	3.60
Trompo vertical de mesa (tupí): SICAR SFL 1000 M	1	1.15	1.00	1.15	1	1.15	0.05	0.12	2.42
Bancos de trabajo	5	2.00	0.80	8.00	4	32.00	0.05	2.00	42.00
Pasillo	1	1.00	38.00	38.00	1	38.00	0.05	3.80	79.80
pasillo Central	1	3.50	18.50	64.75	0	0.00	0.05	3.24	67.99
TOTAL	23			176.16		142.10		15.9	334.18

Anexo I. Análisis de indicadores de distancia y movimientos.

COMPORTAMIENTO DE INDICADORES (DISTANCIA/MOVIMIENTOS)						
OPERACIONES	DISTRIBUCION ACTUAL		DISTRIBUCION PROPUESTA		AHORRO	
	DISTANCIA(mt s)	MOV.(u)	DISTANCIA(mts)	MOV.(u)	DISTANCIA(mt s)	MOV.(u)
ALM. MATERIA PRIMA	37,5	0	26	0	11,5	0
HILADO DE MADERA	19	1	5	1	14	0
CARAS Y CANTOS	18,6	21	13	19	5,6	0
CEPILLADO	18,2	0	11,5	0	6,7	2
REALIZAR REBAJOS	19,32	22	14,4	19	4,92	0
ECOPLADO	18,6	13	14,1	11	4,5	3
TALADRADO	19,53	8	17	7	2,53	2
TORNEADO	19,6	16	12,5	12	7,1	1
LIJADO	17,5	0	12,3	0	5,2	4
ENSAMBLE	43,85	0	28	0	15,85	0
TOTAL	231,7	81	153,8	69	77,9	12