

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



TESIS DE GRADO:

“PROPUESTA DE REORGANIZACIÓN DEL AREA DE PRODUCCIÓN EN LA EM`RESA I.M.ESCO EN LA CIUDAD DE AMBATO”

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Realizado por:

ARROYO TENORIO CRISTIAN LEONARDO

VÁSQUEZ TENORIO XAVIER PATRICIO

Riobamba - Ecuador

2008

SUMARIO

Se ha realizado una Reorganización del Área de Producción de palas y carretillas de la Empresa I.M.ESCO con la finalidad de analizar la situación actual de la producción existente, para determinar las actividades, distancias y tiempos, para lo cual se registró y analizó los datos obtenidos mediante cámara de video y herramientas de medida de longitud.

Con estos datos obtenidos, se determinó las actividades, distancias y tiempos requeridos para elaborar una pala y una carretilla que son de 69 actividades; 410.95 (m); 9.433 (s) y 248 actividades; 783.80 (m); 32.091 (min) respectivamente. Teniendo en cuenta todos los parámetros de producción, se plantea implementar un plan de acción el cual esta dado por una reorganización de maquinaria la cual se basa en la cementación de la planta y el enclavamiento de las máquinas, un rediseño de los puestos de trabajo basado en la ergonomía del trabajo con el lo cual se mejora la postura del obrero y se evita la fatiga del mismo.

Con la implementación del método de trabajo propuesto real, se mejora la producción en un 6% y con el método de trabajo propuesto teórico en un 15.55%, lo que nos da un excedente en las utilidades de \$5816.52 en la propuesta real y de \$10164.48 en la propuesta teórica.

Se recomienda además del plan de mejora propuesto, implantar un plan de seguridad, de mantenimiento y la debida capacitación al personal para controlar el óptimo desempeño del sistema.

SUMMARY

It has been carried out a Reorganization of the Area of Production of shovels and wheelbarrows of the Company I.M.ESCO with the purpose of analyzing the current situation of the existent production, to determine the activities, distances and times, for that which registered and it analyzed the data obtained by means of video camera and tools of measure of longitude.

With these obtained data, the activities, distances and times required to elaborate a shovel and a wheelbarrow that are of 69 activities was determined; 410.95 (m); 9.433 (s) and 248 activities; 783.80 (m); 32.091 (min) respectively. Keeping in mind all the production parameters, he/she thinks about to implement an action plan the one which this die for a machinery reorganization which is based on the cementation of the plant and the location of the machines, an I redraw of the work positions based on the ergonomics of the work with the that which improves the worker's posture and the fatigue of the same one is avoided.

With the implementation of the method of real proposed work, he/she improves the production in 6% and with the method of theoretical proposed work in 15.55%, what gives us a surplus in the utilities of \$5816.52 in the real proposal and of \$10164.48 in the theoretical proposal.

It is recommended besides the proposed plan of improvement, to implant a plan of security, of maintenance and the due training to the personnel to control the good acting of the system.

AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos, a quienes con sus conocimientos y experiencias colaboraron en esta investigación. Ing. Víctor Marcelino Fuertes, Director de Tesis, Ing. Gloria Miño, Asesora de Tesis y Dra. Narka García secretaria de la Escuela de Ingeniería Industrial, los mismos que nos permitieron realizar y culminar este trabajo en forma satisfactoria.

Al Ing. Genaro Escobar por habernos permitido llevar acabo dicha investigación la cual esperamos sea de su agrado.

Y a todas las personas que me han sabido apoyar a lo largo de mi carrera y de mi vida, como son familiares, compañeros y amistades quienes contribuyeron directa o indirectamente en mi desempeño dentro del plan en el cual e puesto toda mi sapiencia para desarrollarlo.

VÁSQUEZ T. XAVIER P.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo al todopoderoso Dios, a mis ídolos, mis padres: Robert Vásquez, Carmen Tenorio y a mis ejemplos a seguir, mis hermanos: Paola V., Roberto V., Yajaira V., por ser los apoyos de toda mi vida.

A mi primo, amigo y compañero Cristian Arroyo por todo el apoyo que me brindo a lo largo de toda mi carrera profesional y de la personal. A la mujer con la cual voy a pasar lo que me resta de vida María del Carmen Tovar por todo el amor con el que me ha sostenido.

También a mis grandes amigos Ricardo Quezada y Erick Gutiérrez los cuales han estado en los buenos y malos momentos.

VÁSQUEZ T. XAVIER P.

INDICE

CAPITULO I

INTRODUCCION

| | | |
|-----|---------------------|---|
| 1.1 | Antecedentes | 4 |
| 1.2 | Justificación | 5 |
| 1.3 | Objetivos | 5 |

CAPITULO II

MARCO TEORICO

| | | |
|------|--------------------------------------|----|
| 2.1 | Sistemas de producción | 6 |
| 2.2 | Tipos de proceso de producción | 7 |
| 2.3 | Estudio del trabajo | 13 |
| 2.4 | Estudio de Métodos | 17 |
| 2.5 | Estudio de Tiempos | 20 |
| 2.6 | Distribución de Planta..... | 33 |
| 2.7 | Costos de Producción..... | 35 |
| 2.8 | Costo Unitario..... | 37 |
| 2.9 | Ingresos | 38 |
| 2.10 | Utilidad | 39 |
| 2.11 | Rentabilidad | 41 |

CAPITULO III

| | |
|---|----|
| ESTUDIO DE LA SITUACION ACTUAL EN LA EMPRESA I.M.ESCO | 42 |
|---|----|

CAPITULO IV

| | |
|---|----|
| PROPUESTA DE REORGANIZACIÓN EN LA FABRICACIÓN DE PALAS Y CARRETILLAS. | 69 |
|---|----|

CAPITULO V

ANÁLISIS DE COSTOS..... 93

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES.....110

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla No. 1: Ejemplo de toma tiempos del proceso para apretar una tuerca..... | 66 |
| Tabla No. 2: Tiempos de operación..... | 66 |
| Tabla No. 3: Tiempo de producción actual de la pala..... | 66 |
| Tabla No. 4: Tiempo de producción actual de la carretilla..... | 66 |
| Tabla No. 5: Dimensiones de la superficie de trabajo actuales..... | 66 |
| Tabla No. 6: Dimensiones de la superficie de trabajo propuestas..... | 72 |
| Tabla No. 7: Relaciones de movimientos entre maquinas..... | 75 |
| Tabla No. 8: Tiempos propuestos reales de producción de palas..... | 79 |
| Tabla No. 9: Tiempos propuestos reales de producción de carretillas..... | 79 |
| Tabla No. 10: Tiempos propuestos teóricos de producción de palas..... | 80 |
| Tabla No. 11: Tiempos propuestos teóricos de producción de carretillas..... | 80 |
| Tabla No. 12: Costo unitario de materia prima para palas..... | 89 |
| Tabla No. 13: Costo mano de obra directa para palas..... | 89 |
| Tabla No 14: Costo mano de obra indirecta para palas..... | 89 |
| Tabla No. 15: Costo generales de fabricación para palas..... | 90 |
| Tabla No. 16: Costo materia prima para carretillas..... | 90 |
| Tabla No. 17: Costo mano de obra directa para carretillas..... | 91 |
| Tabla No 18: Costo mano de obra indirecta para carretillas..... | 91 |
| Tabla No 19: Costo general de fabricación para carretillas..... | 91 |
| Tabla No. 20: Costo propuesto real de mano de obra directa para palas..... | 92 |
| Tabla No. 21: Costo propuesto real de mano de obra directa para carretillas..... | 92 |

Tabla No. 22: Costo propuesto teórico de mano de obra directa para palas.....93

Tabla No. 23: Costo propuesto teórico de mano de obra directa para carretillas...93

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

La fábrica “**I.M.ESCO**” (Industrias Metálicas Escobar), se crea en el año 1996 por el señor Genaro Escobar con el fin de fomentar la producción¹ en la ciudad de Ambato. La empresa surge, gracias a la demanda insatisfecha que se crea en el sector de la construcción en lo que respecta a las palas y carretillas

Las actividades de la fabrica inician con la soldadura de escapes de automotores, posteriormente además, se dedica a producir baldes para camionetas en un hangar² pequeño y con equipos muy artesanales, luego de poco tiempo, se extiende en tamaño adquiriendo los terrenos aledaños, lugar donde actualmente esta ubicada la infraestructura de la fábrica, cuya dirección es en el kilómetro 1 ½ vía a Guaranda en Huachi Chico en la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua.

A los 3 años de creada la fabrica, amplia su inversión y se especializa en la fabricación de palas y carretillas, distribuidas para su comercialización de manera directa a través de ventas puerta a puerta. Respecto a la capacidad de personal, la fabrica contrató 100 operarios, incrementándose con esto sus costos de producción, motivo por el cual, se aplicó una medida de reducción de costos a través del despido de 70 operarios. En la actualidad la fábrica cuenta con el trabajo de 30 trabajadores que ocupan todas las áreas de producción.

Debido a que los costos de distribución de la producción representaban gastos altos para la empresa, desde hace 4 años, con la finalidad de reducir estos costos, se implemento el método de distribución exclusiva a una sola compañía comercializadora de materiales de construcción “**DISENSA S.A.**”, lo que implica producir lotes de palas y carretillas de acuerdo a la demanda de dicha comercializadora y a su vez asegura una producción constante de sus productos.

¹ Produce: palas, carretillas, baldes de volqueta y baldes de camionetas.

² Cobertizo grande utilizado para cubrir espacios de producción.

Es necesario mencionar además, que la fabrica elaboraba otros productos como: escritorios, pupitres y cajetines para la luz; pero debido a la baja utilidad que representaban se dejaron de producir.

Actualmente la producción mensual que tiene la fabrica es de aproximadamente: en palas 2.400 unidades y en carretillas de 1.200 unidades, estos dos productos representan el mayor porcentaje de fabricación, a diferencia de los baldes para volquetas que es línea de pedido baja mensual.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La carrera de ingeniería industrial se basa en el estudio de procesos de producción de todo tipo de productos, esto ha permitido que el desarrollo del presente estudio se enfoque en la elaboración de una propuesta para la reorganización del área de producción de la empresa I.M.ESCO, específicamente en incrementar la capacidad de producción de herramientas para la construcción de inmuebles, implementando uso eficiente de máquinas, espacios y personal de tal forma que pueda abastecerse la demanda actual y futura.

A través de la presente investigación, se desea demostrar como se puede mejorar la productividad de la empresa con el mejoramiento continuo de los métodos de trabajo y por ende de la optimización de los recursos humanos materiales y tecnológicos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Proponer la reorganización del área de producción de la empresa I.M.ESCO en la ciudad de Ambato.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un estudio del Sistema Productivo que actualmente tiene la empresa.
- Proponer una reingeniería del área de producción de la empresa I.M.ESCO.
- Desarrollar una evaluación técnica y económica entre la situación actual respecto de la propuesta.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Sistemas de producción³

La definición de producción se modifica para incluir el concepto de sistema, diciendo que un sistema de producción es el proceso específico por medio del cual los elementos se transforman en productos útiles. Un proceso es un procedimiento organizado para lograr la conversión de insumos en resultados.

Una unidad de producción normalmente requiere de varios tipos de insumos. Cualquier sistema es una colección de componentes interactúales; el objetivo de un sistema podría ser producir un componente que se va a ensamblar con otros componentes para alcanzar el objetivo que es un sistema mayor.

Modelos de sistemas de producción.

Modelo físico. Son modelos que derivan su utilidad de un cambio en la escala. Los patrones microscópicos pueden amplificarse para su investigación, y las enormes estructuras pueden hacerse a una escala más pequeña, hasta una magnitud que sea manipulable. Los problemas de flujo en una planta modelo se estudian fácilmente con las estructuras y máquinas hechas a una escala pequeña, haciendo cambios que no podrían duplicarse con partes reales debido al costo, confusión o inconveniencia. Necesariamente, algunos detalles se pierden en los modelos. En las réplicas físicas, ésta pérdida puede ser una ventaja, cuando la consideración clave, es un factor, tal como la distancia, pero puede hacer inútil un estudio si la influencia predominante se desvirtúa en la construcción del modelo.

Modelo esquemático. Las gráficas de fluctuaciones en los precios, los diagramas simbólicos de las actividades, los mapas de rutas y las redes de eventos regulados, todos representan el mundo real en un formato dirigido y diagramático. Los aspectos gráficos son útiles para pronósticos de demostración.

³ <http://www.elprisma.com/apuntes/curso.asp?id=8794>

Modelo matemático. Las expresiones cuantitativas, es decir, los modelos más abstractos, generalmente son las más útiles. Cuando un modelo matemático puede construirse para representar en forma exacta la situación de un problema, suministra una poderosa arma para el estudio; es fácil de manipular, el efecto de las variables interactuantes se aprecia claramente y, sobre todo, es un modelo preciso. Por lo general, cualquier deficiencia debida al empleo de los modelos matemáticos se origina por algún error cometido en las suposiciones básicas y en las premisas sobre las cuales están basadas. En contraste con los otros tipos de modelos, es más difícil decidir lo que se va a emplear que cómo se va a emplear.

La visión del futuro que les da a las empresas los sistemas de producción es la habilidad de entrar al mercado junto con otras compañías, habilidad de los proveedores para ejercer una presión sobre los costos de los competidores el mercado, la habilidad de los clientes para influir en los competidores, la habilidad de las alternativas para presionar al mercado, las actividades competitivas de las compañías más rivales.

2.2 Tipos de proceso de producción⁴

Se pueden clasificar según distintos criterios.

Según la parte del **proceso realizado** tendremos los siguientes:

De obtención: son aquellos que partiendo de materias primas naturales, por aplicación de un proceso químico o mecánico, desembocan en materiales que a su vez serán materias primas para otras industrias, como por ejemplo la obtención de acero, vidrio plano, cemento, pasta de papel, etc.

De transformación: son los que utilizan materias primas secundarias para fabricar piezas.

De montaje: son los que recurren al ensamblaje de piezas para obtener el producto final.

⁴ Organización de la producción; Juan Velasco Sánchez; Pág. 39

A las empresas que integran dos de estos procesos se les llama mixtas, y a las que integran los tres, de integración vertical.

Según el **grado de automatización**, se clasifican en:

- **Manuales:** son aquellos en que no se utiliza ninguna maquina o bien, caso de utilizarla, requieren la intervención humana para que pueda avanzar el desarrollo de la operación; ejemplos: operación de limado con lima, de taladrado manual, de montaje de arandelas dentro de un tornillo.
- **Semiautomáticos:** son aquellos en que una parte del proceso es realizado por la persona y otro por la maquina con avance automático; ejemplos: operación de limado mediante limadora con avance automático, de taladrado con taladradora automática.
- **Automático:** son aquellos que una vez preparada la maquina. No requieren la intervención humana para la obtención de cada producto; ejemplos. Impresión de diarios en rotativas, fabricación de tronillos en tanto en tornos como en estampadoras automáticas.

Clasificación de la producción⁵

Se pueden clasificar según los siguientes criterios:

Por la tecnología aplicada: diremos que la producción es de tipo metalúrgico, químico textil, confección, plásticos, artes graficas, etc.

Por el grado de variedad de las fabricaciones, tendremos:

- **Fabricación continua:** produce siempre el mismo artículo (vidrio, acero, cemento...)
- **Fabricación intermitente:** produce de forma alternativa distintos artículos.

⁵ Organización de la producción; Juan Velasco Sánchez; Pág. 40

Una vez obtenida la cantidad que había de realizarse, se prepara la maquina o instalación para hacer el producto siguiente, puede ser, a su vez, en serie (grande, mediana, pequeña) o unitaria (una o pocas unidades).

Cuando los puestos de trabajo de la fabricación en serie están equilibrados, se dice que el trabajo es <<en cadena>>.

Por la Demanda:

- Sobre catalogo: también llamada para stocks. Solo se fabrican los productos que aparecen en el catalogo. Es de gran importancia la aplicación de las técnicas de gestión de stocks para no quedarse sin existencia, lo que daría lugar a pérdida de venta y posibles pérdidas de clientes.
- Producción especial (bajo pedido). Se trabaja con planos o instrucciones del cliente. Un problema fundamental en la producción especial es el plazo de entrega, que deberá cumplirse de acuerdo con lo acordado con el cliente, pues de lo contrario perderíamos su confianza.

Tipos de Diagramas⁶

Para dar a conocer el método de trabajo, se utilizan los símbolos, gráficos y diagramas, los cuales son explicados a continuación.

Símbolos empleados

Para reflejar todo lo referente a un trabajo, se emplean una serie de cinco símbolos que conjuntamente sirven para representar todos los tipos de actividades o sucesos que probablemente se den en cualquier fábrica u oficina. Es una forma muy cómoda, inteligible en casi todas partes, que ahorra mucha escritura y permite indicar con claridad exactamente lo que ocurre durante el proceso que se analiza.

Las dos actividades principales de un proceso son la operación y la inspección que se representan con los símbolos siguientes:

⁶ Organización de la producción; Juan Velasco Sánchez; Pág. 92

Operación (○).

Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica durante la operación.

La operación hace avanzar al material, elemento o servicio un paso mas hacia el final, bien sea al modificar su forma, como en el caso de una pieza que se mecaniza, o al variar su composición, tratándose de un proceso químico, o bien al añadir o quitar elementos, si se hace un montaje. La operación también puede consistir en cualquier actividad que favorezca la terminación del producto, como podría ser el embalaje.

También se emplea el símbolo de la operación cuando se realiza, por ejemplo, un trámite corriente de oficina, cuando se da o se recibe información o cuando se hacen planes o cálculos.

Inspección (□).

Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas.

La inspección sirve para comprobar si una operación se ejecuto correctamente en lo que se refiere a calidad y cantidad. Si los seres humanos no cometieran errores, la mayoría de las inspecciones serian innecesarias.

Transporte (⇨).

Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.

El transporte tiene lugar cuando un objeto se traslada de un lugar a otro, salvo que el traslado forme parte de una operación o sea efectuando por un operario en su lugar de trabajo al realizar una operación o inspección. Ejemplo: manipulación de materiales para ponerlos o quitarlos de camiones, bancos, depósitos, etc.

Demora (□).

Indica espera en el desarrollo de los hechos, por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.

En el caso del trabajo amontonado en el suelo del taller entre dos operaciones, de cajones por abrir, de piezas por colocar en sus casilleros o de las cartas por firmar.

Almacenaje (▽).

Indica deposito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización.

Se dice que hay almacenamiento cuando se guarda un objeto y se cuida de que no sea trasladado sin autorización.

La diferencia entre almacenamiento y demora es que, generalmente, se necesita un pedido de entrega, vale u otra prueba de autorización para sacar los objetos dejados en un almacén, pero no para los depositados provisionalmente en una zona del taller durante el proceso de fabricación.

Actividades combinadas (◻).

Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades; por ejemplo: un círculo dentro de un cuadrado representa la actividad combinada de operación e inspección.

Diagramas mas utilizados⁷

Los gráficos utilizados se dividen en dos categorías:

⁷ Internet; www.industrial.uson.mx/materias/m0902/

- a) Los que sirven para describir una sucesión de hechos o acontecimientos en el orden en que ocurren pero sin reproducirlos a escala.
- b) Los que registran los sucesos, también en el orden en que ocurren, pero indicando su escala en el tiempo, de modo que se observe mejor la simultaneidad de sucesos relacionados entre si.

Veamos a continuación los gráficos de uso más corriente:

Gráficos que indican la sucesión de los hechos:

- Cursograma sinóptico del proceso (diagrama de flujo).
- Cursograma analítico del operario, del material o de la maquinaria. (diagrama de proceso).
- Diagrama bimanual (diagrama de operación).

Gráficos con escala de tiempo

- Diagrama de actividades múltiples.
- Sismograma

Para completar la información que nos suministran los gráficos, se emplean diagramas, los cuales sirven para indicar los movimientos del objeto en estudio:

Diagramas que indican movimiento:

- Diagrama de Recorrido

Cursograma sinóptico del proceso (Diagrama de flujo)

El Cursograma sinóptico sirve para ver en una primera ojeada las operaciones e inspecciones del proceso.

El Cursograma sinóptico, es un diagrama que representa un cuadro general de cómo se suceden tan solo las principales operaciones e inspecciones.

A la información que proporcionan de por sí los símbolos y su sucesión se añade una breve nota sobre la naturaleza de cada operación o inspección y el tiempo requerido.

Un Cursograma sinóptico se inicia trazando una línea vertical a la derecha de la página para anotar las operaciones e inspecciones de que sea objeto la unidad o componente principal del montaje (o compuesto, si retrata de un proceso químico), que en este caso es el eje. El tiempo fijado por pieza se indica a la izquierda de cada operación. No se asigna un tiempo dado para cada inspección porque se considera que los inspectores no trabajan con tiempo controlado.

Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido se utiliza para establecer de un solo producto o proceso.

El diagrama de recorrido es la representación sobre un plano de la fábrica o zona de trabajo, hecho más o menos a escala (en el que se muestra la posición de las máquinas y puestos de trabajo), del itinerario seguido por el objeto en estudio (material o persona), utilizando los símbolos para indicar las actividades que se efectúan en los diversos puntos.

Diagrama de proceso (Cursograma analítico).

El Cursograma analítico es la descripción de forma breve y actividad por actividad (operación, inspección, transporte, etc.) del desarrollo del proceso en estudio, indicando lo que se hace, quien lo hace, los medios empleados, la distancia recorrida (en el caso de los transportes) y del tiempo utilizado.

2.3 Estudio del trabajo⁸

Son ciertas técnicas y en particular el estudio de Métodos y la Medición del Trabajo que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada con el fin de efectuar mejoras.

⁸ www.industrial.uson.mx/materias/m0902/

Medición del trabajo: Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida.

El estudio del trabajo tiene dos aspectos muy importantes y bastante diferenciados:

- Encontrar un mejor modo de realizar una tarea.
- Determinar cuánto se debe tardar en esa tarea.

Así, el estudio del trabajo consta de dos técnicas relacionadas entre sí. La primera, el estudio de métodos, se ocupa del modo de hacer un trabajo; la segunda, la medición del trabajo, tiene como meta averiguar cuánto tiempo se requiere para ejecutarlo. En el estudio de métodos se distinguen siete fases esenciales:

- Seleccionar la tarea que ha de ser estudiada.
- Definir los objetivos.
- Registrar todos los hechos pertinentes.
- Examinar críticamente los hechos.
- Desarrollar un método mejor.
- Establecer el nuevo método.
- Mantener el nuevo método.

El propósito de la medición del trabajo es averiguar cuánto debe tardarse en realizar el trabajo. Esta información se puede usar para dos objetos principales: En primer lugar, se puede emplear retrospectivamente para valorar el rendimiento en el pasado. En segundo lugar, se puede utilizar mirando hacia adelante, para fijar los objetivos futuros. Tiempo tipo no es lo mismo que tiempo real. Es el tiempo promedio en que una tarea puede ser completada por una persona competente en su trabajo. No por el mejor trabajador, sino por un obrero medio. Incluye un margen adecuado para relajación y contingencias.

2.3.1. La Ergonomía en el trabajo⁹

El objetivo de la fisiología del trabajo es la adaptación del trabajo a la persona tratando de evitar esfuerzos y fatigas inútiles mediante métodos de trabajos racionales y económicos.

La **fatiga** es el descenso reversible de la capacidad funcional de un órgano como consecuencia de una actividad, y esta muy relacionada con el ritmo en la relación del trabajo.

El **ritmo** es la velocidad de sucesión de movimientos regularmente repetidos, como marcha, la respiración, etc. Cada persona tiene su ritmo propio, pulmonar y cardiaco, que si se altera puede ocasionar graves consecuencias para su salud.

Si la operación a realizar es en un puesto de trabajo aislado, que pueda desarrollarse al ritmo natural de la persona que lo ejecuta, el consumo de energía es mucho menor que si se esta forzando a trabajar, por ejemplo, en una cadena de montaje. Si se observa que una persona no se adecua al ritmo de los demás, debería ser sustituida y asignada a un puesto de trabajo independiente.

La fatiga puede ser evitada si se descubren sus causas, siendo los medios para conocerla y combatirla los siguientes:

- El análisis del trabajo (técnica interrogativa).
- Los principios de economía de movimientos.
- La mejora del ambiente.
- El control del descanso.

Diferentes clases de fatiga

Las diferentes clases de fatiga son: muscular, estática, neurosensorial y mental.

⁹ Organización de la producción; Juan Velasco Sánchez; Pág. 113

- Fatiga muscular: su causa es el esfuerzo, cuanto mayor es este, mayor será la fatiga muscular.
- Fatiga estática: su causa es la inmovilidad; cuando mas incomoda sea la postura, mayor será la fatiga.
- Fatiga neurosensorial: su causa es la utilización intensiva de la vista o el oído, una tensión nerviosa o estar sometido a un ruido excesivo.
- Fatiga mental: su causa es la atención o reflexión constantes.

Hay casos particulares de fatiga, como la producida por monotonía muscular y por inadecuadas condiciones ambientales.

Calculo de suplementos para descanso

Aunque mediante el análisis del trabajo, los principios de economía de movimientos y la mejora del ambiente se hayan mejorado los métodos y las condiciones de trabajo y con ello disminuido notablemente los distintos tipos de fatiga, sigue quedando un remanente, y para recuperarse de ellas el operario requerirá tiempos de descanso.

El tiempo de descanso se clasifica en dos tipos básicos: el que cubre las necesidades personales y el que requiere para recuperación de la fatiga tanto física como psicológica.

Para el cálculo del suplemento de necesidades personales, normalmente se aplica un 5 por 100 del total del ciclo con independencia del tipo de trabajo.

En el caso del trabajo en cadenas de montaje, se suele disponer de un comodín que sustituye a la persona que se ausenta evitando así continuas interrupciones. En otros casos se programan paradas de la cadena a horas determinadas para, además de atender las necesidades personales, recuperarse de la fatiga.

El calculo de los suplementos por fatiga normalmente se efectúa elemento a elemento de trabajo, ya que durante el desarrollo de la operación las condiciones fueran similares, se sumarian los elementos de operación y a esta suma, es decir al ciclo, se aplicaría el porcentaje correspondiente.

Se utilizan diferentes tablas en cada país y en cada empresa para calcular el tiempo de descanso necesario para recuperarse de la fatiga, no habiendo ninguna que se hayan adaptado de forma general.

Si el ciclo puro (tiempo que se tarda en realizar la operación en una pieza) es T_o , el tiempo que ha de considerarse por pieza teniendo en cuenta que el operario se fatiga y que necesitara descanso para recuperarse será:

$$Th = T_o \times \text{Coef. Fatiga.} \quad (1)$$

Th = tiempo a considerarse

T_o = tiempo de operación

Caso de presentarse monotonía muscular, y en función del porcentaje de sollicitación de los mismos músculos en el ciclo, se obtendría la siguiente relación:

$$Thmm = T_o \times \text{Coef. Fatiga} \times \text{Coef. Monotonía muscular.} \quad (2)$$

$Thmm$ = tiempo con monotonía muscular

El suplemento de descanso por los cuatro tipos de fatiga (muscular, estática, mental y de monotonía muscular) sería:

$$Sf = Thmm - T_o \quad (3)$$

2.4 Estudio de Métodos¹⁰

El proceso de fabricación de una pieza establece de forma secuencial las distintas operaciones necesarias para obtenerla y las maquinas necesarias para ello, es decir, indica <<como>> hacerla y <<donde>> hacerla.

Hasta no hace muchos años se seguía el sistema según el cual, una vez que ingeniería de diseño había desarrollado los planos del conjunto del producto y de sus componentes del producto y de ingeniería de proceso de fabricación. El ingeniero de

¹⁰ Organización de la producción; Juan Velasco Sánchez; Pág. 83-84

proceso se encontraba con que los componentes del producto ya estaban definidos, tanto en su forma y tolerancias, de modo que se las tenía que apañar para conseguir el proceso de fabricación mas económico.

Hoy en día se practica la llamada ingeniería simultanea, de modo que al tiempo que los ingenieros de producto realizan el diseño, los de proceso, en estrecha colaboración, les dan indicaciones para que el diseño permita una fabricación lo mas fácil y segura posible.

Con este sistema, en el que el ingeniero de proceso conoce las alternativas tecnológicas disponibles en el mercado y la capacidad de calidad de los procesos propios, se ha conseguido que los diseños de los componentes del producto sean menos complicados de fabricar, ya sea por los materiales empleados, por la forma o por tolerancias innecesariamente muy estrechas, lo que se traduce en un resultado con calidad intrínseca y unos menores costos.

El ingeniero de proceso estima si es mas económico comprar un componente o fabricarlo dentro de la empresa y, si es así, idea como realizarlo, es decir, define la maquina mas adecuada para cada operación, perfila el útil que será necesario para la fijación de la pieza y estima la producción por hora prevista en cada una de las operaciones.

Objetivo de la mejora de métodos

Cuando ha pasado un cierto tiempo desde que se creo el proceso general de fabricación y los métodos detallados de las operaciones, es conveniente reconsiderar si es posible, mejorarlos.

Los objetivos que se persiguen son:

- Aumentar la productividad de las instalaciones de la fábrica mediante la reorganización del trabajo, economizando el esfuerzo humano y reduciendo la fatiga innecesaria, sin que normalmente se requiera una gran inversión.

- Atacar los fallos de la organización de la empresa, ya que al investigar un grupo de problemas se van descubriendo las deficiencias de todas las más funciones que repercuten en ellos.

Por ejemplo, la observación puede mostrar que un operario se queda parado porque se ha agotado el material de que disponía y no ha sido repuesto a tiempo para acabar el resto del lote, o porque se ha averiado la maquina con que trabaja.

Esto demuestra que el control y gestión de stocks de materiales esta mal organizado o que el departamento de mantenimiento descuida al conservación de la maquinaria.

Etapas a seguir para la mejora de los métodos

El origen de la metodología para la mejora de los métodos se debe a René Descartes (1595-1650); su Discurso del Método constituye uno de los momentos álgidos del pensamiento francés, y define necesario rigor del razonamiento científico; el pensamiento cartesiano emana de la duda sistemática.

Una vez elegido el trabajo cuyo método desea mejorarse, han de seguirse cuatro etapas lógicas: evidencia, análisis, síntesis y control.

Aquí se exponen las sucesivas etapas básicas del estudio de métodos de la siguiente forma:

- **Seleccionar** el trabajo que se va a estudiar.
- **Registrar (evidencia)** todo lo que sea pertinente del método actual por observación directa, utilizando para ello los émbolos y diagramas adhoc.
- **Examinar (análisis)** con espíritu critico lo registrado, en sucesión ordenada, utilizando la técnica interrogativa.
- **Idear (síntesis)** el método mas practico, económico y eficaz y darlo a conocer utilizando para ello los símbolos y diagramas pertinentes.
- **Controlar** la puesta en marcha del nuevo método.

2.5 Estudio de Tiempos¹¹

Es necesario conocer los tiempos de trabajo para poder llevar a cabo una serie de actividades imprescindibles para la empresa, tales como: mejora de métodos, descubrir tiempos improductivos, planificación y programación de la producción, determinación de plazos de entrega, determinación de plazos de entrega, determinación de costes, fijar normas de rendimiento y el establecimiento de incentivos.

Sistemas empleados

Los sistemas empleados son los indicados a continuación, teniendo cada uno de ellos un campo de aplicación más adecuado que otros.

- Estimación de tiempos.
- Ficheros analógicos.
- Cronometraje.
- Normas de tiempos.
- Tablas específicas por máquinas.
- MTM.
- Muestreo del trabajo (*work sampling*).

Estimación de tiempos.

Es el sistema más antiguo y rápido de ejecutar.

Descripción

Para la determinación del tiempo de ejecución de una pieza de la que se disponga del plano, una persona con experiencia estima el tiempo de ejecución a ojo.

¹¹ Organización de la producción; Juan Velasco Sánchez; Pág. 365

Aplicación

Este sistema se aplicara preferentemente en empresas que tienen que realizar ofertas para fabricantes unitarias o pequeñas cantidades. En estas empresas, a lo largo del me, se realizan muchas ofertas, pero ello no supone que se convertirán en pedidos del cliente, pues este habrá solicitado ofertas a varios competidores y será la mas económica y/o la de menor plazo de entrega la que dará origen al pedido del cliente. La determinación mas o menos exacta del coste no será, pues, garantía de conseguir el pedido.

Ventajas e inconvenientes

Es un sistema muy rápido, pero con el que se pueden cometer errores importantes (del orden de un ± 30 por 100) debido, entre otros motivos, al estado anímico de la persona encargada de hacer la estimación en el momento en que la realice.

Ficheros analógicos

Descripción

Este es un sistema de estimación-comparación basado en el anterior y que utiliza un fichero que incluye todas las piezas que se han realizado en los últimos años. En cada ficha se incluye el dibujo de la pieza y el tiempo que se tardó en ejecutarla; estas fichas están agrupadas y ordenadas de mayor a menor tiempo de ejecución.

Esa misma persona con experiencia, una vez ha estimado el tiempo, compara lo laboriosa que resulta esta pieza en comparación con una del fichero del grupo en la que se empleo ese tiempo. Aunque las piezas no sean iguales, puede ver si se requerirá más o menos tiempo del que en principio había estimado. En el caso que aprecie que había diferencias, vuelve a compararla con otra de otro grupo y así finalmente asigna el tiempo definitivo.

Aplicación

Para el mismo caso anterior, es decir, para hacer ofertas unitarias o de series reducidas.

Ventajas e inconvenientes

Es un sistema rápido, aunque no tanto como el anterior, y tiene la ventaja de que los errores que pueden cometerse son muchos menores, del orden de ± 15 por 100.

Cronometraje

Descripción

El cronometraje de una operación consiste en observar como realiza la operación el trabajador y descomponerla en elementos de operación para después medir el tiempo de cada uno de ellos con. La ayuda de un cronometro, al mismo tiempo que se asigna un factor de actividad.

Las unidades de tiempo utilizadas en cronometraje industrial son las centésimas de minuto (0.6'') y las diezmilésima de hora (0.36').

La actividad es la conjunción de esfuerzo y habilidad. La valoración de actividades se hace mediante las escalas Bedaux y centesimal (que mas adelante se detallaran, de ampliación del cronometraje).

En el cronometraje hay una parte objetiva y otra subjetiva. La parte objetiva e el tiempo que indica el cronometro (varios observadores coincidirán en el tiempo indicado por el cronometro); la subjetiva es la apreciación de la actividad, ya que en ella si que pondrían observarse divergencias.

La producción obtenida en una operación manual es proporcional a la actividad desarrollada.

Aplicación

Para determinar tiempos de operaciones que se repetirán en los meses sucesivos, en series que pueden ser pequeñas, medianas o grandes (en series grandes veremos que el MYM-1 tiene su campo de aplicación).

Ventajas e inconvenientes

Es más preciso que los anteriores, pues el error estimado es de aproximadamente un ± 5 por 100 (si se realiza un número de observaciones adecuado), y ello gracias principalmente a la apreciación de la actividad. El inconveniente es que es un sistema más lento que los anteriores, dado que puede requerir desde unas decenas de minutos hasta varias horas, en función de la complejidad de la operación y del grado de confianza y error que queramos asumir. Cuando el cronometraje sea de una operación que se repita y en series importantes, se querrá afinar más y será mucho más tiempo el que tendrá que observar el operario.

Normas de tiempos

Descripción

Es un sistema de tiempos predeterminados, es decir, no se requiere observar al operario para establecer el tiempo de la operación. Estas normas son unas tablas que se pueden confeccionar gracias a que se han archivado durante varios meses o años los tiempos empleados en la ejecución de trabajos similares, por ejemplo

El tiempo que se emplea para pintar paredes de diferentes metros cuadrados en superficie.

Para ello, en unos ejes coordenados superficie-tiempo, se puede, mediante un punto, representar cada uno de los trabajos ejecutados y obtener una gráfica ajustada por mínimos cuadrados. Cuando se tiene que determinar un nuevo tiempo, entrando en la coordenada de superficie (en el eje e las X), la vertical en este punto se cortará a la gráfica, y en ordenadas veremos el tiempo previsto de ejecución.

Aplicación

En casos simples como el indicado, para poder hacer ofertas, determinar las cargas de trabajo, controlar los tiempos de ejecución, etc.

Ventajas e inconvenientes

Determinación muy rápida del tiempo; el error podría estimarse en un ± 10 por 100.

Tablas específicas por maquinas

Descripción

Es un sistema de tiempos predeterminado. Cada tipo de maquina tiene su tabla, la cual ha podido ser confeccionada gracias a que se han archivado durante varios años los distintos cronometrajes efectuados en dichas maquinas.

En estas tablas se recogen los tiempos medios de ejecución de cada uno de los elementos de operación que a lo largo de varios años han sido necesarios para efectuar las diferentes operaciones de cada maquina, así como para su preparación para la serie.

Cuando se requiere determinar el tiempo de una operación, el técnico con experiencia en ese tipo de maquinas repasa mentalmente las etapas de ejecución necesarias para la preparación de la maquina y la marca en la tabla. Sumando los tiempos de estas, se obtiene el tiempo de preparación.

Para determinar el tiempo de la operación, repasa mentalmente los distintos elementos de operación necesarios que se han de realizar por maquina parada (MP), separadamente de los de la maquina en marcha (MM), así como el número de veces que tiene que repetirse cada uno de ellos. Posteriormente lo marca en la tabla, y multiplicando y sumando, obtiene los tiempos MP y MM.

Aplicación

Cuando las series que se han de realizar son pequeñas o medianas.

Ventajas e inconvenientes.

Es más rápido que realizar un cronometraje, y permite conocer el tiempo a priori, con lo que se podrán determinar cargas de trabajo, así como para establecer incentivos. Su grado de error esta en torno a un ± 10 por 100.

MTM

Descripción

Es un sistema de tiempos predeterminados, basados en el estudio de los micromovimientos necesarios para ejecutar la operación; dichos micromovimientos figuran en unas tablas, con el tiempo necesario para realizarlos.

Las tablas de MTM se deben al trabajo de Gilberto, que durante muchos se dedico al estudio de la división del trabajo en micromovimientos. Filmó una gran variedad de operaciones de todo tipo de industrias, visionando todas las películas foto a foto para luego llegar a la conclusión de que con solo 18 micromovimientos distintos se podía ejecutarse cualquier operación de tipo industrial en el tiempo necesario, determinado por las características específicas de cada micromovimiento (distintas, variación de lugar, dificultad, etc.).

Los micromovimientos mas usuales son; alcanzar, coger, mover, movimiento de ojos, posicionar, apretar, soltar, aplicar presión, girar, andar...

La unidad de tiempo utilizada es la cienmilésima de hora que equivale 0.036''.

Para determinar el tiempo de una operación el técnico especializado, bien por observación directa del desarrollo de la operación, bien por filiación o imaginándose ejecutor de la misma, conociendo las características del útil que debe utilizar y la disposición del puesto de trabajo, describe los distintos micromovimientos necesarios empleando los símbolos que corresponden; por ejemplo, alcanzar la pieza que esta a unos 24 cm. de distancia y que puede variar ligeramente de posición de un ciclo a otro sería R24B, y así sucesivamente con el resto de micromovimientos, separadamente los de una mano de los de la otra y registrando las simultaneidades

que se producen. En caso de que los de una mano sean más largos que los de la otra, tendrá en cuenta el mayor, y cuando después localice en las tablas el tiempo correspondiente a cada micromovimientos, sumándolos, obtendrá el tiempo de la operación.

EJEMPLO: determinación del tiempo necesario para apretar una tuerca que ya esta roscado a tope mediante la utilización de una llave fija.

Tabla No. 1: Ejemplo de toma de tiempos del proceso para apretar una tuerca

| Nº | Descripción de los movimientos | Símbolo MTM | Tiempo EN CMH |
|----|---|-------------|---------------|
| 1 | Alcanzar la llave | R 24 B | 11.1 |
| 2 | Coger la llave | G 1 B | 3.5 |
| 3 | Mover la llave hacia la tuerca | M 45 C | 20.1 |
| 4 | Volver a coger la llave(tiempo interno al de mover) | G 2 | - |
| 5 | Colocar la llave para introducir en la tuerca | P1 SS E | 9.1 |
| 6 | Mover a tope contra la tuerca | M 2 A | 2.0 |
| 7 | Atornillarla tuerca | M 14 B | 8.5 |
| 8 | Apretar la tuerca | A P1 | 16.2 |
| 9 | Retirar la llave | M 24 B | 11.7 |
| 10 | Soltar la llave | L1 | 2.0 |
| | Tiempo Total | | 84.2 |

Fuente: Organización de la producción

Elaboración: Juan Velasco Sánchez

Hay programas informáticos que simplifican la utilización de este método; con ellos el técnico va tecleando los símbolos de los distintos micromovimientos, teniendo en cuenta que en la base de datos figuran los tiempos y también posibles incompatibilidades de realización de movimientos simultáneos. Con el uso del programa no solo se rastrean los tiempos y si son o no compatibles, sino que además el final del estudio ya se obtiene el tiempo de la operación.

Aplicación

El MTM-1 se utiliza para operaciones manuales que no requieren apenas participación mental y son de corta duración, las cuales se repiten muy frecuentemente y en grandes series.

Ventajas e inconvenientes

Contribuye a la mejora del método, evita la presencia incomoda del cronometrador y su grado de error es solo ± 3 por 100. El inconveniente es que requiere una dilatada formación y experiencia, y además es laborioso.

Muestreo del trabajo (Work sampling)

Descripción

Consiste en la aplicación de la teoría del muestreo estadístico a las observaciones instantáneas realizadas a l azar para determinar al tanto por uno de paro de maquina o grupo de maquinas, o de un operario o grupo de operarios.

El tanto por uno de paro se obtendrá dividiendo el número de veces en que el objeto en estudio estaba parado respecto al total de observaciones:

$$p = \frac{x}{n} \tag{4}$$

Siendo:

p= EL tanto por uno de paro.

x= El numero de ocasiones en que estaba parado.

n= El numero de observaciones.

El creador de este método fue el ingeniero ingles Tippet, que lo aplico para medir el tiempo de paro de las maquinas y de los operarios de la industria textil.

Aplicación

Una aplicación entre las muchas posibles seria en el caso de querer dar un incentivo a un grupo de operarios, por ejemplo del taller de reparación de moldes, en el que no tiene sentido cronometrar ya que las operaciones no son iguales de una vez a otra. Este incentivo podría aplicarse en función de la dedicación al trabajo, reduciendo así la ociosidad.

Ventajas e inconvenientes

Sin necesidad de cronometrar, se puede conocer la proporción entre los tiempos productivos e improductivos. Es un procedimiento sencillo y poco costoso si no requiere realizar un gran número de observaciones

El inconveniente es que resultara muy costoso si se realizan muchas observaciones.

Si el número de observaciones es insuficiente, se podrían obtener resultados muy discordantes con la realidad; así pues, es fundamental determinar el número de observaciones suficientes para depositar en el resultado hallado un grado de confianza predeterminado dentro de unos límites del error.

Determinación del número de observaciones

El numero de observaciones será tanto mayor cuanto mayor queramos que sea el nivel de confianza en el resultado hallado y mas estrecho será el margen de error 0, el numero de observaciones que habría que realizar sería infinito, es decir, observación continua, y después se debería realizar un visionado foto a foto para constatar el porcentaje de veces que el objeto en estudio estaba parado. Esto, como puede verse, no es nada práctico, además de resultar muy caro. Este resultado corresponderá, por añadidura, al periodo observado: ¿ocurrirá exactamente lo mismo en próximos periodos? Seguro que no.

Una forma practica de establecer en nivel de confianza y unos márgenes de error que consideremos suficientes.

Supongamos que nos conformamos con un nivel de confianza de un 95 por 100, y un margen de error de \pm por 100., esto significa que el 95 por ciento de las veces el resultado obtendrá una exactitud de \pm 10 por 100.

En este tipo de fenómeno de observación instantánea para ver si el objeto en estudio<<trabaja>>, los resultados hallados (tantos por un paro) siguen una ley estadística que es la ley de Poisson, y sabemos que, cuando los tamaños de muestra

son grandes (es lo que normalmente ocurre en estos casos), esta ley se aproxima a la ley normal.

Una propiedad de la ley normal es que aproximadamente entre el valor de la media y $\pm\sigma_p$ se encuentre en el 68 por 100 de los valores; entre $\pm 2\sigma_p$ el 95 por 100, y entre $\pm 3\sigma_p$ el 99.7 por 100.

Para calcular el número de observaciones, se emplea la siguiente fórmula:

$$n = \frac{a^2}{e^2} \times \frac{1 - \bar{p}}{\bar{p}} \quad (5)$$

En la que:

a : Es un coeficiente que corresponde al grado de confianza.

e : Representa los límites de error tanto por uno.

$a=2$: Para grado de confianza 95 por 100.

$a=3$: Para grado de confianza 99.7 por 100.

$e=0.10$: Para error de ± 10 por 100.

$e=0.05$: Para error de ± 5 por 100.

Hay que recalcar que el número de observaciones será tanto mayor cuanto mayor sea el grado de confianza y menor sea el margen de error.

Si en lugar de un grado de confianza del 95 por 100 se pasa a un 99.7 por 100, el

número de observaciones aumentaría en $\frac{3^2}{2^2} \times \frac{9}{4} = 2.25$ veces.

Si en lugar de un margen de error del ± 10 por 100 se pasa a un ± 5 por 100, el número

de observaciones aumentaría en $\frac{0.10^2}{0.05^2} \times \frac{0.01}{0.0025} = 4$ veces.

En definitiva, si deseáramos un grado de confianza de 99.73 por 100 y un margen de error de ± 5 por 100, en lugar de conformarnos con un 95 por 100, y un margen de un ± 10 por 100, el número de observaciones a realizar sería $2.25 \times 4 = 9$ veces mayor.

EJEMPLO

Supongamos que queremos determinar el número de observaciones necesarias para tener en el resultado hallado una confianza de 95 por 100 y un margen de error de ± 10 por 100. En un primer muestreo de 100 observaciones el tanto por uno de paro resultó ser un 0.20.

Aplicando la fórmula.

$$n = \frac{4^2}{0.010^2} \times \frac{1-0.20}{0.20} = 1600$$

Este número total de observaciones así calculado es aproximado, pero nos servirá como referencia para que el estudio sea lo más representativo posible.

2.3.2. Estudio de movimientos¹²

Consideración de factores Humanos

El análisis de la operación, el estudio de movimientos y estudio de micromovimientos se han limitado al mejoramiento de la estación de trabajo. Los objetivos principales son:

1. Optimización del trabajo físico
2. Minimizar el tiempo requerido para ejecutar las tareas o labores.
3. Maximizar el bienestar del trabajador desde el punto de vista de retribución, la seguridad en el trabajo, la salud y la comodidad.
4. Maximizar la calidad del producto por unidad monetaria de costo.
5. Maximizar las utilidades del negocio o empresa.

¹² <http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=37817832>

Una sólida comprensión de las bases de los factores humanos y un planteamiento ergonómico del mejoramiento del trabajo ayuda al analista a perfeccionar los métodos existentes y a una planeación más detallada del trabajo proyectado. Las áreas de estudio que se relacionan con tal enfoque comprenden el ambiente físico de la estación de trabajo, y los factores fisiológicos y psicológicos relacionados con el operario y la fuerza de trabajo.

Medición y control del ambiente físico. El ambiente físico inmediato tiene un impacto significativo no sólo sobre el desempeño del operario y de su supervisor, sino también sobre la contabilidad del proceso. Los factores ambientales que influyen en la productividad del personal que labora y en la contabilidad del proceso comprenden el ambiente visual, los ruidos, las vibraciones, la humedad y la temperatura ambiente y la contaminación atmosférica.

El ambiente visual. La realización eficiente de toda labor o tarea, depende en cierto grado de tener la visión adecuada. Un alumbrado eficaz es tan importante. Los criterios principales son la cantidad de luz o iluminación, el contraste entre los alrededores inmediatos y la tarea específica a ejecutar, y la existencia o ausencia de deslumbramiento

Ruidos: El punto de vista práctico del analista, ruido es todo sonido no deseado. Las ondas sonoras se originan por la vibración de algún objeto, que establece una sucesión de ondas de compresión y expansión a través del medio de transporte del sonido.

Condiciones térmicas. Aunque el ser humano es capaz de funcionar dentro de un intervalo amplio de condiciones térmicas, su comportamiento se modificará notablemente si queda sometido a temperaturas que varían respecto de las consideradas normales.

Radiaciones. Aunque todos los tipos de radiación ionizante pueden dañar los tejidos, la protección contra las radiaciones alfa y beta es tan fácil que la mayor atención se asigna a los rayos X y la radiación neutrónica. Hay que advertir que haces de

electrones de alta energía al chocar contra metal en equipo vacío, pueden producir rayos X muy penetrantes que requieren mucha mayor protección.

Factores de Trabajo que conducen a una actuación insatisfactoria

Otro aspecto adicional que necesita ser estudiado por el analista son aquellos factores de trabajo que pueden llevar a errores humanos. El equipo junto con la obligación de un operario de manejar y operar una máquina o herramienta, pueden exigir tanto un trabajador, que este tendrá dificultades en funcionar eficientemente durante un turno normal. Los medios indicadores principales son: lámparas marcadoras, cuadrantes con escala, contadores, dispositivos registradores y graficadores, pantallas de tubos de rayos catódicos, para que sea eficaz un medio indicador debe ser capaz de comunicar información rápida, exacta y eficientemente.

Señales luminosas. Las luces indicadoras o señales luminosas son probablemente los medios visuales de mayor uso, hay varios requisitos básicos que deben de cumplir su aplicación. Debe estar diseñado de modo que atraigan de inmediato la atención del operario.

Señales sonoras. En algunos casos conviene más utilizar señales auditivas que indicaciones visuales. El sistema auditivo humano esta alerta en forma permanente. Puede detectar fuentes de señales diferentes sin una determinada orientación del cuerpo, como generalmente es necesario en el caso de señales visuales.

Codificación por tamaño y forma. La codificación por forma, donde se usan configuraciones geométricas de dos o de tres dimensiones, permite la identificación táctil y visual. Encuentra la mayor parte de sus aplicaciones donde es deseable la identificación por partida doble o redundante, ayudando así a minimizar errores. Esta codificación se utiliza principalmente donde los controles están fuera del alcance de la vista del operario. Aplicar la consideración de los factores humanos junto con la ingeniería de métodos conducirá a ambientes de trabajo competitivo más eficientes, que mejorarán el bienestar de los trabajadores, la calidad del producto, la rotación de personal en la empresa y el prestigio de la organización.

El estudio de micromovimientos se usa con mayor frecuencia cada vez como ayuda en el adiestramiento. Es posible adiestrar a nuevos operarios en un tiempo mínimo siguiendo el patrón ideal del método de movimientos, filmando la actuación de trabajadores de lata destreza, y mostrándoles sus imágenes amplificadas considerablemente en la pantalla y en movimiento lento. La dirección o gerencia debe aprovechar plenamente las películas industriales, una vez que se ha iniciado un programa de estudio de micro movimientos. Al exhibir todas las películas tomadas de diversas operaciones a los operarios que intervienen principalmente, así como a sus compañeros, se logra despertar un gran entusiasmo e interés en todo el personal de la organización. La técnica de micro movimientos se debe utilizar para poner de manifiesto toda ineficiencia, independientemente de su insignificancia aparente. Un número suficiente de mejoramientos minúsculos puede resultar en una economía anual apreciable.

2.6 Distribución de Planta¹³

El objetivo principal de una distribución de planta efectiva es desarrollar un sistema de producción que permita la manufactura del número deseado de productos, con la calidad deseada, al menor costo. La distribución física es un elemento importante del sistema de producción que comprende instrucciones de operación, control de inventarios, manejo de materiales, programación, determinación de rutas y despacho. Todos estos elementos deben integrarse con cuidado para satisfacer el objetivo establecido. Aunque es difícil y costoso hacer cambios al arreglo existente, el analista debe revisar cada porción de la distribución completa. Las malas distribuciones de planta dan como resultados costos importantes. Por desgracia, la mayoría de estos costos son ocultos y, en consecuencia, no es sencillo exponerlos. Los costos de mano de obra indirecta debidos a transportes lejanos, rastreos, retrasos y paros del trabajo por cuello de botella son característicos de una planta con una distribución anticuada y costosa.

¹³ <http://www.mitecnologico.com/Main/DefinicionDeDistribucionDePlanta>

Tipos de distribución:

Distribución en línea

La maquinaria se localiza de tal manera que el flujo de una operación a la siguiente se minimiza para cualquier grupo de productos.

Este tipo de distribuciones es común en ciertas operaciones de producción en masa, pues los costos de manejo de material son más bajos que para el agrupamiento de procesos.

Desventajas: debido a que una gran variedad de oficios están representados en un área relativamente pequeña, la insatisfacción de los empleados puede ser grande. Esto ocurre, en especial cuando las distintas oportunidades van aparejadas con diferencias notorias en la remuneración. Dado que se agrupan instalaciones muy diferentes, la capacitación de los operarios puede ser complicada, sobre todo sino se dispone de un trabajador especializado en el área inmediata que enseña a uno nuevo. El problema de encontrar supervisores competentes también es considerable debido a la variedad de instalaciones y tareas que deben supervisar. También este tipo de distribuciones necesita una inversión inicial mayor, ya que se requieren líneas de servicios duplicadas, como aire, agua, gas, combustible y energía. Otra desventaja de agrupar por producto es que el arreglo tiende a parecer desordenado y caótico. En estas condiciones, puede ser difícil promover la limpieza y el orden. Sin embargo, estas desventajas se compensan con las ventajas, si los requerimientos de producción son sustanciales.

Distribución por proceso

Es el agrupamiento de instalaciones similares. Aquí se agrupan los tornos en una sección, departamento o edificio. Este tipo de arreglo tiene la apariencia de limpieza y orden, y tiende a promoverlos. Otra ventaja de la distribución funcional es la facilidad con la que se capacita al operador. Rodeado de empleados experimentados que operan máquinas similares, el nuevo trabajador tiene la oportunidad de aprender de ellos. El problema de encontrar supervisores competentes es menor, pues las demandas de trabajo no son grandes. Como estos supervisores solo tienen que

conocer un tipo general o clase de instalaciones, su experiencia no tiene que ser extensa como la de los supervisores del agrupamiento por producto. Además, si las cantidades fabricadas de productos similares son limitadas y se tienen órdenes especiales frecuentes, una distribución por proceso es más satisfactoria.

Desventajas: la posibilidad de transportes largos y regresos constantes de los trabajos que requieren una serie de operaciones en varias maquinas. Por ejemplo, si las instrucciones de operación de trabajo especifican una secuencia de perforar, voltear, maquinar bordes y pulir, el movimiento del material de una sección a la siguiente puede ser en extremo costoso. Otra desventaja importante es el gran volumen de documentación requerido para emitir órdenes y controlar la producción entre secciones.

2.7 Costos de Producción¹⁴

El lenguaje de contabilidad de costos incluye términos específicos que describen los costos de producción. Tres términos que se usan ampliamente son costos de materiales directos, costos de mano de obra directa, y costos generales de producción.

1. **Costos de materiales directos.** Son los costos de adquisición de todos los materiales que con el tiempo se convierten en parte del objeto de costos (digamos, unidades terminadas o en proceso) y que puede realizarse su seguimiento a es objeto de costos en forma económicamente factible. Los costos de adquisición de materiales directos incluyen cargos de fletes de entrega (entrega hacia adentro), impuestos sobre ventas y aranceles aduanales.
2. **Costos de mano de obra directa.** Son las compensaciones de toda la mano de obra de producción que se considera sea parte del objeto de costos (digamos, unidades terminadas o en proceso), y que puede realizarse su seguimiento al objeto de costos en forma económicamente factible. Ejemplos de tales costos incluyen los salarios y beneficios adicionales que se pagan a operadores de maquinaria y trabajadores de la línea de ensamble.

¹⁴ Contabilidad de Costos: Un Enfoque Gerencial; Horgren; Pág. 41-42

3. **Costos generales de producción.** Todos los costos de producción que se consideran como parte del objeto de costos (digamos, unidades terminadas o en proceso) pero no puede realizarse el seguimiento a ese objeto de costos en forma económicamente factible.

Ejemplos de costos generales de producción incluyen energía, abastecimiento, materiales indirectos, mano de obra directa, renta de la planta, seguros de la planta, impuesto predial sobre las instalaciones, depreciación de la planta, y la compensación de administradores de la planta. Otros términos para esta categoría de costos incluyen costos indirectos de producción, costos generales de fábrica y costos de carga de fábrica. Utilizamos *costos generales de producción* y *costos indirectos de producción* en forma intercambiable. Los *costos generales de producción* forman parte de los *costos inventariables* y se convierten en gastos solo cuando pasan a ser costos de productos vendidos.

Algunos sistemas de contabilidad utilizan el término gastos de producción indistintamente de *gastos generales de producción*. Creemos que este uso tiende a la confusión. El término *gasto* implica, en forma incorrecta, que la partida es un costo del periodo contable que incurre.

Componentes del Costo.

El costo de producción de una empresa puede subdividirse en los siguientes elementos: alquileres, salarios y jornales, la depreciación de los bienes de capital (maquinaria y equipo, etc.), el costo de la materia prima, los intereses sobre el capital de operaciones, seguros, contribuciones y otros gastos misceláneos. Los diferentes tipos de costos pueden agruparse en dos categorías: costos fijos y costos variables.

Costos fijos.

Los costos fijos son aquellos en que necesariamente tiene que incurrir la empresa al iniciar sus operaciones. Se definen como costos porque en el plazo corto e intermedio se mantienen constantes a los diferentes niveles de producción. Como ejemplo de estos costos fijos se identifican los salarios de ejecutivos, los alquileres,

los intereses, las primas de seguro, la depreciación de la maquinaria y el equipo y las contribuciones sobre la propiedad.

El costo fijo total se mantendrá constante a los diferentes niveles de producción mientras la empresa se desenvuelva dentro de los límites de su capacidad productiva inicial. La empresa comienza las operaciones con una capacidad productiva que estará determinada por la planta, el equipo, la maquinaria inicial y el factor gerencial. Estos son los elementos esenciales de los costos fijos al comienzo de las operaciones.

Hay que dejar claro, que los costos fijos pueden llegar a aumentar, obviamente si la empresa decide aumentar su capacidad productiva, cosa que normalmente se logra a largo plazo, por esta razón, el concepto costo fijo debe entenderse en términos de aquellos costos que se mantienen constantes dentro de un período de tiempo relativamente corto.

Costos Variables.

Los costos variables son aquellos que varían al variar el volumen de producción. El costo variable total se mueve en la misma dirección del nivel de producción. El costo de la materia prima y el costo de la mano de obra son los elementos más importantes del costo variable.

La decisión de aumentar el nivel de producción significa el uso de más materia prima y más obreros, por lo que el costo variable total tiende a aumentar la producción. Los costos variables son pues, aquellos que varían al variar la producción.

2.8 Costo Unitario¹⁵

Generalmente, los sistemas contables reportan números en costos totales como en costos unitarios. Se calcula un costo unitario (también llamado costo promedio) al dividir algún costo total (el numerador) entre algún número de unidades (el denominador). Veamos el costo unitario de la fabricación de un artículo determinado. Se calcula este costo unitario acumulando los costos de producción y luego

¹⁵ Contabilidad de Costos: Un Enfoque Gerencial; Horgren; Pág. 33

disidiendo el total (que se supone son \$980000) entre el número de unidades producidas (supuestamente 10000 unidades):

$$\frac{\text{Total_de_costos_de_produccion}}{\text{Numero_de_unidades_producidas}} = \frac{980000}{10000} \quad (6)$$

Costo _unitario =98por _unidad

Supongamos que se venden 8000 unidades y 2000 unidades permanecen en el inventario final. El concepto de costo unitario ayuda en la asignación de costos totales para propósitos d reportes financieros.

| | |
|---|-----------|
| Costo de productos vendidos, 8000 unidades x \$98 | \$784.000 |
| | 196.000 |
| Inventario final de productos terminados 2000 unidades x | |
| | \$980.000 |

Se encuentran los costos unitarios en todas las áreas de la cadena de valor por ejemplo, el costo unitario de diseño del producto, el costo unitario de los anuncios colocados, y el costo unitario de las visitas de servicio al cliente.

2.9 Ingresos¹⁶

Para que sea más entendible el documento se hace referencia de ciertos sinónimos que se encuentran dentro de la terminología contable:

| Termino clave | Sinónimo |
|-----------------------|-----------------------|
| Entradas de operación | Ventas |
| Costos de operación | Gastos de operación |
| Ingreso de operación | Utilidad de operación |

Se supone que los costos variables de operación (variables respecto de un factor de costos relacionado con la producción) y costos fijos de operación.

$$\text{Costos de operación} = \text{costos variables de operación} + \text{costos fijos de operación} \quad (7)$$

¹⁶ Contabilidad de Costos: Un Enfoque Gerencial; Horgren; Pág. 61

El **ingreso de operación** son las entradas para el periodo contable menos todos los costos de operación, Incluyendo el costo de los bienes vendidos:

$$\text{Ingreso de operación} = \text{entradas de operación} - \text{costos de operación} \quad (8)$$

Ingreso neto es el ingreso de operación mas la entrada provenientes de no operación (como las generadas por intereses) menos los costos no operativos (como el costo de intereses) menos el impuesto sobre ingresos. Para mayor sencillez, en este capitulo se supondrá que son cero las entradas no provenientes de operación y los costos no operativos. Así, se calculara el ingreso neto como sigue:

$$\text{Ingreso neto} = \text{ingreso de operación} - \text{impuestos al ingreso} \quad (9)$$

En los ejemplos a continuación, la medida de producción es el número de unidades fabricadas o vendidas. A menudo, diferentes industrias utilizan diversa terminología para describir sus medidas de fabricación. Los ejemplos incluyen:

| Industria | Medida de producción |
|------------------|--|
| Líneas aéreas | Numero de millas/pasajero |
| Hospitales | Numero de días/paciente |
| Hoteles/moteles | Numero de cuartos ocupados |
| Universidades | Numero de horas/crédito para estudiantes |

2.10 Utilidad

El único medio para medir la utilidad de las cosas consiste en utilizar una escala subjetiva de gustos que muestre teóricamente un registro estadístico de la utilidad del consumo que se hace. Sin embargo, existen otras razones por las cuales también puede obtenerse satisfacción y no es precisamente utilidad.

En la teoría de la Utilidad se supone que los consumidores poseen una información completa acerca de todo lo que se relacione con su decisión de consumo, pues conoce todo el conjunto de bienes y servicios que se venden en los mercados, además de conocer el precio exacto que tienen y que no pueden variar como resultado de sus

acciones como consumidor, adicionalmente también conocen la magnitud de sus ingresos. Por tanto, la actitud de consumo de bienes será diferente para cada uno de ellos, independiente de la satisfacción que deseen obtener. De lo anterior se deriva la idea de definir a la utilidad como la cualidad que vuelve deseable a un bien, dicha utilidad está basada en los estudios que realizaron los economistas clásicos. Adam Smith y David Ricardo, quienes fundamentaban sus razones acerca de la utilidad de los objetos por la capacidad que tienen para satisfacer una necesidad. El único medio para medir la utilidad de las cosas consiste en utilizar una escala subjetiva de gustos que muestre teóricamente un registro estadístico de la utilidad del consumo que se hace. Sin embargo, existen otras razones por las cuales también puede obtenerse satisfacción y no es precisamente utilidad.

Tipos de Utilidad.

La utilidad de los bienes no podrá medirse jamás, pero si puede calcularse mediante un sencillo procedimiento matemático, el cual se desarrollará de manera analítica. El punto de partida lo constituye la definición de la utilidad que dice lo siguiente: “Es el grado de satisfacción que proporcionan los distintos satisfactores que utiliza un consumidor”.

La utilidad de un bien se calcula mediante las fórmulas matemáticas de la Utilidad Total (U_{tx}), utilidad marginal (U_{mx}) y la Promedio (U_{px}), las cuales muestran que mientras unidades se consuman por cada unidad de un bien, mayor será la utilidad que se reciba; a pesar de que la utilidad total aumenta, la marginal disminuirá. Se observará que la utilidad total llegará a un máximo; la promedio conservará un comportamiento normal a la media aritmética mientras que la marginal será igual a cero. Esto es el punto de Saturación en el consumo, lo que indica la plena y total satisfacción de un consumidor.

Utilidad Total. (U_{tx})

Representa la suma de las utilidades que obtiene un consumidor al utilizar cierta cantidad de bienes (artículos).

Utilidad Promedio (U_{px})

Representa una distribución aritmética como resultado de la acción de dividir la utilidad total entre el número de satisfactores consumidos. La Fórmula de cálculo se expresa:

$$U_{px} = U_{tx} / Q_x \quad (10)$$

Donde:

U_{px} = Utilidad promedio de un artículo.

U_{tx} = Utilidad de cierto artículo.

Q_x = Cantidad de cierto artículo.

Utilidad marginal (U_{mx}): Representa el incremento en la utilidad de un artículo "X" en la medida que el consumidor utiliza una unidad más de un mismo satisfactor.

2.11 Rentabilidad¹⁷

En economía, la **rentabilidad financiera** o "ROE" relaciona el beneficio económico con los recursos necesarios para obtener ese lucro. A nivel empresa, muestra el retorno para los accionistas de la misma, que son los únicos proveedores de capital que no tienen ingresos fijos.

La rentabilidad puede verse como una medida de cómo una compañía invierte fondos para generar ingresos. Se suele expresar como porcentaje.

$$ROE = \frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Patrimonio Neto}} \quad (11)$$

Por ejemplo si se coloca en una cuenta un millón y los intereses generados son 100 mil, la rentabilidad es del 10%. La rentabilidad de la cuenta se calcula dividiendo la cantidad generada y la cantidad que se ha necesitado para generarla.

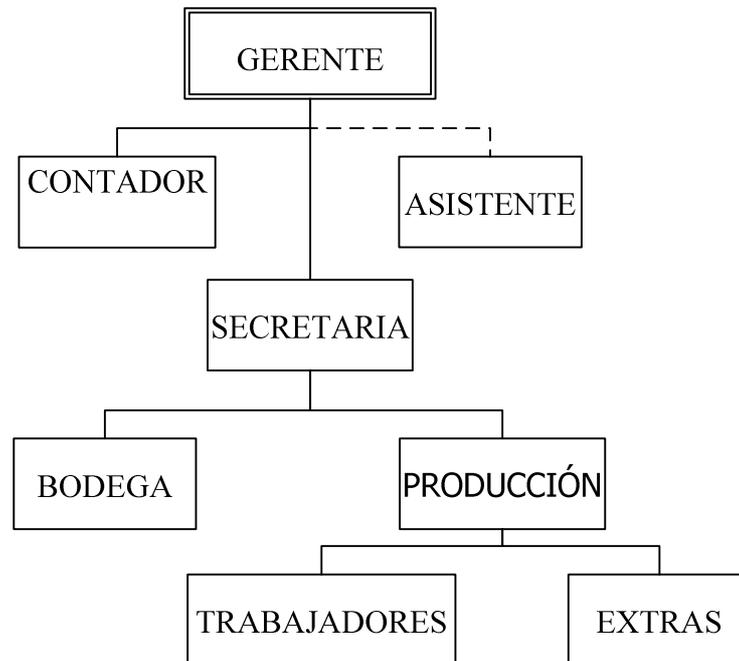
¹⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Rentabilidad_econ%C3%B3mica

CAPITULO III

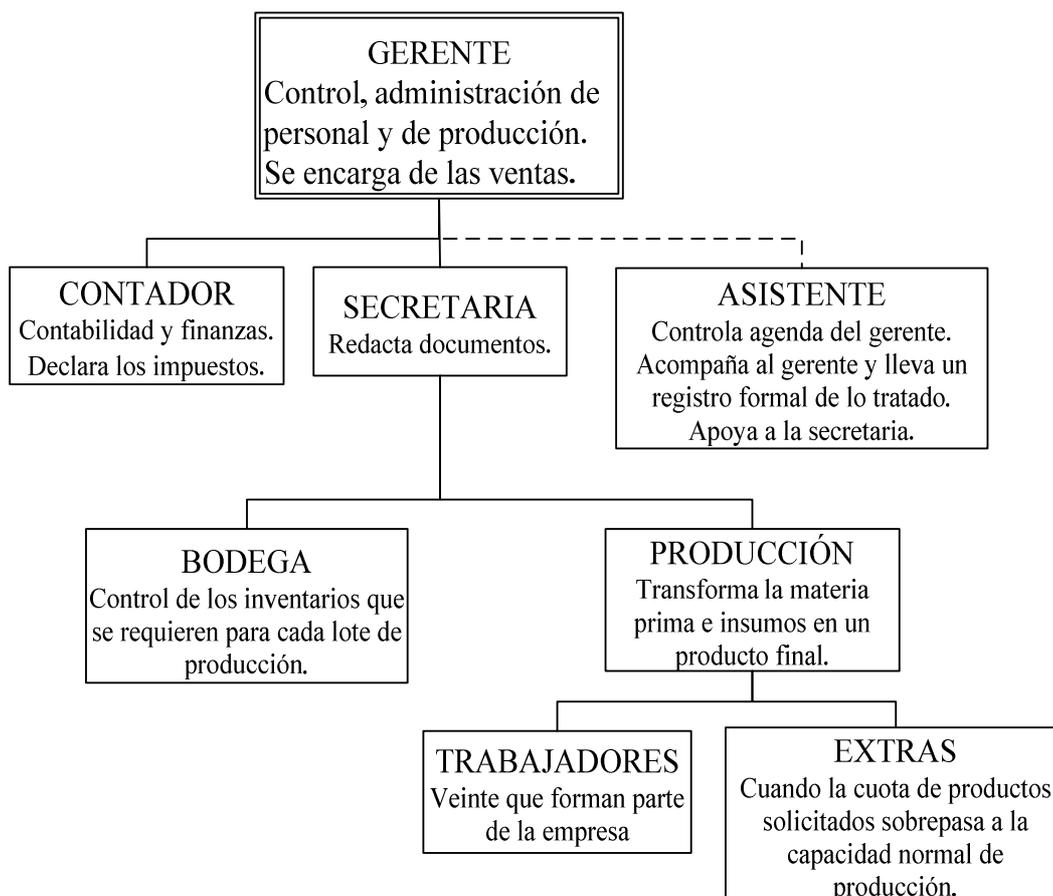
ESTUDIO DE LA SITUACION ACTUAL EN LA EMPRESA I.M.ESCO

3.1. Estructura administrativa

3.1.1. Organigrama Estructural



3.1.2. Organigrama Funcional



3.2. Aspectos que intervienen en la producción

Los aspectos que intervienen en la producción de los dos productos de mayor fabricación en la empresa son:

Maquinaria y Equipo

- Cizalla.
- Troqueladoras.
- Matrices de embutición.
- Matrices de Forma.
- Dobladoras.
- Cortadora.
- Taladros.

- Tornos.
- Horno.
- Suelda.
- Compresores.

Herramientas

- Taladro.
- Martillos.
- Soldadora MIG.
- Llaves para pernos.

Materiales e insumos

- Madera.
- Planchas de tol
- Pintura: roja, amarilla, verde y negra.
- Esmalte y Laca.
- Desoxidante y tiñer.
- Brochas.
- Remaches.
- Clavos.
- Ruedas de caucho.
- Pernos y tuercas
- Planchas de tol.
- Tubos.

Tipo de personal

Limpieza: El personal encargado de la limpieza es muy reducido ya que cada trabajador realiza la limpieza de su lugar de trabajo. Se cuenta con una mujer para limpieza de baños y oficinas.

Producción: Para la realización de los distintos productos se requiere de un jefe que en este caso es el gerente y una cantidad determinada de personal; para la fabricación de las palas se requiere de 7 empleados; para la fabricación de carretillas se requiere

de 13 empleados. Adicional a lo ya mencionado se requiere de la contratación extra de personal cuando así se lo requiere.

Administración y RR.HH: Dichas actividades las realizan la secretaria y la asistente la parte administrativa, mientras que la de recursos humanos la realiza el gerente.

Sistema Organizacional

La normativa a la que se rige la empresa no se basa en ningún diagrama ni guías de procesos, esto da como resultado que la empresa no tenga una producción normalizada. En base a esto, la empresa requirió del estudio de una reorganización de maquinaria, personal y espacio físico que optimice y normalice la producción.

3.3. Descripción de los tres productos en estudio

3.3.1. Pala.

Descripción

La pala es una herramienta manual que facilita el movimiento de materiales granulados, triturados de manera continua y sencilla a distancias cortas, así como para elevar o mezclar materiales.

Usos y aplicaciones

Es utilizada para movimientos de tierras y materiales granulados y triturados, su mayor aplicación la tiene en la industria de la construcción y la agricultura.

En la construcción se utiliza para el mezclado y transporte de hormigón, construcción de fosas para soportes de columna s, rellenos, etc.

Beneficios

Facilita las actividades en lo que a remoción y embarque de materiales para la construcción se refiere, en la recolección de productos y materiales orgánicos en la

agricultura, además sirve para la construcción de zanjas y hoyos en plantaciones agrícolas en terrenos suaves.

Empleo

Su empleo está generalizado en la industria de la construcción, especialmente cuando se trabaja con hormigón armado, y en la agricultura.

Especificaciones técnicas

La pala está constituida de una cuchareta fabricada en lámina metálica de 1.8 mm de espesor laminado en caliente de alta resistencia y con un tratamiento térmico que garantiza su durabilidad, un mango de madera torneado, pulido y barnizado de 650 mm de longitud y 38 mm de espesor, tratado de tal manera que impide su deterioro prematuro e intromisión de polilla. La manilla está construida en lámina metálica y madera que permite un buen apoyo y rigidez para el trabajo.

Todos los elementos son ensamblados con remaches para golpe de 5/32” * 40 mm de largo y clavo galvanizado de 1” de alta resistencia garantizando solidez y durabilidad a la herramienta.

- Las partes metálicas están protegidas con una capa de pintura para evitar la corrosión.
- La capacidad de carga está en función del tipo de materia a ser removido.
- El peso de la herramienta es de 2 kg.

Capacidades

Utilizada para introducir en fangos o terrenos húmedos, puede transportar hasta 10 kg (22 lbs.) de material compacto y humedecido por palada, posee un reborde para clavar en este tipo de terreno.

Presentación

Pala manual de color verde metálico y rojo con cabo de madera barnizado con etiqueta de identificación color amarillo y negro, además posee un logotipo del fabricante impreso en la cuchareta metálica.

Transporte y almacenamiento

Para su transporte y almacenamiento se ha conformado paquetes que pueden ser manipulados y apilados fácilmente cuidando que no se rayen o raspen. Los paquetes están conformados de 6 unidades sujetados fuertemente con cinta de nylon y latillas de apoyo para evitar que puedan moverse, se pueden colocar en filas en forma horizontal hasta una altura de 15 filas. Se debe evitar el aplastamiento o peso excesivo en el cabo para prever la rotura del mismo, debe estar protegido de la intemperie y de esta manera evitar la corrosión.



Demanda:

En datos cuantificables, podemos describir que la demanda de las palas esta en el 17% de la producción de la empresa; en unidades producidas se estima un promedio de 2400 unidades al mes.

3.3.2. Carretilla

Descripción

La carretilla es una máquina manual basada en el principio de máquinas simples para desmultiplicar fuerzas mediante palancas y puntos de apoyo reduciendo el esfuerzo

del operador en el transporte de productos y materiales sólidos o granulados al granel a pequeñas distancias, útil especialmente en la industria de la construcción, la agricultura y minería.

Uso y aplicaciones

Es utilizada en la industria de la construcción para movimiento de tierras, transporte de hormigón armado, arena, piedra y todo lo concerniente a materiales utilizados en la construcción, sean estos granulados o en bloques y permitiendo un embarque y desembarque rápido de todos estos elementos.

En la agricultura se utiliza para tareas cotidianas de desalojo de material orgánico, transporte de productos e insumos destinados a esta área.

Beneficios

- Reduce el esfuerzo y tiempo al transportar o desalojar materiales y productos.
- Permite transportar tanto elementos o materiales sólidos y voluminosos o al granel.
- Facilita el acceso a lugares difíciles donde no llega transporte motorizado, incluso por senderos escabrosos.
- Es fácil de manejar por su versatilidad y bajo peso.

Especificaciones técnicas

Es una herramienta sencilla que posee las siguientes características:

Un recipiente (balde) para el depósito de materiales, fabricado en lámina metálica de alta resistencia de 0,90 mm de espesor laminado en frío y conformado mediante proceso de embutición.



Chasis construido en tubería redonda 33 mm de diámetro y 1.4 milímetros de espesor laminado en frío resistente a la deformación por flexión, conformado mediante proceso de curvado manual, manteniendo las características técnicas de material y brindando comodidad al operador de la máquina.



Consta de dos puntos de apoyo, uno rígido (pata) y fabricado en lámina metálica de 2 mm laminado al caliente conformado mediante proceso de troquelado para brindar mayor resistencia y durabilidad durante el trabajo, otro que constituye la rueda, que consta de un anillo de caucho de alta resistencia montado sobre disco y eje metálico de 0,90 mm cuya configuración aumenta la resistencia a los esfuerzos de peso y arrastre.



El ensamblaje de sus elementos se realiza mediante soldadura con procesos MIG y pernos con recubrimiento superficial (cincado), para garantizar una buena resistencia al trabajo y a la corrosión.

Todos los componentes de la carretilla son desengrasados y fosfatados antes de ser pintados, evitando con esto la corrosión.

La carretilla posee una capacidad de carga aproximadamente de 145 kg. La misma que puede variar de acuerdo al medio donde trabaje, sea este terreno lizo o arenoso, plano o con pendiente, etc.

El peso total de esta máquina es de 16.4 kg que la convierte en una máquina versátil.

Recomendaciones / precauciones

Se recomienda cargar a la carretilla acorde a su capacidad (145 Kg.) para evitar daños o rotura de sus elementos.

No se debe golpear o arrojar de partes altas ya que esto estropearía la estructura produciendo rotura o mal funcionamiento de sus componentes.

Evitar la corrosión guardando en lugares protegidos de la intemperie.

Presentación

Se presenta como una máquina de modelo vistoso y de fácil manejo de color rojo, su tamaño esta estandarizado de acuerdo a las especificaciones que son exclusivas del fabricante I.M.ESCO.

Transporte y almacenamiento

Tanto el transporte como su almacenamiento, se debe hacer en lo posible desarmada y sus componentes deben estar empaquetados o apilados; los chasis se transportarán en paquetes de 5 piezas fuertemente amarrados con nylon y alineados en forma vertical, el balde se conformarán pilos que no sobrepasen las 50 unidades para evitar el aplastamiento, la pata se apilará de tal manera que exista sujeción para evitar

ralladuras, las ruedas se colocarán en fila cuidando que los ejes no rayen a los discos, los demás elementos serán embalados en cajas facilitando con ello su transporte.

Todos los elementos deben estar protegidos de la humedad y la intemperie.



Demanda:

En datos cuantificables, podemos describir que la demanda de las carretillas esta en el 57% de la producción de la empresa y en unidades producidas se estima un promedio de 1200 unidades al mes.

3.3.3. Balde para Volqueta

Descripción

Es montado en vehículos de gran capacidad de carga, a petición de los propietarios de dichos vehículos, ya que así ellos le dan el uso que mejor crean conveniente.

Usos y aplicaciones

Para transportar gran cantidad de material de un lugar a otro, es como un recipiente de gran tamaño.

Capacidades

Varían con respecto a las peticiones de los consumidores, ya que cada vehículo ya tiene una capacidad de carga indicada y el tamaño del balde o capacidad se da en volumen de carga, los más fabricados son los de 7 m³.



Demanda:

Dentro de la producción de la fábrica, este producto no es elaborado de manera continua, sino únicamente bajo pedido de consumidores debido a su elevado precio.

En datos cuantificables, podemos describir que la demanda de los baldes para volquetas esta en el 26% de la producción de la empresa y en unidades producidas.

3.4. Productos de mayor demanda

Como ya se mencionó anteriormente en la descripción de los productos que elabora la empresa en estudio, sabemos que los productos de mayor demanda son las palas y las carretillas.

Se hace mención a los productos de mayor demanda, por que estos son la carta de presentación de la empresa y representan el 74% de la producción continua que tiene la misma, debido a esto cualquier forma de mejorar o aumentar su producción es requerida por su gerente.

3.5. Estudio de la elaboración de los dos productos con mayor demanda

Las propiedades que se exigen en las áreas de construcción en los productos destinados a estos trabajos, son el cumplimiento de ciertas normas de calidad. Estos artículos deben ser desarrollados para ser expuestos a cualquier tipo de condición de uso en el área de construcción. Los proveedores de los distintos materiales que se usan en la producción, también deben cumplir con normas de calidad con referencia a la resistencia, de esta manera se tiene una retroalimentación entre proveedores y productores.

Las características de los productos deben ser diseñadas ergonómicamente para el confort en el uso por parte del consumidor.

Las condiciones exigidas por la producción de los artículos para la construcción se pueden lograr mediante:

- a) Una combinación adecuada de materiales resistentes, así como una construcción orientada a la finalidad del artículo acabado.
- b) La materia prima utilizada y la selección adecuada de la misma.
- c) Un uso adecuado de la maquinaria.
- d) Un método adecuado de trabajo.
- e) El procedimiento de acabado.



Con la finalidad de producir eficientemente, la producción se realiza por sectores, es decir, cada parte de un conjunto es elaborado en cierta cantidad y tiempo en un lugar. Hacemos mención a esto para aclarar que no se toma en cuenta los tiempos de almacenaje y de espera por secado que tienen ciertos elementos de los productos, debido a que la producción de otros elementos continúa, y no se pierde tiempo esperando. Por lo contrario así ganamos tiempo para tener los demás elementos listos para el montaje.

3.6. Análisis de la producción de los dos productos

Para la fabricación de palas y carretillas se necesita los siguientes materiales y pasos:

Maquinas y elementos utilizados para producir palas:

- Cizallas.
- Troqueladora con moldes para cuchareta.
- Troqueladora con moldes para manijas.
- Matriz de embutición para cuchareta y para manija.
- Matriz de Forma.
- Dispositivo de montaje cuchareta con caña-manija.
- Cortadora.

- Tres tornos.

Herramientas:

- Taladro.
- Martillos.
- Soldadora MIG.
- Compresor.

Materiales:

- Madera.
- Planchas de tol.
- Pintura verde.
- Esmalte rojo.
- Tiñer laca.
- Brochas.
- Remaches.
- Clavos.
- Etiquetas
- Cinta para empacar.
- Grapas.

Maquinas y elementos utilizados para producir carretillas:

- Matriz de embutición para carretillas.
- Troqueladora con moldes para aros de ruedas.
- Troqueladora para perforado esqueleto o chasis de la carretilla.
- Dobladora.
- Remachadora neumática.
- Cortadora.
- Maquina de pintura al horno.
- Sierra.

Herramientas:

- Taladro.
- Martillos.

- Pistola neumática.
- Compresor con soplete.
- Llaves para pernos.
- Suelda de electrodos y MIG.
- Mesa con cilindro neumático.

Materiales:

- PP hibrido rojo. (Polvo)
- Pintura amarilla y negra.
- Ruedas de caucho.
- Pernos y tuercas.
- Planchas de tol.
- Tubos.
- Tiñer laca.
- Esmalte rojo.
- Electrodos.
- Gas.
- Funda o regatones de metal.
- Gasolina.

3.7. Distribución actual de la planta

Para la elaboración de palas y carretillas, la empresa tiene las máquinas y puestos de trabajo distribuidas por familias de maquinas homogéneas, desplazando los materiales y semifabricados de unos grupos a otros. Las maquinas son universales, es la mejor distribución para fabricaciones variadas, sujetas a frecuentes cambios.

En conclusión existe **una distribución funcional o por proceso.** (Ver anexo 1)

3.7.1. Diagramas

3.7.1.1. Diagrama de flujo

El Diagrama de Flujo da una idea general del proceso, como se van insertando cada una de las partes del producto durante su elaboración (ver anexo 2).

3.7.1.2. Diagrama de Proceso General

El Diagrama de Proceso General muestra las actividades del proceso productivo de una manera simplificada, con un cuadro de resumen donde se contabilizan cada una de ellas; además, de las distancias y tiempos que ellas requieren, este diagrama se lo puede observar en las figuras No. 1 y 2. Los diagramas de proceso detallado correspondiente a las palas y carretillas se puede observar en el anexo 3.

Figura No. 1
Diagrama de Proceso General de las Palas.

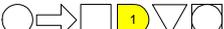
| Método Actual  | | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | |
|--|---------------|---|---|
| Método Propuesto  | | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA Palas | | | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | HOJA N°1 DE 2 | |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO |
| | |  | Almacenaje de cucharetas. |
| 13.95 | 0.147 |  | Cizallar. |
| 2.05 | 0.075 |  | Troquelar. |
| | |  | Transportar al angar 2. |
| 3.90 | 0.623 |  | Prensado de forma (contorneo y prensado). |
| 1.90 | 0.210 |  | Afilar. |
| 13.50 | 0.0524 |  | Transportar a la mesa de trabajo. |
| | |  | Almacenaje de manija (metal). |
| 20.40 | 0.0427 |  | Cortar. |
| 1.8 | 0.776 |  | Embutir y remachar. |
| 74.50 | 0.041 |  | Transportar al angar 2. |
| | |  | Almacenaje de manija (madera). |
| 2.10 | 0.089 |  | Cortar. |
| | |  | Secar. |
| 3.60 | 0.026 |  | Tornear y lijar a medidas. |
| 48.10 | 0.026 |  | Transportar al angar 2. |
| 0.30 | 0.132 |  | Montaje y soldado de las partes de metal y madera de la manija. |
| 1.60 | 0.466 |  | Sodar. |
| 2.60 | 0.832 |  | Martillar. |
| 1.80 | 0.178 |  | Limpiar. |
| | 0.002 |  | Pintar. |
| | |  | Secar. |
| 17.90 | 0.049 |  | Transportar a montaje. |
| | |  | Almacenaje de Cañas. |

Figura No 1. Continuación

| Método Actual | | ☒ | | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|--------------------------|---------------|---|--|-------------|--|----------|-----------|---|----|------------|---|----|------------|---|---|--------|---|---|------------|---|----|---------------------|---|---|--------|-----------|-------|-----------|----------|--------|
| Método Propuesto | | ☐ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA Palas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | | | HOJA N°2 DE 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.220 | 12 | → □ D ▽ □ | Cortar. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.057 | | ○ → □ D ▽ 4 | Tornear y lijar a medidas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24.00 | 0.002 | | ○ → □ 3 ▽ □ | Secado. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80.00 | 0.001 | | ○ → → □ D ▽ □ | Transportar al montaje en el angar 2. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.80 | | ○ → □ D ▽ 5 | Montar la caña a la manija (conjunto1). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3.20 | | ○ → □ D ▽ 6 | Montar cuchareta al conjunto1. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.00 | 13 | → □ D ▽ □ | Taladrar agujeros. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.30 | 14 | → □ D ▽ □ | Remachar. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.20 | | ○ → □ D ▽ 7 | Lijar la caña, limar la cuchareta y posterior limpieza. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.80 | 16 | → □ D ▽ □ | Barnizar. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6.60 | 17 | → □ D ▽ □ | Pintar por sumersión. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.012 | | ○ → □ D ▽ 8 | Secar y etiquetar. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5.60 | 18 | → □ D ▽ □ | Embalaje o empaquetado de las palas (6 unidades). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.90 | | ○ → → □ D ▽ □ | Transportar a entrega final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | ○ → □ D ▽ 35 | Entrega final. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DESCRIPCIÓN</th> <th>CANTIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operacion</td> <td>●</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>→</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>Inspeccion</td> <td>■</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Demora</td> <td>D</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Almacenaje</td> <td>▽</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Operación Combinada</td> <td>■</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Tiempo</td> <td>(minutos)</td> <td>9,433</td> </tr> <tr> <td>Distancia</td> <td>(metros)</td> <td>410.95</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | DESCRIPCIÓN | | CANTIDAD | Operacion | ● | 18 | Transporte | → | 11 | Inspeccion | ■ | - | Demora | D | 4 | Almacenaje | ▽ | 35 | Operación Combinada | ■ | 1 | Tiempo | (minutos) | 9,433 | Distancia | (metros) | 410.95 |
| DESCRIPCIÓN | | CANTIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operacion | ● | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transporte | → | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inspeccion | ■ | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Demora | D | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Almacenaje | ▽ | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operación Combinada | ■ | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiempo | (minutos) | 9,433 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Distancia | (metros) | 410.95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura No 2
Diagrama de Proceso General de las Carretillas.

| Método Actual <input checked="" type="checkbox"/> | | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | |
|---|---------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Método Propuesto <input type="checkbox"/> | | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA Carretilla | | | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | | HOJA Nº 1 DE 4 |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO |
| | | | Almacenaje de Rueda |
| 1 | 0.324 | | Colocar en mesa de remachado. |
| | | | Almacenaje de planchas de tol. |
| 8.55 | 0.0803 | | Cizallar |
| 9.00 | 0.0342 | | Troquelar |
| 2.05 | 0.5262 | | Prensar |
| | 0.060 | | Montar los aros a la rueda de caucho |
| | 0.730 | | Agujerear |
| 0.30 | 0.852 | | Empernar |
| | | | Almacenaje de Bocin |
| 7.40 | 0.801 | | Cortar |
| 0.80 | 0.21 | | Soldar el bocin a los aros |
| | | | Almacenaje de ejes |
| 1.40 | 0.534 | | Cortar |
| 0.75 | 0.182 | | Deformar |
| 1.20 | 0.737 | | Taladrar |
| 0.55 | 0.041 | | Montar sobre la rueda. |
| | | | Almacenaje de Seguros. |
| 26.80 | 0.081 | | Troquelar. |
| 2.65 | 0.629 | | Prensar. |
| 5.10 | 0.194 | | Montar y soldar |
| 6.35 | 0.334 | | Pintar. |
| 31.75 | 2.899 | | Secar. |
| | | | Almacenaje de esqueleto. |

Figura No 2. Continuación

| Método Actual <input checked="" type="checkbox"/> | | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | |
|---|---------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Método Propuesto <input type="checkbox"/> | | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA Carretilla | | | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | | HOJA Nº 2 DE 4 |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO |
| 13.30 | 1.075 | | Doblar. |
| 9.05 | 0.721 | | Doblar y perforar. |
| | | | Almacenaje de soportes de la rueda. |
| 1.45 | 0.614 | | Cortar. |
| 0.60 | 2.412 | | Taladrar. |
| 4.40 | 0.402 | | Soldar a esqueleto. |
| 89.55 | 0.856 | | Limpiar |
| 5.95 | 0.375 | | Transportar a pintado. |
| 13.85 | 0.583 | | Pintar. |
| 0.50 | 0.018 | | Transportar a montaje. |
| | | | Almacenaje de sujetador grande. |
| 9.25 | 0.095 | | Cortar. |
| 6.25 | 0.146 | | Doblar. |
| 11.40 | 0.699 | | Taladrar. |
| 47.80 | 0.542 | | Limpiar. |
| 47.15 | 0.001 | | Transportar a pintado. |
| | 0.279 | | Pintar |
| 6.40 | 0.095 | | Transportar a montaje. |
| | | | Almacenaje de sujetador pequeño. |
| 9.00 | 0.093 | | Cortar. |
| 7.00 | 0.140 | | Doblar. |
| 12.35 | 0.687 | | Taladrar. |
| 51.10 | 0.432 | | Limpiar. |
| 0.75 | 0.010 | | Transportar a pintado. |

Figura No 2. Continuación

| | | Método Actual  | | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | |
|---------------|---------------|--|---|---|---|
| | | Método Propuesto  | | | |
| | | SUJETO DEL DIAGRAMA Carretilla | | | |
| | | DEPARTAMENTO: Producción | | HOJA N°3 DE 4 | |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO | |
| 6.75 | 0.221 |  |  |  | Pintar |
| 6.50 | 0.108 |  |  |  | Transportar a montaje. |
| | |  |  |  | Almacenaje de soportes principales. |
| 9.10 | 0.223 |  |  |  | Cortar. |
| 7.60 | 0.297 |  |  |  | Doblar. |
| 4.15 | 1.377 |  |  |  | Taladrar. |
| 0.50 | 0.015 |  |  |  | Transportar a soldado. |
| | |  |  |  | Almacenaje de refuerzo trasero. |
| 7.70 | 0.113 |  |  |  | Cortar. |
| 7.50 | 0.177 |  |  |  | Soldar a los soportes principales. |
| 48.70 | 0.556 |  |  |  | Limpiar. |
| 0.80 | 0.013 |  |  |  | Transportar a pintado. |
| | 0.224 |  |  |  | Pintar. |
| 3.60 | 0.0013 |  |  |  | Transportar a montaje. |
| | 0.812 |  |  |  | Montar al esqueleto los sujetadores y los soportes (conjunto1). |
| | |  |  |  | Almacenaje de bandejas. |
| 7.35 | 1.392 |  |  |  | Embutir. |
| 3.90 | 0.201 |  |  |  | Cortar filos. |
| 1.45 | 0.933 |  |  |  | Prensar filos. |
| 49.95 | 1.164 |  |  |  | Taladrar. |
| 6.10 | 0.090 |  |  |  | Transportar a limpieza. |
| | 0.642 |  |  |  | Limpiar. |
| 35.60 | 0.591 |  |  |  | Recubrir. |
| 0.80 | 0.013 |  |  |  | Transportar a pintado. |

Figura No 2. Continuación

| Método Actual | |  | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | |
|--------------------------|------------------|---|---|-------------------------|
| Método Propuesto | |  | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA | | | Carretilla | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | | HOJA N° 4 DE 4 | |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO |
| | 0.361 |  →     | Pintar. | |
| 7.05 | 0.0981 |  →      | Transportar a montaje. | |
| | |  →     | Almacenaje de refuerzo delantero. | |
| 8.15 | 0.193 |  →     | Cortar. | |
| 7.55 | 0.294 |  →     | Doblar. | |
| 10.80 | 1.353 |  →     | Taladrar. | |
| 53.80 | 0.439 |  →     | Limpiar | |
| 0.75 | 0.015 |  →      | Transportar a pintado | |
| 2.15 | 0.111 |  →     | Pintar | |
| 7.50 | 0.013 |  →      | Transportar a montaje. | |
| 0.30 | 0.663 |  →     | Montar la bandeja al conjunto 1 (conjunto 2). | |
| 0.30 | 0.352 |  →     | Montar la rueda al conjunto 2. | |
| 9.50 | 0.310 |  →      | Transportar a entrega. | |
| | |  →     | Almacenar en lugar de entrega. | |

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|---|----------|
| Operacion  | 56 |
| Transporte  | 115 |
| Inspeccion  | 1 |
| Demora  | 7 |
| Almacenaje  | 66 |
| Operación Combinada  | 3 |
| Tiempo (minutos) | 32.091 |
| Distancia (metros) | 410.95 |

3.7.1.3. Diagrama de Recorrido General.

El Diagrama de Recorrido se basa en la distribución actual de la planta, donde se indica el camino por donde circula la materia prima o semi-elaborada a través de los diferentes puestos de trabajo. El diagrama de recorrido correspondiente a palas y carretillas se ubica en el anexo 4.

3.8. Condiciones de trabajo

Las condiciones de trabajo ejercen una influencia determinante en las labores que desempeñan un obrero o un trabajador en general. A continuación se mencionan los factores del ambiente del trabajo.

1.- Ventilación.

La empresa “**I.M.ESCO**” trabaja en angares la producción los cuales por su estructura permiten la libre circulación de aire y constan de extractores ya que se trabaja con suelda; la administración se realiza en una edificación de dos pisos que cuenta con grandes ventanales y amplio espacio de trabajo.

2.- Calefacción.

Debido a que el trabajo se lo realiza en angares con techado de eternit; y una altura promedio de 5 y medio metros, la temperatura ambiente oscila entre 17 – 21 °C.

3.- Iluminación

No existen requerimientos especiales en su alumbrado. Se aprovecha la luz del día para ello se utiliza amplias claraboyas que ayudan, en la tarde se utiliza luz artificial.

Solo se labora en jornadas de 8h00-13h00 y de 14h00-17h00.

4.- Acondicionamiento Cromático

En todos los angares las paredes están pintadas de blanco y en el principal lo combinan con un gris claro, mientras que la maquinaria esta en un tono verde medio

y el techo mantiene el mismo color de las tejas. Estos tonos son de gran ayuda para la refracción de la luz y la comodidad visual del operario.

7.- Ruido y vibraciones

En ciertos momentos alcanzan decibeles muy altos (superiores a 80), debido a los trabajos realizados y la resonancia que ocasionan las estructuras de los angares, para esto los trabajadores utilizan protección para los oídos.

8.- Música en la industria.

Es utilizada en todos los angares pero de manera inapropiada y sin ningún control ni planificación.

3.9. Estudio de tiempos

Se ha realizado el estudio de tiempos con el afán de determinar con precisión el tiempo normal que se demora en la fabricación de los productos que se realizan en la empresa. Se comienza obteniendo un tiempo promedio en base a registros de tiempos en una serie a priori, mismas que mas adelante nos permitirán obtener el número real de tomas o registros. El objetivo es realizar nuestro estudio con un grado de confiabilidad de ± 95 en los resultados obtenidos.

Determinación del número de ciclos o registros reales

No siempre se obtienen tiempos exactamente iguales entre las diferentes lecturas realizadas a los diferentes elementos de una operación.

Al determinar el número de observaciones es necesaria una confiabilidad del 95% y una precisión de $\pm 5\%$. Esto significa que existe un 95% de probabilidad de que la medida de la muestra o el valor medio del elemento no estén afectados de un error mayor a $\pm 5\%$ del verdadero tiempo del elemento observado.

Para obtener el número de lecturas que nos de este nivel de confianza y precisión utilizamos la siguiente formula.

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad (12)$$

Siendo:

N' el número necesario de observaciones,

X lectura de los tiempos del elemento medido, y

N el número de lecturas ya realizado

Se ha elaborado una tabla en la que están los tiempos ya obtenidos de una operación en las 10 primeras tomas que se realizó de manera arbitraria para obtener el número real de tomas.

Tabla No. 2: Tiempos de operación

| Lecturas individuales del cronometro en 0,001 de minuto X | Cuadrados de las lecturas individuales del cronometro X^2 |
|---|---|
| 3 | 9 |
| 3 | 9 |
| 3 | 9 |
| 3 | 9 |
| 3 | 9 |
| 3 | 9 |
| 3 | 9 |
| 3 | 9 |
| 4 | 16 |
| 3 | 9 |
| 3 | 9 |
| $\sum X=31$ | $\sum X^2=97$ |

Elaboración: Autores tesis

Remplazando los valores en la ecuación y realizando los cálculos pertinentes con respecto a la ecuación, tenemos que:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{10(97) - (31)^2}}{31} \right)^2$$

$$N' = 14,98 \text{ tomas} \cong 15 \text{ tomas}$$

Con el resultado obtenido, al número de tomas que ya realizamos debemos aumentar cinco más para tener las reales que requerimos.

Para hacer el registro de tiempos de las tomas de video, se realizo tablas para cada operación en las cuales se detallan sus elementos. (Ver anexo 5)

Determinación de los tiempos actuales en la elaboración de Palas y Carretillas

Se ha tomado registros de cada una de los componentes de los dos productos, detallado en elementos por operación. (Ver anexo 6)

Obtenidos los tiempos promedios de cada una de ellas, se determino los tiempos tipo, tanto de las palas como de las carretillas en la situación actual.

Es necesario indicar que los tiempos tipos actuales son la sumatoria de los tiempos promedios, obtenidos de los registros en base a la toma de video; donde ya están incluidos los tiempos suplementos y la valoración de los operarios. En la tabla 3 se puede observar los resultados de los tiempos requeridos para la fabricación de palas y en la tabla 4 constan los tiempos de carretillas.

Tabla No. 3: Tiempo de producción actual de la pala

| Nombre del producto: Pala | |
|--|------------------------|
| Departamento: Producción de palas | |
| Operaciones | Tiempo Promedio |
| 1) Cuchareta | 1,085 |
| 2) Manija de metal | 1,121 |
| 3) Manija de madera | 0,8 |
| 4) Manija construida | 1,663 |
| 5) Caña | 1,325 |
| 6) Montaje Pala | 3,436 |
| Tiempo tipo | 9,43 |

Elaboración: Autores tesis

Tabla No. 4: Tiempo de producción actual de la carretilla

| Nombre del producto: Carretilla | |
|--|------------------------|
| Departamento: Producción de carretillas | |
| Operaciones | Tiempo Promedio |
| 1) Rueda | 0,324 |
| 2) Aros | 2,346 |
| 3) Bocín | 1,011 |
| 4) Eje | 1,494 |
| 5) Seguros | 0,897 |
| 6) Rueda construida | 3,24 |
| 7) Esqueleto | 1,797 |
| 8) Sujetador grande | 1,931 |
| 9) Esqueleto Armado | 2,217 |
| 10) Sujetador pequeño | 1,823 |
| 11) Soportes Principales | 1,914 |
| 12) Refuerzo Trasero | 0,113 |
| 13) Soportes Armados | 0,933 |
| 14) Bandeja | 5,506 |
| 15) Bandeja y Conjunto 1 | 1,272 |
| 16) Conjunto 2 | 1,325 |
| 17) Refuerzos Delanteros | 2,523 |
| 18) Soportes de la rueda | 2,430 |
| Tiempo tipo | 33,091 |

Elaboración: Autores tesis

3.10. Sistemas de transportación

En la empresa existen sistemas de transporte tanto para la transportación de elementos en el interior, como para el transporte fuera de la misma; los cuales se detallan sus características y para que son usados a continuación:

Camión: Se utiliza para la entrega de los productos ya terminados fuera de la empresa a los distintos destinos que deben ser entregados los productos. Sus características son:

Dimensiones

| | |
|-----------------------------|------|
| Longitud total (mm) | 6685 |
| Ancho total (mm) | 2025 |
| Altura total (mm) | 2240 |
| Largo total carrozable (mm) | 4795 |

Peso y capacidad

| | |
|---------------------------|---------|
| Peso bruto vehicular (kg) | 7.000 |
| Capacidad de carga (kg) | 4.560 |
| Llantas | 7.50x16 |

Motor

| | |
|------|-----------------------------|
| Tipo | Nissan Diesel, modelo TD42T |
|------|-----------------------------|

Ciclo
Cilindrada (c.c)
N° de cilindros

Diesel Turbo Cargado, 4 tiempos
4.167
6 en línea



Plataforma Móvil: Es utilizado para la transportación dentro de la empresa y su trabajo es el de transportar las cucharas desde el angar uno hasta el angar numero dos. Además sirve para la movilización de las bandejas, esqueletos y demás componentes de la carretilla a la limpieza y posteriormente al pintado de las mismas. Sus dimensiones son de 1m ancho por 1.50 largo, sus ruedas son de un diámetro de 12.7 cm x 3.2 cm de ancho, son de caucho.



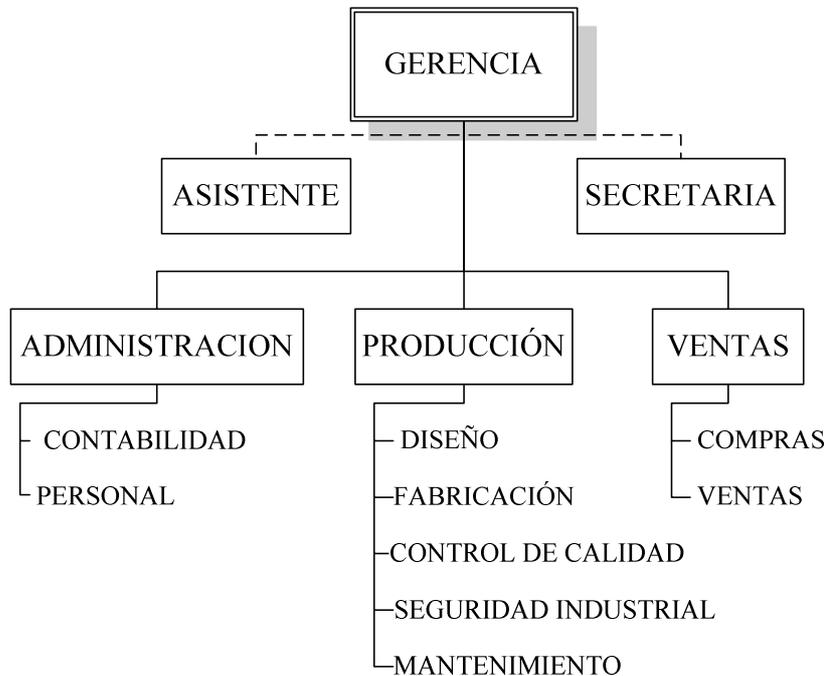
Carretilla: Usada en el traslado dentro de la empresa de las cañas y manijas de madera hacia el secado y posteriormente al angar numero dos.

Transporte Manual: Se realiza dentro de la empresa de varias formas; un obrero con ambas manos traslada cosas pequeñas a distancias pequeñas, dos obreros con la incorporación de recipiente grande, para traslado de una mayor cantidad de objetos a una distancia corta.

CAPITULO IV

PROPUESTA DE REORGANIZACIÓN EN LA FABRICACIÓN DE PALAS Y CARRETILLAS

4.1. Estructura Administrativa



4.2. Estudio del tipo de fabricación

Se diferencian tres tipos de fabricación para un producto; continuo, en serie, bajo pedido.

El tipo de fabricación que actualmente tiene la empresa es en serie, esta se caracteriza por que se fabrican los mismos artículos, pero necesitan montajes, por o que no pueden obtenerse de mayor magnitud por adición de otras.

4.3. Redistribución de los puestos de trabajo propuestos

Todos los puestos de trabajo propuestos se los elaboraron aplicando conocimientos de ergonomía, esto para mejorar la postura, comodidad y eficiencia en ocupación de

espacio físico. Al proponerse puesto de trabajo con diferentes dimensiones a las iniciales, se debe realizar una redistribución de todos los puestos y detallar las medidas de los mismos para comenzar a normalizar los datos de la empresa. Ver puestos de trabajo propuestos en anexo 7.

4.4. Dimensiones de la superficie de trabajo

Nos referimos a la superficie de trabajo solo donde se realizan las palas y carretillas y la detallamos en puestos de trabajo con un área determinada cada uno de ellos tanto la situación actual como la propuesta.

Tabla No. 5: Dimensiones de la superficie de trabajo actuales

| Puesto de trabajo | Dimensiones | | Superficie Necesaria | |
|-------------------|-------------|-----------|-----------------------|-------|
| | Alto (m) | Área (m2) | Operarios y mesas(m2) | Total |
| 1 | 1,7 | 7,8 | 2 | 9,8 |
| 2 | 2,5 | 11,19 | 2 | 13,19 |
| 3 | 2,2 | 11 | 2 | 13 |
| 4 | 2,2 | 7,8 | 2 | 9,8 |
| 5 | 2,2 | 22,58 | 2 | 24,58 |
| 6 | 0,9 | 7,98 | 2 | 9,98 |
| 7 | 2,5 | 7,54 | 2 | 9,54 |
| 8 | 0,6 | 5 | 2 | 7 |
| 9 | 2,2 | 9 | 2 | 11 |
| 10 | 2,2 | 10,56 | 2 | 12,56 |
| 11 | 0,6 | 1,09 | 2 | 3,09 |
| 12 | 0,6 | 1,09 | 2 | 3,09 |
| 13 | 0,6 | 1,09 | 2 | 3,09 |
| 14 | 0,6 | 1,09 | 2 | 3,09 |
| 15 | 0,85 | 5,25 | 2 | 7,25 |
| 16 | 0,5 | 0,4 | 2 | 2,4 |
| 17 | 0,5 | 0,45 | 2 | 2,45 |
| 18 | 0,5 | 0,6 | 2 | 2,6 |
| 19 | 1 | 4,14 | 2 | 6,14 |
| 20 | 0,9 | 1,34 | 2 | 3,34 |
| 21 | 0,85 | 11,83 | 2 | 13,83 |
| 22 | 0,9 | 2 | 2 | 4 |
| 23 | 1,85 | 14,79 | 2 | 16,79 |
| 24 | 2,1 | 12 | 2 | 14 |
| 25 | 1,85 | 9,88 | 2 | 11,88 |
| 26 | 0,8 | 4,56 | 2 | 6,56 |
| 27 | 0,5 | 9,9 | 2 | 11,9 |
| 28 | 2,3 | 15,88 | 2 | 17,88 |
| 29 | 0,6 | 6,16 | 2 | 8,16 |
| 31 | 0,9 | 5,6 | 2 | 7,6 |
| 32 | 0,9 | 8,09 | 2 | 10,09 |
| 33 | 1,9 | 9,8 | 2 | 11,8 |
| 34 | 0,9 | 1,96 | 2 | 3,96 |
| 35 | 0,75 | 5,5 | 2 | 7,5 |

Tabla No. 5: Continuación

| Puesto de trabajo | Dimensiones | | Superficie Necesaria | |
|---------------------------------|-------------|-----------|-----------------------|---------------|
| | Alto (m) | Área (m2) | Operarios y mesas(m2) | Total |
| 36 | 0,75 | 5,1 | 2 | 7,1 |
| 37 | 0,8 | 5,75 | 2 | 7,75 |
| 38 | 0,8 | 8,48 | 2 | 10,48 |
| 39 | 0,9 | 18,88 | 2 | 20,88 |
| 40 | 0,75 | 6,76 | 2 | 8,76 |
| 41 | 1,8 | 7,14 | 2 | 9,14 |
| 42 | 0,9 | 16,12 | 2 | 18,12 |
| 43 | 1,85 | 38,4 | 2 | 40,4 |
| 44 | 1,5 | 24 | 2 | 26 |
| 45 | 1,5 | 17,01 | 2 | 19,01 |
| 46 | 2,5 | 76,78 | 2 | 78,78 |
| 47 | 0,9 | 18 | 2 | 20 |
| 48 | 0,9 | 4,3 | 2 | 6,3 |
| 49 | 0,95 | 18,1 | 2 | 20,1 |
| 50 | 0,95 | 4,03 | 2 | 6,03 |
| 51 | 0,8 | 15 | 2 | 17 |
| 52 | 0,9 | 20,5 | 2 | 22,5 |
| 53 | 1,75 | 8,4 | 2 | 10,4 |
| 54 | 0,9 | 18,9 | 2 | 20,9 |
| AREA TOTAL DE PRODUCCIÓN | | | | 680,75 |

Elaboración: Autores tesis

Tabla No. 6: Dimensiones de la superficie de trabajo propuestas

| Puesto de trabajo | Dimensiones | | Superficie Necesaria | |
|-------------------|-------------|-----------|-----------------------|--------|
| | Alto (m) | Área (m2) | Operarios y mesas(m2) | Total |
| 1 | 1,7 | 7,8 | 2 | 9,8 |
| 2 | 2,5 | 8,445 | 2 | 10,445 |
| 3 | 2,2 | 9 | 2 | 11 |
| 4 | 2,2 | 6,3 | 2 | 8,3 |
| 5 | 2,2 | 7,2 | 2 | 9,2 |
| 6 | 0,9 | 4,64 | 2 | 6,64 |
| 7 | 2,5 | 7,54 | 2 | 9,54 |
| 8 | 0,6 | 5 | 2 | 7 |
| 9 | 2,2 | 9,625 | 2 | 11,625 |
| 10 | 2,2 | 4,9 | 2 | 6,9 |
| 11 | 0,6 | 1,09 | 2 | 3,09 |
| 12 | 0,6 | 1,09 | 2 | 3,09 |
| 13 | 0,6 | 1,09 | 2 | 3,09 |
| 14 | 0,6 | 1,09 | 2 | 3,09 |
| 15 | 0,85 | 1,2 | 2 | 3,2 |
| 16 | 0,5 | 0,4 | 2 | 2,4 |
| 17 | 0,95 | 2,21 | 2 | 4,21 |
| 18 | 0,5 | 0,6 | 2 | 2,6 |
| 19 | 1 | 6,25 | 2 | 8,25 |
| 20 | 0,85 | 2,88 | 2 | 4,88 |
| 21 | 0,85 | 4,66 | 2 | 6,66 |
| 22 | 0,9 | 18,9 | 2 | 20,9 |
| 23 | 1,85 | 6,24 | 2 | 8,24 |
| 24 | 2,1 | 9,9 | 2 | 11,9 |
| 25 | 1,85 | 6,7 | 2 | 8,7 |
| 26 | 0,8 | 2,25 | 2 | 4,25 |

Tabla No. 6: Continuación

| Puesto de trabajo | Dimensiones | | Superficie Necesaria | |
|---------------------------------|-------------|-----------|-----------------------|---------------|
| | Alto (m) | Área (m2) | Operarios y mesas(m2) | Total |
| 27 | 0,5 | 9,9 | 2 | 11,9 |
| 28 | 2,3 | 11,45 | 2 | 13,45 |
| 29 | 0,6 | 6,16 | 2 | 8,16 |
| 30 | 0,6 | 6,16 | 2 | 8,16 |
| 31 | 0,9 | 4,65 | 2 | 6,65 |
| 32 | 0,9 | 5,98 | 2 | 7,98 |
| 33 | 1,9 | 9,8 | 2 | 11,8 |
| 34 | 0,9 | 1,96 | 2 | 3,96 |
| 35 | 0,75 | 7,755 | 2 | 9,755 |
| 36 | 0,8 | 5,75 | 2 | 7,75 |
| 37 | 0,8 | 3,795 | 2 | 5,795 |
| 38 | 0,9 | 18,88 | 2 | 20,88 |
| 39 | 0,75 | 6,76 | 2 | 8,76 |
| 40 | 1,8 | 7,14 | 2 | 9,14 |
| 41 | 0,9 | 5,84 | 2 | 7,84 |
| 42 | 1,85 | 38,4 | 2 | 40,4 |
| 43 | 1,5 | 17,88 | 2 | 19,88 |
| 44 | 1,5 | 8 | 2 | 10 |
| 45 | 2,5 | 76,78 | 2 | 78,78 |
| 46 | 0,9 | 18 | 2 | 20 |
| 47 | 0,9 | 4,3 | 2 | 6,3 |
| 48 | 0,95 | 18,1 | 2 | 20,1 |
| 49 | 0,95 | 4,03 | 2 | 6,03 |
| 50 | 0,8 | 15 | 2 | 17 |
| 51 | 0,9 | 14,8 | 2 | 16,8 |
| 52 | 1,75 | 8,4 | 2 | 10,4 |
| 53 | 0,9 | 18,9 | 2 | 20,9 |
| AREA TOTAL DE PRODUCCIÓN | | | | 597,57 |

Elaboración: Autores tesis

4.5. Condiciones de trabajo propuestas

1.- Ventilación.

El sistema de ventilación actual de la empresa I.M.ESCO se apega a la teoría sobre una buena ventilación en el área de trabajo, motivo por el cual no se realiza propuesta alguna respecto a este factor de la producción.

2.- Calefacción.

Debido a que el trabajo se lo realiza en hangares con techado de eternit; y una altura promedio de 5 y medio metros, la temperatura ambiente oscila entre 17 – 21 °C, por esto la empresa no requiere ninguna adecuación en lo que corresponde a calefacción.

3.- Iluminación

La iluminación con la que se cuenta en los hangares de fabricación, es adecuada para el desempeño de los operarios, por lo que no se necesita adecuación adicional.

4.- Acondicionamiento Cromático

Se propone una nueva capa de pintura de los mismos tonos tanto en paredes como en maquinaria ya que la pintura actual esta deteriorada y ha disminuido la claridad que puede proporcionar.

7.- Ruido y vibraciones

Se propone que se les provea a todos los trabajadores de la empresa de protección para los oídos ya que en la actualidad solo los que trabajan donde ocurre el mayor ruido lo tienen, sin percatarse que el eco que se crea afecta a todos. En cuanto a las vibraciones las maquinas utilizadas no las ocasionan en grandes niveles.

8.- Música en la industria.

Se propone el control de la música con un sistema de audio en los hangares, lugares donde más ruido se ocasiona, ubicando parlantes en lugares específicos para dirigir el sonido de manera proporcional y hacer sonar la música en tiempos requeridos. Este problema es detectado en los hangares, donde hay mas ruido, debido a que los trabajadores suben el volumen al máximo para escuchar y así se crea un ambiente mucho mas ruidoso, con lo propuesto se espera bajar el nivel de ruido.

4.6. Planteamiento de distribuciones parciales

El estudio de distribuciones parciales, se basa en la elaboración de la tabla de doble entrada la cual resume los movimientos que se realizan en la producción de palas ; a continuación se procede a transformar la tabla de doble entrada en una tabla triangular, el mismo procedimiento se realiza para la producción de carretillas; una vez que ya se obtuvieron las dos tablas triangulares se procede a unir las mismas en una sola tabla triangular general, con los respectivos porcentajes de producción (17% palas y 57% carretillas). Ver anexo 8.

4.7. Movimientos en la fabricación de los productos

En la tabla No. 7 se muestran las relaciones de movimientos que existen entre las distintas maquinas utilizadas en el proceso de producción de los dos productos, esto nos permite conocer donde se sitúan el mayor numero de movimientos y conflictos en las maquinas. En base a esto, se puede elaborar el diagrama de proximidad de puestos de trabajo actual, y elaborar una propuesta de mejoramiento. Entre las propuestas que a lo largo del estudio se presentan, están la real (basada en el movimiento de maquinaria) y la teórica (basada en reducción de distancias).

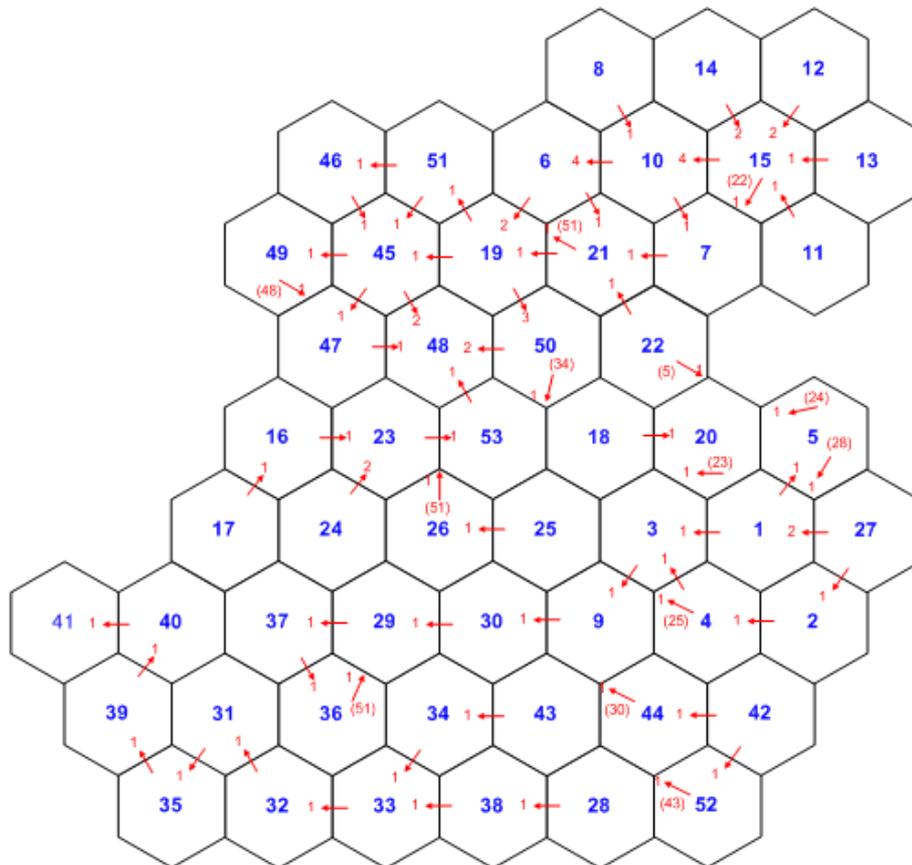
Tabla No. 7: Relaciones de movimientos entre maquinas

| Relaciones | Movimientos | % | Relaciones | Movimientos | % | Relaciones | Movimientos | % |
|------------|-------------|------|------------|-------------|------|--------------|-------------|--------------|
| 15-10 | 4 | 4,88 | 11-15 | 1 | 1,22 | 28-38 | 1 | 1,22 |
| 10-6 | 4 | 4,88 | 13-15 | 1 | 1,22 | 38-33 | 1 | 1,22 |
| 19-50 | 3 | 3,66 | 6-21 | 1 | 1,22 | 30-29 | 1 | 1,22 |
| 24-23 | 2 | 2,44 | 19-45 | 1 | 1,22 | 29-37 | 1 | 1,22 |
| 12-15 | 2 | 2,44 | 17-16 | 1 | 1,22 | 37-36 | 1 | 1,22 |
| 14-15 | 2 | 2,44 | 16-23 | 1 | 1,22 | 36-50 | 1 | 1,22 |
| 6-19 | 2 | 2,44 | 18-20 | 1 | 1,22 | 50-34 | 1 | 1,22 |
| 45-48 | 2 | 2,44 | 15-22 | 1 | 1,22 | 42-44 | 1 | 1,22 |
| 27-1 | 2 | 2,44 | 22-5 | 1 | 1,22 | 42-52 | 1 | 1,22 |
| 50-48 | 2 | 2,44 | 22-21 | 1 | 1,22 | 52-43 | 1 | 1,22 |
| 27-2 | 1 | 1,22 | 21-51 | 1 | 1,22 | 43-34 | 1 | 1,22 |
| 1-3 | 1 | 1,22 | 51-45 | 1 | 1,22 | 44-30 | 1 | 1,22 |
| 23-53 | 1 | 1,22 | 51-46 | 1 | 1,22 | 34-33 | 1 | 1,22 |
| 2-4 | 1 | 1,22 | 46-45 | 1 | 1,22 | 33-32 | 1 | 1,22 |
| 4-25 | 1 | 1,22 | 45-49 | 1 | 1,22 | 32-31 | 1 | 1,22 |
| 25-26 | 1 | 1,22 | 49-48 | 1 | 1,22 | 31-35 | 1 | 1,22 |
| 26-51 | 1 | 1,22 | 45-47 | 1 | 1,22 | 35-39 | 1 | 1,22 |
| 5-24 | 1 | 1,22 | 47-48 | 1 | 1,22 | 39-40 | 1 | 1,22 |
| 8-10 | 1 | 1,22 | 1-5 | 1 | 1,22 | 40-41 | 1 | 1,22 |
| 10-7 | 1 | 1,22 | 5-28 | 1 | 1,22 | 53-48 | 1 | 1,22 |
| 7-21 | 1 | 1,22 | 4-3 | 1 | 1,22 | 20-23 | 1 | 1,22 |
| 21-19 | 1 | 1,22 | 3-9 | 1 | 1,22 | TOTAL | 38 | 46,34 |
| 19-51 | 1 | 1,22 | 9-30 | 1 | 1,22 | | | |

4.8. Diagramas de proximidad

Es la representación grafica de la posición en la que se encuentran las maquinas, con su respectiva numeración, dirección de movimiento y cantidad de movimientos. Se detallan las distintas distribuciones de la planta como son la actual (figura 3), propuesta real (figura 4) y propuesta teórica (figura 5).

Figura No 5
Diagrama de proximidad propuesto teórico



4.9. Ubicación de maquinaria y equipo

No se propone la inmersión de nueva maquinaria y equipo, con la actual es suficiente. La propuesta se realiza en función a la reubicación de la maquinaria y equipo ya existente de acuerdo a nuestro estudio para mejorar el transporte y movimientos dentro del proceso tanto de los materiales como de los trabajadores.

4.9.1. Propuesta de la distribución de la planta

Después de haber realizado el estudio de distribuciones parciales obtuvimos como resultado cambios en las posiciones de puestos de trabajo y por consiguiente unas redistribuciones (propuesta real y propuesta teórica) de toda la planta de producción, estas se pueden ver en el anexo 9.

4.10. Diagramas propuestos

4.10.1. Diagrama de Flujo propuesto

Al tener una mejora en la distribución se ha modificado el proceso al reducir operaciones y así se ha establecido un nuevo Flujograma para palas y carretillas respectivamente. (Ver anexo 10)

4.10.2. Diagramas de Proceso Generales Propuestos.

Con el estudio de movimientos y los cambios realizados en la distribución de la planta, se elaboran los nuevos diagramas de procesos propuestos reales y teóricos detallados, los cuales se observan en el anexos 11, a continuación podemos ver los diagramas de procesos generales propuestos en las figuras 3, 4, 5 y 6.

Figura No 3
Diagrama de proceso general de las palas.

| Método Actual <input type="checkbox"/> | | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | |
|--|---------------|------------------------------------|---|
| Método Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA Palas | | | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | | HOJA Nº1 DE 2 |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO |
| | | | Almacenaje de cucharetas. |
| 13.95 | 0.147 | | Cizallar. |
| 2.05 | 0.075 | | Troquelar. |
| | | | Transportar al angar 2. |
| 3.90 | 0.623 | | Prensado de forma (contorneo y prensado). |
| 1.90 | 0.210 | | Afilar. |
| 13.50 | 0.0524 | | Transportar a la mesa de trabajo. |
| | | | Almacenaje de manija (metal). |
| 20.40 | 0.0427 | | Cortar. |
| 1.8 | 0.776 | | Embutir y remachar. |
| 74.50 | 0.041 | | Transportar al angar 2. |
| | | | Almacenaje de manija (madera). |
| 2.10 | 0.089 | | Cortar. |
| | | | Secar. |
| 3.60 | 0.026 | | Tornear y lijar a medidas. |
| 48.10 | 0.026 | | Transportar al angar 2. |
| 0.30 | 0.132 | | Montaje y soldado de las partes de metal y madera de la manija. |
| 1.60 | 0.466 | | Sodar. |
| 2.60 | 0.832 | | Martillar. |
| 1.80 | 0.178 | | Limpiar. |
| | 0.002 | | Pintar. |
| | | | Secar. |
| 17.90 | 0.049 | | Transportar a montaje. |
| | | | Almacenaje de Cañas. |

Figura No 3. Continuación

| Método Actual | | <input type="checkbox"/> | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|-------------------------------------|------------------------------------|---|-------------|----------|-----------|----|------------|----|------------|---|--------|---|------------|----|---------------------|---|------------------|-------|--------------------|--------|
| Método Propuesto | | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA Palas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | | | HOJA N°2 DE 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.220 | | | Cortar. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.057 | | | Tornear y lijar a medidas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24.00 | 0.002 | | | Secado. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80.00 | 0.001 | | | Transportar al montaje en el angar 2. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.80 | 0.066 | | | Montar la caña a la manija (conjunto1). | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.20 | 0.114 | | | Montar cuchareta al conjunto1. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.00 | 1.014 | | | Taladrar agujeros. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.30 | 0.938 | | | Remachar. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.20 | 0.302 | | | Lijar la caña, limar la cuchareta y posterior limpieza. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.80 | 0.385 | | | Barnizar. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.60 | 0.322 | | | Pintar por sumersión. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.012 | | | Secar y etiquetar. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.60 | 0.261 | | | Embalaje o empaquetado de las palas (6 unidades). | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.90 | 0.025 | | | Transportar a entrega final | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Entrega final. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CANTIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operacion </td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>Transporte </td> <td>61</td> </tr> <tr> <td>Inspeccion </td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Demora </td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Almacenaje </td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>Operación Combinada </td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Tiempo (minutos)</td> <td>9.190</td> </tr> <tr> <td>Distancia (metros)</td> <td>322.80</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | Operacion | 17 | Transporte | 61 | Inspeccion | - | Demora | 4 | Almacenaje | 34 | Operación Combinada | 1 | Tiempo (minutos) | 9.190 | Distancia (metros) | 322.80 |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operacion | 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transporte | 61 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inspeccion | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Demora | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Almacenaje | 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operación Combinada | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiempo (minutos) | 9.190 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Distancia (metros) | 322.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura No 4
Diagrama de proceso general de las carretillas.

| Método Actual <input type="checkbox"/> | | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | |
|--|---------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Método Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA Carretilla | | | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | HOJA N° 1 DE 4 | |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO |
| | | | Almacenaje de Rueda |
| 1 | 0.324 | | Colocar en mesa de remachado. |
| | | | Almacenaje de planchas de tol. |
| 8,55 | 0.0803 | | Cizallar |
| 9,00 | 0.0342 | | Troquelar |
| 2.05 | 0.5262 | | Prensar |
| | 0,060 | | Montar los aros a la rueda de caucho |
| | 0.730 | | Agujerear |
| 0.30 | 0.852 | | Empernar |
| | | | Almacenaje de Bocin |
| 7.40 | 0.801 | | Cortar |
| 0.80 | 0.21 | | Soldar el bocin a los aros |
| | | | Almacenaje de ejes |
| 1.40 | 0.534 | | Cortar |
| 0.75 | 0.182 | | Deformar |
| 1.20 | 0.737 | | Taladrar |
| 0.55 | 0.041 | | Montar sobre la rueda. |
| | | | Almacenaje de Seguros. |
| 26.80 | 0.081 | | Troquelar. |
| 2.65 | 0.629 | | Prensar. |
| 5.10 | 0.194 | | Montar y soldar |
| 6.35 | 0.334 | | Pintar. |
| 31.75 | 2.899 | | Secar. |
| | | | Almacenaje de esqueleto. |

Figura No 4. Continuación

| Método Actual <input type="checkbox"/> | | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | |
|--|------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Método Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA Carretilla | | | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | | HOJA Nº 2 DE 4 |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO |
| 13.30 | 1.075 | | Doblar. |
| 9.05 | 0.721 | | Doblar y perforar. |
| | | | Almacenaje de soportes de la rueda. |
| 1.45 | 0.614 | | Cortar. |
| 0.60 | 2.412 | | Taladrar. |
| 4.40 | 0.402 | | Soldar a esqueleto. |
| 89.55 | 0.856 | | Limpiar |
| 5.95 | 0.375 | | Transportar a pintado. |
| 13.85 | 0.583 | | Pintar. |
| 0.50 | 0.018 | | Transportar a montaje. |
| | | | Almacenaje de sujetador grande. |
| 9.25 | 0.095 | | Cortar. |
| 6.25 | 0.146 | | Doblar. |
| 11.40 | 0.699 | | Taladrar. |
| 47.80 | 0.542 | | Limpiar. |
| 47.15 | 0.001 | | Transportar a pintado. |
| | 0.279 | | Pintar |
| 6.40 | 0.095 | | Transportar a montaje. |
| | | | Almacenaje de sujetador pequeño. |
| 9.00 | 0.093 | | Cortar. |
| 7.00 | 0.140 | | Doblar. |
| 12.35 | 0.687 | | Taladrar. |
| 51.10 | 0.432 | | Limpiar. |
| 0.75 | 0.010 | | Transportar a pintado. |

Figura No 4. Continuación

| Método Actual <input type="checkbox"/> | | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | |
|--|------------------|------------------------------------|--|
| Método Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA Carretilla | | | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | | HOJA N° 3 DE 4 |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO |
| 6.75 | 0.221 | | Pintar |
| 6.50 | 0.108 | | Transportar a montaje. |
| | | | Almacenaje de soportes principales. |
| 9.10 | 0.223 | | Cortar. |
| 7.60 | 0.297 | | Doblar. |
| 4.15 | 1.377 | | Taladrar. |
| 0.50 | 0.015 | | Transportar a soldado. |
| | | | Almacenaje de refuerzo trasero. |
| 7.70 | 0.113 | | Cortar. |
| 7.50 | 0.177 | | Soldar a los soportes principales. |
| 48.70 | 0.556 | | Limpiar. |
| 0.80 | 0.013 | | Transportar a pintado. |
| | 0.224 | | Pintar. |
| 3.60 | 0.0013 | | Transportar a montaje. |
| | 0.812 | | Montar al esqueleto los sujetadores y los soportes (conjunto 1). |
| | | | Almacenaje de bandejas. |
| 7.35 | 1.392 | | Embutir. |
| 3.90 | 0.201 | | Cortar filos. |
| 1.45 | 0.933 | | Prensar filos. |
| 49.95 | 1.164 | | Taladrar. |
| 6.10 | 0.090 | | Transportar a limpieza. |
| | 0.642 | | Limpiar. |
| 35.60 | 0.591 | | Recubrir. |
| 0.80 | 0.013 | | Transportar a pintado. |

Figura No 4. Continuación

| Método Actual | | <input type="checkbox"/> | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | |
|--------------------------|---------------|-------------------------------------|---|--|
| Método Propuesto | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA | | | Carretilla | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | | HOJA Nº 4 DE 4 | |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO | |
| | 0.361 | | Pintar. | |
| 7.05 | 0.0981 | | Transportar a montaje. | |
| | | | Almacenaje de refuerzo delantero. | |
| 8.15 | 0.193 | | Cortar. | |
| 7.55 | 0.294 | | Doblar. | |
| 10.80 | 1.353 | | Taladrar. | |
| 53.80 | 0.439 | | Limpiar | |
| 0.75 | 0.015 | | Transportar a pintado | |
| 2.15 | 0.111 | | Pintar | |
| 7.50 | 0.013 | | Transportar a montaje. | |
| 0.30 | 0.663 | | Montar la bandeja al conjunto 1 (conjunto 2). | |
| 0.30 | 0.352 | | Montar la rueda al conjunto 2. | |
| 9.50 | 0.310 | | Transportar a entrega. | |
| | | | Almacenar en lugar de entrega. | |

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|---------------------|----------|
| Operacion | 56 |
| Transporte | 115 |
| Inspeccion | 1 |
| Demora | 7 |
| Almacenaje | 66 |
| Operación Combinada | 3 |
| Tiempo (minutos) | 32.690 |
| Distancia (metros) | 665.95 |

Figura No 5
Diagrama de proceso teórico general de las palas.

| Método Actual <input type="checkbox"/> | | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | |
|--|---------------|------------------------------------|---|
| Método Teórico Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA Palas | | | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | | HOJA N°1 DE 2 |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO |
| | | | Almacenaje de cucharetas. |
| 13.95 | 0.147 | | Cizallar. |
| 2.05 | 0.075 | | Troquelar. |
| 15.50 | 0.0006 | | Transportar al angar 2. |
| 3.90 | 0.623 | | Prensado de forma (contorneo y prensado). |
| 1.90 | 0.210 | | Afilar. |
| 0.60 | 0.014 | | Transportar a la mesa de trabajo. |
| | | | Almacenaje de manija (metal). |
| 20.40 | 0.0427 | | Cortar. |
| 1.8 | 0.776 | | Embutir y remachar. |
| 3.00 | 0.00008 | | Transportar al angar 2. |
| | | | Almacenaje de manija (madera). |
| 2.10 | 0.089 | | Cortar. |
| | | | Secar. |
| 3.60 | 0.026 | | Tornear y lijar a medidas. |
| 0.80 | 0.019 | | Transportar al angar 2. |
| 0.30 | 0.132 | | Montaje y soldado de las partes de metal y madera de la manija. |
| 1.60 | 0.466 | | Sodar. |
| 2.60 | 0.832 | | Martillar. |
| 1.80 | 0.178 | | Limpiar. |
| | 0.002 | | Pintar. |
| | | | Secar. |
| 0.60 | 0.028 | | Transportar a montaje. |
| | | | Almacenaje de Cañas. |

Figura No 5. Continuación

| Método Actual <input type="checkbox"/> | | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | |
|--|---------------|------------------------------------|---|
| Método Teórico Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA Palas | | | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | | HOJA N°2 DE 2 |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO |
| | 0.220 | | Cortar. |
| | 1.057 | | Tornear y lijar a medidas. |
| 24.00 | 0.002 | | Secado. |
| 0.60 | 0.015 | | Transportar al montaje en el angar 2. |
| 0.80 | 0.066 | | Montar la caña a la manija (conjunto1). |
| 3.20 | 0.114 | | Montar cuchareta al conjunto1. |
| 2.00 | 1.014 | | Taladrar agujeros. |
| 1.30 | 0.938 | | Remachar. |
| 4.20 | 0.302 | | Lijar la caña, limar la cuchareta y posterior limpieza. |
| 2.80 | 0.385 | | Barnizar. |
| 6.60 | 0.322 | | Pintar por sumersión. |
| | 0.012 | | Secar y etiquetar. |
| 5.60 | 0.261 | | Embalaje o empaquetado de las palas (6 unidades). |
| 0.60 | 0.007 | | Transportar a entrega final |
| | | | Entrega final. |

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|---------------------|----------|
| Operacion | 17 |
| Transporte | 61 |
| Inspeccion | - |
| Demora | 4 |
| Almacenaje | 34 |
| Operación Combinada | 1 |
| Tiempo (minutos) | 9.018 |
| Distancia (metros) | 113.35 |

Figura No 6
Diagrama de proceso teórico general de las carretillas.

| Método Actual <input type="checkbox"/> | | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | |
|--|---------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Método Teórico Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA Carretilla | | | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | | HOJA N° 1 DE 4 |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO |
| | | | Almacenaje de Rueda |
| 1 | 0.324 | | Colocar en mesa de remachado. |
| | | | Almacenaje de planchas de tol. |
| 8.55 | 0.0803 | | Cizallar |
| 9.00 | 0.0342 | | Troquelar |
| 2.05 | 0.5262 | | Prensar |
| | 0.060 | | Montar los aros a la rueda de caucho |
| | 0.730 | | Agujerear |
| 0.30 | 0.852 | | Empernar |
| | | | Almacenaje de Bocin |
| 7.40 | 0.801 | | Cortar |
| 0.80 | 0.21 | | Soldar el bocin a los aros |
| | | | Almacenaje de ejes |
| 1.40 | 0.534 | | Cortar |
| 0.75 | 0.182 | | Deformar |
| 1.20 | 0.737 | | Taladrar |
| 0.55 | 0.041 | | Montar sobre la rueda. |
| | | | Almacenaje de Seguros. |
| 26.80 | 0.081 | | Troquelar. |
| 2.65 | 0.629 | | Prensar. |
| 5.10 | 0.194 | | Montar y soldar |
| 6.35 | 0.334 | | Pintar. |
| 31.75 | 2.899 | | Secar. |
| | | | Almacenaje de esqueleto. |

Figura No 6. Continuación

| Método Actual <input type="checkbox"/> | | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | |
|--|---------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Método Teórico Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA Carretilla | | | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | | HOJA N° 2 DE 4 |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO |
| 13.30 | 1.075 | | Doblar. |
| 9.05 | 0.721 | | Doblar y perforar. |
| | | | Almacenaje de soportes de la rueda. |
| 1.45 | 0.614 | | Cortar. |
| 0.60 | 2.412 | | Taladrar. |
| 4.40 | 0.402 | | Soldar a esqueleto. |
| 89.55 | 0.856 | | Limpiar |
| 4.00 | 0.143 | | Transportar a pintado. |
| 13.85 | 0.583 | | Pintar. |
| 0.50 | 0.018 | | Transportar a montaje. |
| | | | Almacenaje de sujetador grande. |
| 9.25 | 0.095 | | Cortar. |
| 6.25 | 0.146 | | Doblar. |
| 11.40 | 0.699 | | Taladrar. |
| 47.80 | 0.542 | | Limpiar. |
| 0.75 | 0.0001 | | Transportar a pintado. |
| | 0.279 | | Pintar |
| 6.40 | 0.095 | | Transportar a montaje. |
| | | | Almacenaje de sujetador pequeño. |
| 9.00 | 0.093 | | Cortar. |
| 7.00 | 0.140 | | Doblar. |
| 12.35 | 0.687 | | Taladrar. |
| 51.10 | 0.432 | | Limpiar. |
| 0.75 | 0.010 | | Transportar a pintado. |

Figura No 6. Continuación

| Método Actual <input type="checkbox"/> | | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | |
|--|---------------|------------------------------------|---|
| Método Teórico Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA Carretilla | | | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | | HOJA N° 3 DE 4 |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO |
| 6.75 | 0.221 | | Pintar |
| 0.50 | 0.025 | | Transportar a montaje. |
| | | | Almacenaje de soportes principales. |
| 9.10 | 0.223 | | Cortar. |
| 7.60 | 0.297 | | Doblar. |
| 4.15 | 1.377 | | Taladrar. |
| 0.50 | 0.007 | | Transportar a soldado. |
| | | | Almacenaje de refuerzo trasero. |
| 0.80 | 0.013 | | Cortar. |
| 7.50 | 0.177 | | Soldar a los soportes principales. |
| 48.70 | 0.556 | | Limpiar. |
| 0.80 | 0.013 | | Transportar a pintado. |
| | 0.224 | | Pintar. |
| 0.50 | 0.001 | | Transportar a montaje. |
| | 0.812 | | Montar al esqueleto los sujetadores y los soportes (conjunto1). |
| | | | Almacenaje de bandejas. |
| 7.35 | 1.392 | | Embutir. |
| 3.90 | 0.201 | | Cortar filos. |
| 1.45 | 0.933 | | Prensar filos. |
| 49.95 | 1.164 | | Taladrar. |
| 0.60 | 0.008 | | Transportar a limpieza. |
| | 0.642 | | Limpiar. |
| 35.60 | 0.591 | | Recubrir. |
| 0.80 | 0.013 | | Transportar a pintado. |

Figura No 6. Continuación

| Método Actual <input type="checkbox"/> | | DIAGRAMA GENERAL DE PROCESO | |
|--|---------------|------------------------------------|---|
| Método Teórico Propuesto <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| SUJETO DEL DIAGRAMA Carretilla | | | |
| DEPARTAMENTO: Producción | | | HOJA N° 4 DE 4 |
| Distancia (m) | Tiempo (min.) | SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO |
| | 0.361 | | Pintar. |
| 0.50 | 0.007 | | Transportar a montaje. |
| | | | Almacenaje de refuerzo delantero. |
| 8.15 | 0.193 | | Cortar. |
| 7.55 | 0.294 | | Doblar. |
| 10.80 | 1.353 | | Taladrar. |
| 53.80 | 0.439 | | Limpiar |
| 0.75 | 0.015 | | Transportar a pintado |
| 2.15 | 0.111 | | Pintar |
| 0.50 | 0.011 | | Transportar a montaje. |
| 0.30 | 0.663 | | Montar la bandeja al conjunto 1 (conjunto 2). |
| 0.30 | 0.352 | | Montar la rueda al conjunto 2. |
| 6.00 | 0.195 | | Transportar a entrega. |
| | | | Almacenar en lugar de entrega. |

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
|---------------------|----------|
| Operacion | 56 |
| Transporte | 115 |
| Inspeccion | 1 |
| Demora | 7 |
| Almacenaje | 66 |
| Operación Combinada | 3 |
| Tiempo (minutos) | 29.739 |
| Distancia (metros) | 335.15 |

4.10.3. Diagramas de recorrido generales.

En base a lo diagramas actuales, se elabora la propuesta de nuevos diagramas con la optimización de tiempos y distancias de maquinarias y trabajadores dentro de la empresa. Los diagramas propuestos constan en el anexo 12.

4.11. Análisis de tiempos

El análisis de tiempos para nuestra situación propuesta se la realiza mediante una reducción de los tiempos actuales debido a la reducción de distancias recorridas o disminución de operaciones. Se ha realizado una relación entre distancia y tiempo para obtener el valor de los nuevos tiempos, según los tiempos reales. (Ver anexo 13)

Los resultados obtenidos como tiempos tipo propuestos reales y teóricos se detallan en las tablas 8, 9, 10 y 11 a continuación:

Tabla No. 8: Tiempos propuestos reales de producción de palas

| Nombre del producto: Pala | |
|--|------------------------|
| Departamento: Producción de palas | |
| Operaciones | Tiempo Promedio |
| 1) Cuchareta | 1,049 |
| 2) Manija de metal | 1,189 |
| 3) Manija de madera | 0,801 |
| 4) Manija construida | 1,619 |
| 5) Caña | 1,322 |
| 6) Montaje Pala | 3,210 |
| Tiempo Tipo | 9,19 |

Elaboración: Autores tesis

Tabla No. 9: Tiempos propuestos reales de producción de carretillas

| Nombre del producto: Carretilla | |
|--|------------------------|
| Departamento: Producción de carretillas | |
| Operaciones | Tiempo Promedio |
| 1) Rueda | 0,319 |
| 2) Aros | 2,320 |
| 3) Bocín | 0,986 |
| 4) Eje | 1,483 |
| 5) Seguros | 0,844 |
| 6) Rueda construida | 3,217 |
| 7) Esqueleto | 1,174 |
| 8) Sujetador grande | 1,822 |
| 9) Esqueleto Armado | 2,030 |
| 10) Sujetador pequeño | 1,666 |
| 11) Soportes Principales | 1,972 |
| 12) Refuerzo Trasero | 0,109 |
| 13) Soportes Armados | 0,963 |
| 14) Bandeja | 5,300 |
| 15) Bandeja y Conjunto 1 | 1,272 |
| 16) Conjunto 2 | 1,325 |
| 17) Refuerzos Delanteros | 2,483 |
| 18) Soportes de la rueda | 2,716 |
| Tiempo Tipo | 32,001 |

Elaboración: Autores tesis

Tabla No. 10: Tiempos propuestos teóricos de producción de palas

| Nombre del producto: Pala | |
|--|------------------------|
| Departamento: Producción de palas | |
| Operaciones | Tiempo Promedio |
| 1) Cuchareta | 1,029 |
| 2) Manija de metal | 1,043 |
| 3) Manija de madera | 0,793 |
| 4) Manija construida | 1,618 |
| 5) Caña | 1,270 |
| 6) Montaje Pala | 3,265 |
| Tiempo Tipo | 9,018 |

Elaboración: Autores tesis

Tabla No. 11: Tiempos propuestos teóricos de producción de carretillas

| Nombre del producto: Carretilla | |
|--|------------------------|
| Departamento: Producción de carretillas | |
| Operaciones | Tiempo Promedio |
| 1) Rueda | 0,194 |
| 2) Aros | 2,298 |
| 3) Bocín | 0,985 |
| 4) Eje | 1,754 |
| 5) Seguros | 0,801 |
| 6) Rueda construida | 2,308 |
| 7) Esqueleto | 1,213 |
| 8) Sujetador grande | 1,873 |
| 9) Esqueleto Armado | 1,581 |
| 10) Sujetador pequeño | 1,785 |
| 11) Soportes Principales | 1,976 |
| 12) Refuerzo Trasero | 0,108 |
| 13) Soportes Armados | 0,873 |
| 14) Bandeja | 4,630 |
| 15) Bandeja y Conjunto 1 | 1,267 |
| 16) Conjunto 2 | 1,210 |
| 17) Refuerzos Delanteros | 2,289 |
| 18) Soportes de la rueda | 2,594 |
| Tiempo Tipo | 29,739 |

Elaboración: Autores tesis

4.12. Sistema de transportación propuesto

Se propone la adquisición de plataformas móviles de distintas capacidades y formas, esto con la finalidad de evitar el transporte manual de los materiales que se realiza en la actualidad.

Además se propone la adquisición de un montacargas para el transporte más pesado que se realiza dentro de la empresa, esto con la finalidad de optimizar el tiempo de transportación y energía de los operarios que en la actualidad realizan esta actividad.

CAPITULO V

ANÁLISIS DE COSTOS

En este capítulo se exponen los costos de producción actual de la empresa y se realiza un análisis de la reducción de estos gracias a la optimización de tiempos propuesta.

5.1. Costos de producción actual

En las tablas 12, 13, 14 y 15 se pueden observar los costos de las palas que actualmente se maneja en la fabrica y en las tablas 16, 17, 18 y 19 se pueden observar los costos de las carretillas. Además se realiza el cálculo del costo unitario, mensual y anual para cada uno de los productos.

Tabla No. 12: Costo unitario de materia prima para palas

| Descripción | Unidad | | | |
|--|---------------|----------|---------|----------------|
| | Unidad Medida | Cantidad | Costo | Costo Unitario |
| PL 1220X2440X2MM 3/32 L/C | KILOS | 1,9474 | 0,7856 | 1,5299 |
| MADERA CADA CABO | UNIDAD | 1,0000 | 0,3300 | 0,3300 |
| CAVOS DE 1 1/2" | LIBRAS | 0,0083 | 0,8500 | 0,0071 |
| PINTURA LIQUIDA ATOMIX VERDE S/M | LITRO | 0,0200 | 2,9300 | 0,0586 |
| GASOLINA | GALON | 0,0033 | 1,3000 | 0,0043 |
| ESMALTE ATOMIX ROJO CHINO | LITRO | 0,0200 | 2,3700 | 0,0474 |
| WAPE | LIBRAS | 0,0029 | 0,7700 | 0,0022 |
| TIÑER LACA | LITRO | 0,0166 | 0,7792 | 0,0129 |
| ALAMBRE AGA ER70-S6 MIG 0.8MM | KILOS | 0,0050 | 1,3400 | 0,0067 |
| ETIQUETAS DISENSA | UNIDAD | 1,0000 | 0,0115 | 0,0115 |
| CINTA ZUNCHO AMARILLA PARA EMPACAR KIVI | UNIDAD | 0,0002 | 14,2767 | 0,0029 |
| GRAPA ZUNCHO COLORES 5/8" REFOR C/1000UNID | UNIDAD | 0,3333 | 0,0117 | 0,0039 |
| REMACHE 5/32 * 40MM | KILOS | 0,0045 | 3,0300 | 0,0136 |
| REMACHE 5/32 * 37MM | KILOS | 0,0045 | 3,0300 | 0,0136 |
| REMACHE 5/32 * 41MM | KILOS | 0,0045 | 3,0300 | 0,0136 |
| TOTAL | | | | 2,06 |

Fuente: Registros IMESCO

Elaboración: Autores tesis

Tabla No. 13: Costo mano de obra directa para palas

| Descripción | Sueldo Mensual | Costo Hora | Tiempo trabajo | Costo Unitario |
|------------------|----------------|------------|----------------|----------------|
| CUCHARA | 240,50 | 1,5031 | 0,0181 | 0,0272 |
| MANILLA METALICA | 240,50 | 1,5031 | 0,0187 | 0,0281 |
| MANILLA MADERA | 240,50 | 1,5031 | 0,0133 | 0,0200 |
| MANILLA MONTAJE | 240,50 | 1,5031 | 0,0277 | 0,0417 |
| CAÑA | 240,50 | 1,5031 | 0,0221 | 0,0332 |
| ENSAMBLE PALA | 240,50 | 1,5031 | 0,0573 | 0,0861 |
| TOTAL | | | | 0,24 |

Fuente: Registros IMESCO

Elaboración: Autores tesis

Tabla No 14: Costo mano de obra indirecta para palas

| Descripción | Sueldo Mensual | %Distrib. | Unidades produ. | Costo Unitario |
|--------------|----------------|-----------|-----------------|----------------|
| GERENTE | 1000,00 | 0,17 | 2400 | 0,0708 |
| SECRETARIA | 150,00 | 0,17 | 2400 | 0,0106 |
| ASISTENTE | 250,00 | 0,17 | 2400 | 0,0177 |
| CONTADOR | 270,00 | 0,17 | 2400 | 0,0191 |
| BODEGERO | 303,13 | 0,17 | 2400 | 0,0215 |
| TOTAL | | | | 0,14 |

Fuente: Registros IMESCO

Elaboración: Autores tesis

Tabla No. 15: Costo generales de fabricación para palas

| Descripción | Costo Mensual | %Distrib. | Unidades produ. | Costo Unitario |
|--------------------------------|---------------|-----------|-----------------|----------------|
| UTILIZACION DE PLANTA Y EQUIPO | 2000,00 | 0,17 | 2400 | 0,1417 |
| SERVICIOS BASICOS | 779,50 | 0,17 | 2400 | 0,0552 |
| ALIMENTACION | 0,00 | 0,17 | 2400 | 0,0000 |
| DIOXIDO DE CARBONO CO2 | 212,80 | 0,17 | 2400 | 0,0151 |
| TOTAL | | | | 0,21 |

Fuente: Registros IMESCO

Elaboración: Autores tesis

$$\text{Costo total unitario} = \text{m.p} + \text{m.o.d} + \text{m.o.ind} + \text{gast.gral.fabric} \quad (13)$$

$$\text{Costo total unitario} = \mathbf{2,65}$$

Para obtener el costo de producción anual de los todos los productos, primero debemos multiplicar el costo unitario por las unidades producidas al mes:

$$\text{Costo de producción mensual} = \$ 2,65 \times 2400 \text{ unid.} \rightarrow \$ 6360 \quad (14)$$

Segundo debemos multiplicar el resultado anterior por 12 meses:

$$\text{Costo de producción total anual de palas} = \$ 6360 \times 12 \text{ meses} = \$ 76320 \quad (15)$$

Tabla No. 16: Costo materia prima para carretillas

| Descripción | Unidad | | | |
|---|---------------|----------|--------|----------------|
| | Unidad Medida | Cantidad | Costo | Costo Unitario |
| PL 0,90 MM L/F (PLATO) | KILOS | 10,715 | 0,8413 | 9,0145 |
| PP HIBRIDO TEXT. ROJO ROL 3000 (POLVO) | KILOS | 0,1250 | 5,1900 | 0,6488 |
| ESMALTE ATOMIX ROJO CHINO | LITRO | 0,0513 | 2,3700 | 0,1216 |
| DESOXIDANTE | LITRO | 0,0250 | 1,2500 | 0,0313 |
| TIÑER LACA PATA Y DISCO | LITRO | 0,0456 | 3,2345 | 0,1475 |
| WAIPE | LIBRA | 0,0017 | 0,7700 | 0,0013 |
| PLANCHA 4X8 PAQUETE 3mm (1/8") | KILOS | 0,2504 | 0,8036 | 0,2012 |
| C-13 E ELECTRODOS 60-11 DE 1/8 3.25 MM MG | KILOS | 0,0126 | 2,2100 | 0,0278 |
| TUBO RED. 1 1/4 X 1.5MM X 3 | METROS | 3,0000 | 1,2167 | 3,6501 |
| PL 1220X2440X2MM 3/32 L/C (PATA) | KILOS | 1,3747 | 0,7856 | 1,0800 |
| PL 0,90 MM L/F (DISCO RUEDA) | KILOS | 1,1906 | 0,8413 | 1,0017 |
| TUBO 3 1/4 * 3MM | METROS | 0,0833 | 1,0867 | 0,0905 |
| TUBO 1/2 * 3MM | METROS | 0,2500 | 2,1500 | 0,5375 |
| PL 1220X2440X2MM 3/32 L/C (TEMPLADOR) | KILOS | 0,2597 | 0,7856 | 0,2040 |
| CAUCHO | KILOS | 2,7300 | 0,0300 | 0,0819 |
| FUNDA | UNIDAD | 1,0000 | 0,0030 | 0,0030 |
| GAS | KILOS | 0,0046 | 1,6100 | 0,0074 |
| PERNOS Y TUERCAS E 5/16 X 1(4)-1 1/2(2)- 2 1/2(2) | LIBRAS | 0,8900 | 0,3333 | 0,2966 |
| PLANCHA 4X8 PAQUETE 3mm (1/8") (REFUERZO) | KILOS | 0,3505 | 0,8036 | 0,2817 |
| PINTURA DISCO AMARILLA CATERPILAR | LIBRA | 0,0147 | 2,3700 | 0,0348 |
| ALAMBRE AGA ER70-S6 MIG 0.8MM | UNIDAD | 1,0000 | 0,0100 | 0,0100 |
| PINTURA DURATEX NEGRO LLANTA | LITRO | 0,0222 | 1,8800 | 0,0417 |
| PERNOS Y TUERCAS 1/4 * 1/2 PARA RUEDA | LIBRA | 0,1111 | 0,8000 | 0,0889 |
| GASOLINA (LLANTA) | GALON | 0,0033 | 1,3000 | 0,0043 |
| TOTAL | | | | 17,61 |

Fuente: Registros IMESCO

Elaboración: Autores tesis

Tabla No. 17: Costo mano de obra directa para carretillas

| Descripción | Sueldo Mensual | Costo Hora | Tiempo trabajo | Costo Unitario |
|--------------|----------------|------------|----------------|----------------|
| OBRERO 7 | 216,24 | 1,3515 | 0,0918 | 0,1240 |
| OBRERO 8 | 216,24 | 1,3515 | 0,1074 | 0,1452 |
| OBRERO 9 | 216,24 | 1,3515 | 0,1100 | 0,1487 |
| OBRERO 10 | 216,24 | 1,3515 | 0,1552 | 0,2098 |
| OBRERO 11 | 216,24 | 1,3515 | 0,0439 | 0,0594 |
| OBRERO 12 | 216,24 | 1,3515 | 0,0433 | 0,0585 |
| TOTAL | | | | 0,75 |

Fuente: Registros IMESCO

Elaboración: Autores tesis

Tabla No 18: Costo mano de obra indirecta para carretillas

| Descripción | Sueldo Mensual | %Distrib. | Unidades produ. | Costo Unitario |
|--------------|----------------|-----------|-----------------|----------------|
| GERENTE | 1000,00 | 0,57 | 1200 | 0,4750 |
| SECRETARIA | 150,00 | 0,57 | 1200 | 0,0713 |
| ASISTENTE | 250,00 | 0,57 | 1200 | 0,1188 |
| CONTADOR | 270,00 | 0,57 | 1200 | 0,1283 |
| BODEGERO | 303,13 | 0,57 | 1200 | 0,1440 |
| TOTAL | | | | 0,94 |

Fuente: Registros IMESCO

Elaboración: Autores tesis

Tabla No 19: Costo general de fabricación para carretillas

| Descripción | Costo Mensual | %Distrib. | Unidades produ. | Costo Unitario |
|--------------------------------|---------------|-----------|-----------------|----------------|
| UTILIZACION DE PLANTA Y EQUIPO | 2000,00 | 0,57 | 1200 | 0,9500 |
| SERVICIOS BASICOS | 779,50 | 0,57 | 1200 | 0,3703 |
| ALIMENTACION | | 0,57 | 1200 | 0,0005 |
| DIOXIDO DE CARBONO CO2 | 212,80 | 0,57 | 1200 | 0,1011 |
| TOTAL | | | | 1,42 |

Fuente: Registros IMESCO

Elaboración: Autores tesis

Costo total unitario = **20,72**

Costo de producción mensual = \$ 20,72 x 1200 unid. → \$ 24864

Costo de producción total anual de carretillas = \$24864 x 12 meses = \$ 298368

5.2. Elementos de costos propuestos

En nuestra propuesta real y teórica, los elementos de costo que varían van a ser los de mano de obra directa, mientras que los demás se van a mantener con los mismos valores que como referencia los tenemos en las tablas No 12, 14, 15, 16, 18 y 19. La propuesta real realizada para los costos de mano de obra directa de producción de palas y carretillas consta en las tablas 20 y 21 respectivamente.

Tabla No. 20: Costo propuesto real de mano de obra directa para palas

| Descripción | Sueldo Mensual | Costo Hora | Tiempo trabajo | Costo Unitario |
|------------------|----------------|------------|----------------|----------------|
| CUCHARA | 240,50 | 1,5031 | 0,0175 | 0,0263 |
| MANILLA METALICA | 240,50 | 1,5031 | 0,0198 | 0,0298 |
| MANILLA MADERA | 240,50 | 1,5031 | 0,0134 | 0,0201 |
| MANILLA MONTAJE | 240,50 | 1,5031 | 0,0270 | 0,0406 |
| CAÑA | 240,50 | 1,5031 | 0,0220 | 0,0331 |
| ENSAMBLE PALA | 240,50 | 1,5031 | 0,0535 | 0,0804 |
| TOTAL | | | | 0,23 |

Elaboración: Autores tesis

Costo total unitario propuesto real = **2,64**

Costo de producción mensual = \$ 2,6 x 2400 unid. → \$ 6336

Costo de producción anual propuesto real de palas= \$ 6336 x 12 meses= \$ 76032

Tabla No. 21: Costo propuesto real de mano de obra directa para carretillas

| Descripción | Sueldo Mensual | Costo Hora | Tiempo trabajo | Costo Unitario |
|--------------|----------------|------------|----------------|----------------|
| OBRERO 7 | 216,24 | 1,3515 | 0,0883 | 0,1194 |
| OBRERO 8 | 216,24 | 1,3515 | 0,0987 | 0,1333 |
| OBRERO 9 | 216,24 | 1,3515 | 0,1071 | 0,1447 |
| OBRERO 10 | 216,24 | 1,3515 | 0,1528 | 0,2065 |
| OBRERO 11 | 216,24 | 1,3515 | 0,0432 | 0,0584 |
| OBRERO 12 | 216,24 | 1,3515 | 0,0433 | 0,0585 |
| TOTAL | | | | 0,72 |

Elaboración: Autores tesis

Costo total unitario propuesto real = **20,69**

Costo de producción mensual = \$ 20,69 x 1200 unid. → \$ 24828

Costo de producción total anual propuesto de carretillas= \$24828 x 12 = \$ 297936

5.3. Elementos de costos propuestos teóricos

La propuesta teórica realizada para los costos de mano de obra directa de producción de palas y carretillas consta en las tablas 22 y 23 respectivamente.

Tabla No. 22: Costo propuesto teórico de mano de obra directa para palas

| Descripción | Sueldo Mensual | Costo Hora | Tiempo trabajo | Costo Unitario |
|------------------|----------------|------------|----------------|----------------|
| CUCHARA | 240,50 | 1,5031 | 0,0172 | 0,0258 |
| MANILLA METALICA | 240,50 | 1,5031 | 0,0174 | 0,0261 |
| MANILLA MADERA | 240,50 | 1,5031 | 0,0132 | 0,0199 |
| MANILLA MONTAJE | 240,50 | 1,5031 | 0,0270 | 0,0405 |
| CAÑA | 240,50 | 1,5031 | 0,0212 | 0,0318 |
| ENSAMBLE PALA | 240,50 | 1,5031 | 0,0546 | 0,0820 |
| TOTAL | | | | 0,23 |

Elaboración: Autores tesis

Costo total unitario propuesto real = **2,64**

Costo de producción mensual = \$ 2,64 x 2400 unid. → \$ 6336

Costo de producción total anual teórico de palas= \$6336 x 12 = \$ 76032

Tabla No. 23: Costo propuesto teórico de mano de obra directa para carretillas

| Descripción | Sueldo Mensual | Costo Hora | Tiempo trabajo | Costo Unitario |
|--------------|----------------|------------|----------------|----------------|
| OBRERO 7 | 216,24 | 1,3515 | 0,0772 | 0,1043 |
| OBRERO 8 | 216,24 | 1,3515 | 0,0898 | 0,1214 |
| OBRERO 9 | 216,24 | 1,3515 | 0,1085 | 0,1466 |
| OBRERO 10 | 216,24 | 1,3515 | 0,1390 | 0,1879 |
| OBRERO 11 | 216,24 | 1,3515 | 0,0400 | 0,0540 |
| OBRERO 12 | 216,24 | 1,3515 | 0,0413 | 0,0558 |
| TOTAL | | | | 0,67 |

Elaboración: Autores tesis

Costo total unitario propuesto real = **20,64**

Costo de producción mensual = \$ 20,64 x 1200 unid. → \$ 24768

Costo de producción total anual teórico de carretillas= \$24768 x 12 = \$ 297216

5.4. Análisis comparativo de la producción actual vs la producción propuesta

El análisis comparativo se lo aplica a los tiempos de producción, esto se lo realiza tanto para comparar el actual vs la propuesta real como el actual vs la propuesta teórica.

Para plasmar nuestros resultados en una mejora de la producción, debemos obtener más utilidades, por medio de más productos elaborados en el mismo tiempo que nos propongamos y también por medio de un porcentaje mostrar el alza de la producción.

5.4.1. Situación actual vs. propuesta de la producción de palas

A continuación se realiza un análisis comparativo del tiempo de la producción y las unidades producidas de las palas en la empresa, con la finalidad de confirmar la efectividad de la propuesta real de optimización elaborada.

$$\text{Diferencia en tiempo:} \quad (\text{actual}) - (\text{propuesto}) \quad (15)$$

$$\text{Diferencia en tiempo:} \quad (9,43 \text{ min.}) - (9,19 \text{ min.})$$

$$\text{Diferencia en tiempo:} \quad 0,24 \text{ min.}$$

Producción propuesta de palas

Por la diferencia de tiempo obtenida se propone una producción mayor a la actual y esta se obtiene de la siguiente manera.

Se divide el tiempo propuesto para la diferencia de tiempo y así se obtiene a cuantas unidades producidas (#unidades) se va a poder producir una mas.

$$\#unidades = \left(\frac{\text{tiempopropuesto}}{\text{diferencia det iempo}} \right) \quad (16)$$

$$\#unidades = \left(\frac{9,19}{0,24} \right)$$

$$\#unidades = 38,29 \cong 39$$

Por cada 39 palas producidas se obtendrá 1 mas, esto aumenta las unidades producidas en:

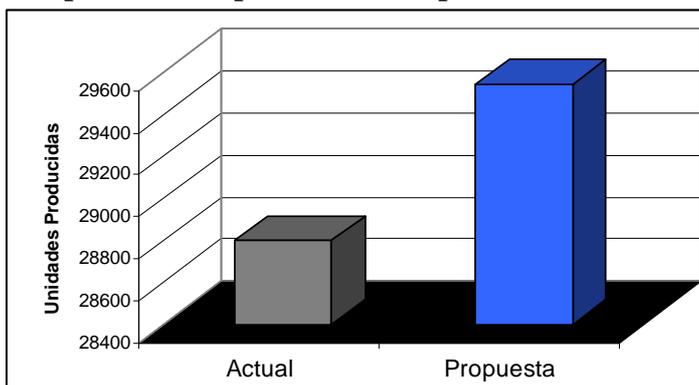
$$\#unidades_aumentadas = \left(\frac{unidades\ producidos}{\#unidades} \right) \quad (17)$$

$$\#unidades_aumentadas = \left(\frac{2400}{39} \right)$$

$$\#unidades_aumentadas = 61,54 \cong 62$$

La nueva producción de palas será de 2462 unidades mensuales y 29544 unidades anuales, esto representa en la producción el 2,58% de aumento. Esto se puede observar en el gráfico No. 1.

Gráfico No. 1
Comparación de producción de palas en un año de aplicación



Por lo tanto las utilidades en palas mejorarían, como se muestra en el siguiente cálculo y grafico No 2:

CPTA = Costo de producción total anual

$$\text{Unidades producidas anual} = 2400 \text{ Unid. Mes} \times 12 \text{ meses} = 28800 \text{ unid.} \quad (16)$$

$$\text{Utilidad} = (\text{CPTA}) - (\text{Unidades producidas anual} \times \text{precio de venta}) \quad (17)$$

$$\text{Utilidad} = (\$76320) - (28800 \times \$4) = \$76320 - \$115200$$

Utilidad Actual = \$ 38880

$$\text{Unidades producidas anual propuesta} = 2462 \text{ Unid. Mes} \times 12 \text{ meses} = 29544 \text{ unid.}$$

Utilidad = (CPTA) - (Unidades producidas anual x precio de venta)

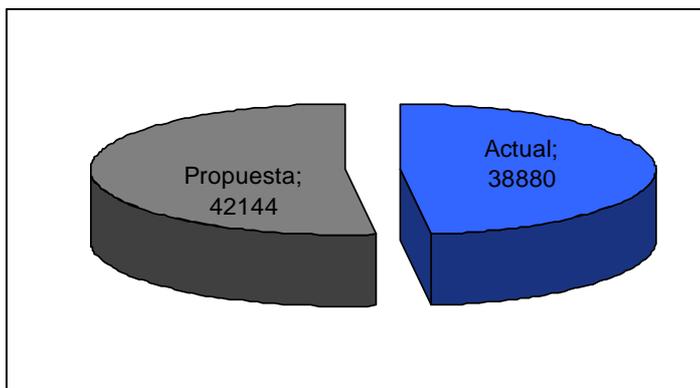
Utilidad = (\$76032) - (29544 x \$ 4) = \$76032 - \$ 118176

Utilidad Propuesta = \$ 42144

Diferencia de Utilidad a favor de la empresa: \$ 3264

Gráfico No. 2

Comparación de utilidades en palas en un año de aplicación



5.4.2. Situación actual vs. propuesta de la producción de carretillas

A continuación se realiza un análisis comparativo del tiempo de la producción y las unidades producidas de las carretillas en la empresa, con la finalidad de confirmar la efectividad de la propuesta real de optimización elaborada.

Diferencia en tiempo: (actual) – (propuesto)

Diferencia en tiempo: (33,096 min.) – (32,001 min.)

Diferencia en tiempo: **1,095 min.**

Producción propuesta de carretillas

Por la diferencia de tiempo obtenida se propone una producción mayor a la actual y esta se obtiene de la siguiente manera.

Se divide el tiempo propuesto para la diferencia de tiempo y así se obtiene por cuantas unidades producidas se va a poder producir una mas.

$$\# \text{unidades} = \left(\frac{32,001}{1,095} \right)$$

$$\# \text{de unidades} = 29,23 \cong 29$$

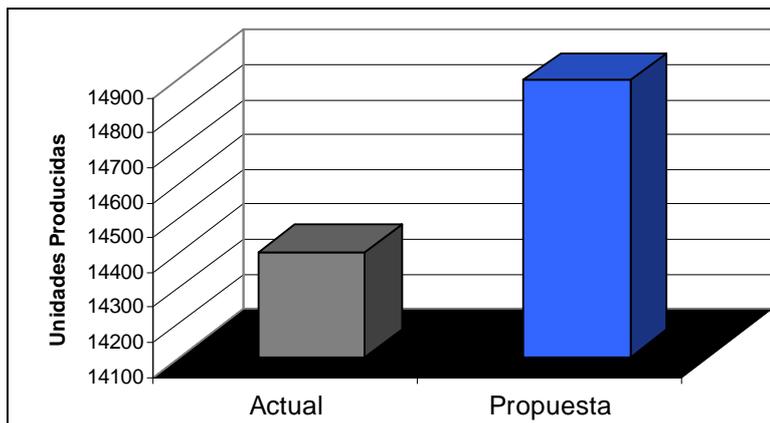
Cada 29 carretillas producidas se obtendrá 1 mas, esto aumenta las unidades producidas en:

$$\# \text{unidades} _ \text{aumentadas} = \left(\frac{1200}{29} \right)$$

$$\# \text{unidades} _ \text{aumentadas} = 41,38 \cong 41$$

La nueva producción de carretillas será de 1241 unidades producidas al mes y al año serán de 14892, esto es una mejora en la producción del 3,42%.

Gráfico No. 3
Comparación de producción de carretillas en un año de aplicación



Por lo tanto las utilidades en carretillas mejorarían, como se muestra en el siguiente cálculo y en el gráfico No. 4:

CPTA = Costo de producción total anual

Unidades producidas anual = 1200 Unid. Mes x 12 meses = 14400 unid.

Utilidad = (CPTA) - (Unidades producidas anual x precio de venta)

Utilidad = (\$298368) - (14400 x \$ 25) = \$298368- \$ 360000

Utilidad Actual = \$ 61632

Unidades producidas anual propuesta = 1241 Unid. Mes x 12 meses = 14892 unid.

Utilidad = (CPTA) - (Unidades producidas anual x precio de venta)

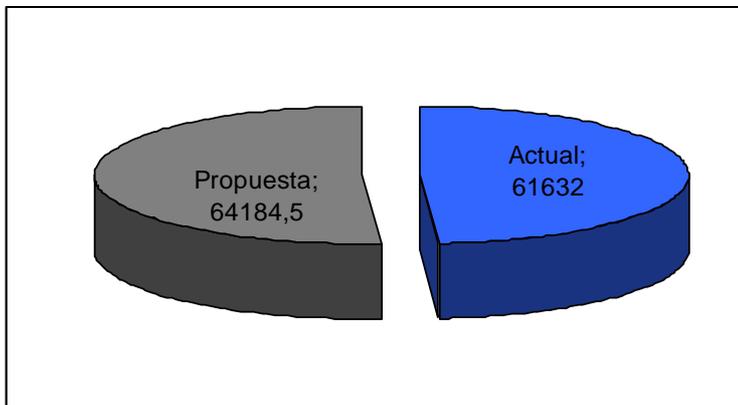
Utilidad = (\$ 308115,48) - (14892 x \$ 25) = \$ 308115,48 - \$ 372300

Utilidad Propuesta = \$ 64184,52

Diferencia de Utilidad a favor de la empresa = \$ 61632 - \$ 64184,52 = \$ 2552,52

Gráfico No. 4

Comparación de utilidades en carretillas en un año de aplicación



Si realizamos la unificación del aumento en la producción vamos a tener una mejora en toda la producción de la empresa del 15,55% que en utilidades es igual a \$ 45240

5.4.3. Situación actual vs. propuesta teórica de la producción de palas

Diferencia en tiempo: (actual) – (propuesto teórico)

Diferencia en tiempo: (9,43 min.) – (9,028 min.)

Diferencia en tiempo: **0,402 min.**

Producción propuesta de palas

Por la diferencia de tiempo obtenida se propone una producción mayor a la actual y esta se obtiene de la siguiente manera.

Se divide el tiempo propuesto para la diferencia de tiempo y así se obtiene a cuantas unidades producidas se va a poder producir una mas.

$$\# \text{unidades} = \left(\frac{\text{tiempo propuesto}}{\text{diferencia de tiempo}} \right)$$

$$\# \text{unidades} = \left(\frac{9,028}{0,402} \right)$$

$$\# \text{unidades} = 22,46 \cong 23$$

Cada 23 palas producidas se obtendrá 1 mas, esto aumenta las unidades producidas en:

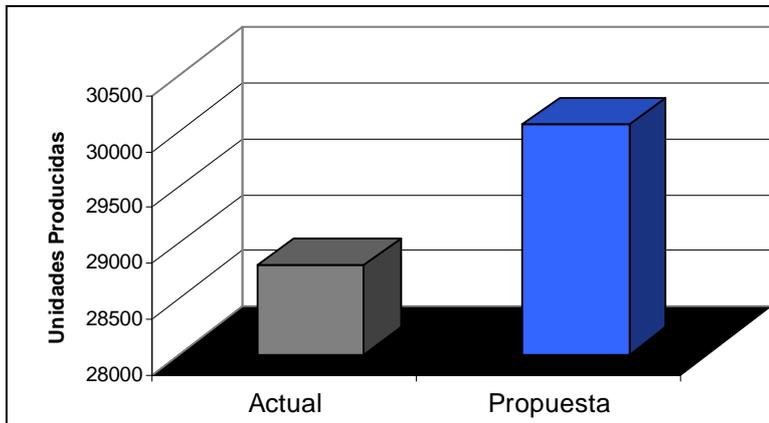
$$\# \text{unidades}_{\text{ aumentadas}} = \left(\frac{\text{unidades producidas}}{\# \text{unidades}} \right)$$

$$\# \text{unidades}_{\text{ aumentadas}} = \left(\frac{2400}{23} \right)$$

$$\# \text{unidades}_{\text{ aumentadas}} = 104,35 \cong 105$$

La nueva producción de palas será de 2505 unidades producidas al mes y 30060, esto es una mejora en la producción del 4,375%.

Gráfico No. 5
Comparación de producción de palas en un año de aplicación (teórica)



Por lo tanto las utilidades en palas mejorarían, como se muestra en el siguiente cálculo y en el gráfico No. 6:

CPTA = Costo de producción total anual

CPTAT = Costo de producción total anual teórico

Unidades producidas anual = 2400 Unid. Mes x 12 meses = 28800 unid.

Utilidad = (CPTA) - (Unidades producidas anual x precio de venta)

Utilidad = (\$ 76320) - (28800 x \$ 4) = \$ 76320 - \$ 115200

Utilidad Actual = \$ 38880

Unidades producidas anual teórica = 2505 Unid. Mes x 12 meses = 30060 unid.

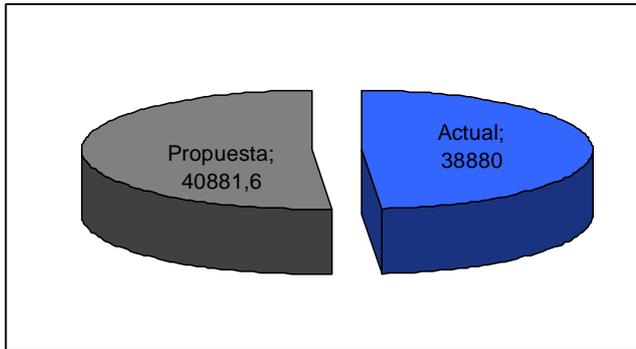
Utilidad = (CPTA) - (Unidades producidas anual x precio de venta)

Utilidad = (\$79358,4) - (30060 x \$ 4) = \$ 79358,4 - \$ 120240 = \$ 40881,6

Utilidad Propuesta = \$ 40881,6

Diferencia de Utilidad a favor de la empresa: \$ 2001,6

Gráfico No. 6
Comparación de utilidades en carretillas en un año de aplicación (teórica)



5.4.4. Situación actual vs. propuesta teórica de la producción de carretillas

Diferencia en tiempo: (actual) – (propuesto teórico)

Diferencia en tiempo: (33,096 min.) – (29,739 min.)

Diferencia en tiempo: **3,357 min.**

Producción propuesta de carretillas

Por la diferencia de tiempo obtenida se propone una producción mayor a la actual y esta se obtiene de la siguiente manera.

Se divide el tiempo propuesto para la diferencia de tiempo y así se obtiene por cuantas unidades producidas se va a poder producir una mas.

$$\# \text{unidades} = \left(\frac{29,739}{3,357} \right)$$

$$\# \text{de unidades} = 8,859 \cong 9$$

Cada 9 carretillas producidas se obtendrá 1 mas, esto aumenta las unidades producidas en:

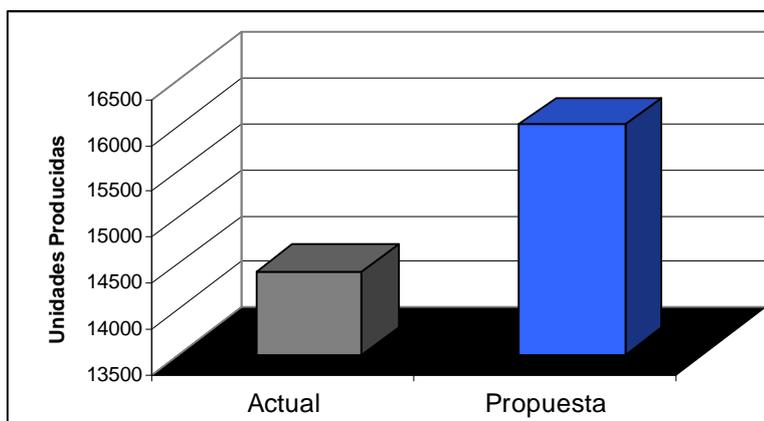
$$\#unidades_aumentadas = \left(\frac{1200}{9} \right)$$

$$\#unidades_aumentadas = 133,33 \cong 134$$

La nueva producción de carretillas será de 1334 unidades producidas al mes y 16008, esto es una mejora en la producción del 11,17%.

Gráfico No. 7

Comparación de utilidades en carretillas en un año de aplicación (teórica)



Por lo tanto las utilidades en carretillas mejorarían, como se muestra en el siguiente cálculo y en el gráfico No. 8:

CPTA = Costo de producción total anual

Unidades producidas anual = 1200 Unid. Mes x 12 meses = 14400 unid.

Utilidad = (CPTA) - (Unidades producidas anual x precio de venta)

$$\text{Utilidad} = (\$298368) - (14400 \times \$ 25) = \$298368 - \$ 360000$$

Utilidad Actual = \$ 61632

Unidades producidas anual propuesta = 1334 Unid. Mes x 12 meses = 16008 unid.

Utilidad = (CPTA) - (Unidades producidas anual x precio de venta)

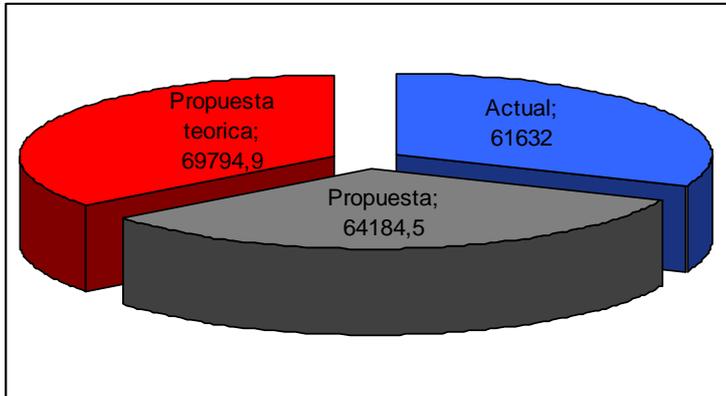
$$\text{Utilidad} = (\$ 330405,12) - (16008 \times \$ 25) = \$ 330405,12 - \$ 400200$$

Utilidad Propuesta = \$ 69794,88

Diferencia de Utilidad a favor de la empresa = \$ 61632 - \$ 69794,88 = \$ 8162,88

Gráfico No. 8

Comparación de utilidades en carretillas en un año de aplicación (teórica)



Si realizamos la unificación del aumento en la producción vamos a tener una mejora en toda la producción de la empresa del 15,55% que en utilidades es igual a \$ 45240

5.5. Ventajas económicas de la propuesta

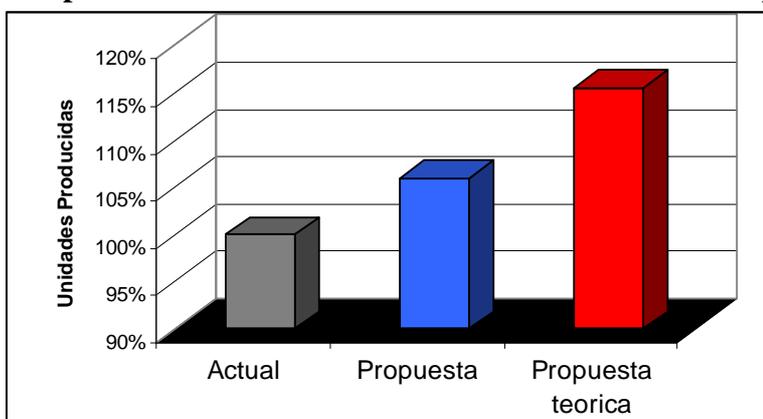
Son una reducción en el costo de producción por la reducción de tiempos en el proceso y una mayor cantidad de utilidad ya que hay una mayor producción.

Ventajas en la producción de la empresa:

En la propuesta se mejora la producción en un 6%, y en la propuesta teórica en un 15,55%

Gráfico No. 9

Comparación de utilidades en carretillas en un año de aplicación (teórica)

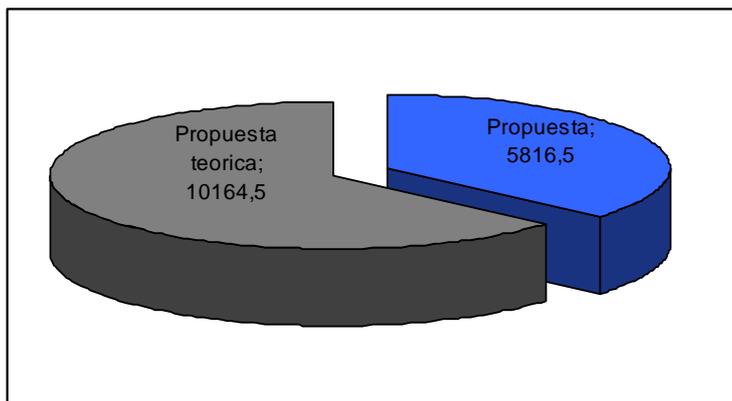


Ventajas económicas en la producción:

Ya que se disminuyo el tiempo de fabricación por ende disminuyeron los costos, así que al fabricar mas por el ahorro de tiempo se compensa con el ahorro en costos y esto nos da como resultado una mayor utilidad de la obtenida en la actualidad.

Gráfico No. 10

Comparación de utilidades en carretillas en un año de aplicación (teórica)



CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES:

- ✓ Después de un estudio minucioso de la situación actual de la producción de palas y carretillas se determinó la necesidad de reorganizar la maquinaria, puestos de trabajo, y que exista condiciones de trabajo optimas para los operarios, todo esto con el fin de aumentar la productividad.
- ✓ El medio en el que circulan, tanto trabajadores como materiales no es el adecuado debido a que no existen carriles de circulación tanto de personas como para los productos semielaborados, incidiendo esto en el rendimiento de la empresa.
- ✓ La distribución de algunos de los puestos no esta organizada actualmente respecto a los lineamientos de la ergonomía de trabajo que se requiere en todo sistema productivo.
- ✓ La distribución de la planta no tiene un ordenamiento técnico de los espacios utilizados para la ubicación de determinados puestos de trabajo.
- ✓ Las condiciones de trabajo como la música en la industria, que es utilizada sin criterio alguno.
- ✓ La actual distribución que presenta la empresa no permite la supervisión general de la producción por encontrarse los procesos de producción en diferentes angares y muy apartados uno del otro.
- ✓ El presente estudio se basó en los distintos diagramas como: diagramas de proceso, diagramas de flujo, diagramas de recorrido y el análisis de los métodos y tiempos de trabajo de los productos que presentan mayor demanda dentro del volumen total de producción que tienen actualmente la empresa, el cual nos ayuda a mejorar los tiempos de trabajo, obteniendo en las dos propuestas (real y teórica) así una adecuada reorganización de los puestos de trabajo y áreas de circulación con la finalidad de maximizar recursos técnicos, humanos y económicos.

- ✓ La ergonomía se aplica perfectamente en cada uno de los puestos de trabajo tomando en cuenta fundamentalmente principios de economía de movimientos, esto para las propuestas real y teórica.
- ✓ La evaluación se la realiza mediante la comparación de tiempos de producción, cantidad de producción y utilidades:

PALAS

| | | |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Diferencia en tiempo: | (actual) – (propuesto) | (actual) – (propuesto teórico) |
| Diferencia en tiempo: | (9,43 min.) – (9,19 min.) | (9,43 min.) – (9,028 min.) |
| Diferencia en tiempo: | 0,24 min. | 0,402 min |

| PALAS | ACTUAL | PROPUESTO REAL | DIFERENCIA 1 | PROPUESTO TEORICO | DIFERENCIA 2 |
|---|--------|----------------|--------------|-------------------|--------------|
| Operacion  | 18 | 17 | 1 | 17 | 1 |
| Transporte  | 63 | 61 | 2 | 61 | 2 |
| Inspeccion  | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Demora  | 4 | 4 | 0 | 4 | 0 |
| Almacenaje  | 35 | 34 | 1 | 34 | 1 |
| Operación Combinada  | 8 | 8 | 0 | 8 | 0 |

CARRETILLAS

| | | |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Diferencia en tiempo: | (actual) – (propuesto) | (actual) – (propuesto teórico) |
| Diferencia en tiempo: | (33,096 min.) – (32,001 min.) | (33,096 min.) – (29,739 min.) |
| Diferencia en tiempo: | 1,095 min. | 3,357 min. |

| CARRETILLAS | | ACTUAL | PROPUESTO REAL | DIFERENCIA 1 | PROPUESTO TEORICO | DIFERENCIA 2 |
|---------------------|---|--------|----------------|--------------|-------------------|--------------|
| Operacion | ● | 56 | 56 | 0 | 56 | 0 |
| Transporte | ➔ | 115 | 115 | 0 | 115 | 0 |
| Inspeccion | ■ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Demora | ◐ | 7 | 7 | 0 | 7 | 0 |
| Almacenaje | ▼ | 66 | 66 | 0 | 66 | 0 |
| Operación Combinada | ■ | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 |

Grafico No. 10
Cantidad de producción total aumentada

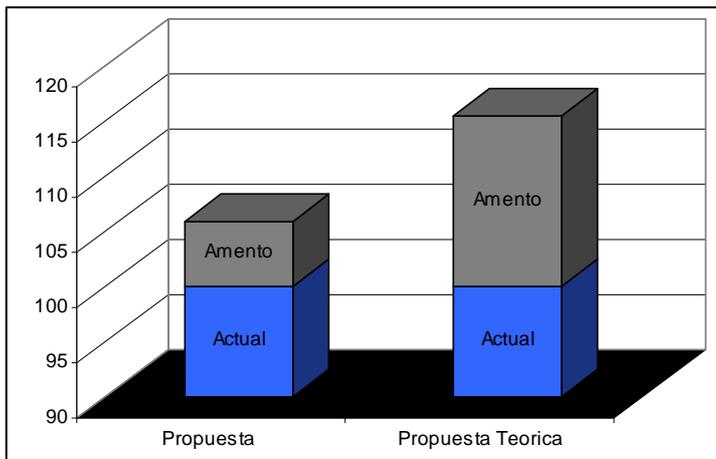
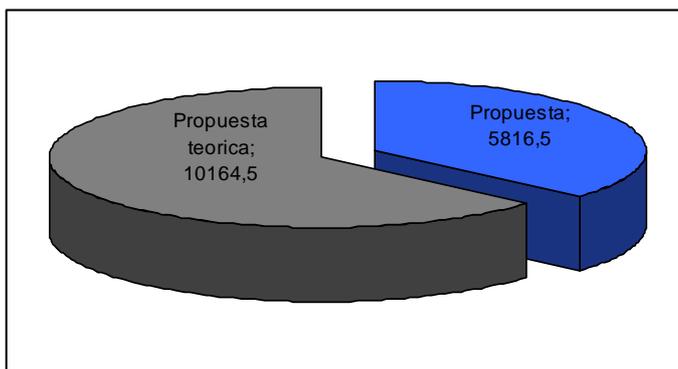


Grafico No 11
Utilidades totales aumentadas



6.2. RECOMENDACIONES:

- ✓ Se recomienda poner en ejecución el estudio de propuesta teórica, con el objetivo de obtener un mejor ambiente de trabajo, organizar y controlar la producción, una mayor seguridad en el trabajo, minorar los costos de producción, aumentar la productividad y lógicamente generar mayor utilidad

para la empresa, por lo que se sugiere la creación de un departamento de producción.

- ✓ Tomando en cuenta que la seguridad es el pilar fundamental dentro de cualquier empresa se recomienda que se adquiera implementos y se capacite a los trabajadores en las tareas y obligaciones que deben cumplir en lo respecta a lo que es seguridad industrial.
- ✓ Se sugiere capacitar al personal en lectura, manejo, interpretación y entendimiento de diferentes documentos técnicos como diagramas de proceso, diagramas de recorrido, hojas de tiempo, dibujos técnicos mecánicos, ordenes de trabajo, ordenes de mantenimiento, etc., con la finalidad de que no se produzca errores.
- ✓ Recomendamos la compra del software SOLIDWORKS para dibujo Técnico para mejorar e innovar el diseño de los productos actuales.
- ✓ Se debe realizar unos biombos con extracción de gases los cuales permitirán minimizar las emanaciones de gases tóxicos dentro del área de soldado y el perfecto aislamiento de la sección de pintura dentro del angar.
- ✓ Es importante la compra de un montacargas de paletas para la transportación de la materia prima hacia dentro del angar de producción.

BIBLIOGRAFIA

KRICK, Edgard V. Ingeniería de Métodos. 2da.ed. México:
Limusa, 2002.

HORGREN. Contabilidad de Costos: Un Enfoque Gerencial. España;
Cultura S.A., 2000.

AVALOS, A. N. Enciclopedia Básica de Administración Contabilidad y Costos.
2da. ed. Quito – Ecuador: 1984.

JUAN, VELASCO S. Organización de la producción. México;
Alfaomega, 2002.

AMES, M. Diccionario de Contabilidad y Finanzas. 4ta.ed. España: Cultura
SA, 2002.

AGUDELO, L. F. Gestión por procesos. 4ta.ed. Medellín;
Alfaomega, 2007.

BENJAMIN, W. Ingeniería Industrial, Métodos, tiempos y movimientos.
9na.ed. México: Alfaomega, 2002.

LINKOGRAFIA

INGENIERIA INDUSTRIAL

<http://148.202.148.5/cursos/id209/mzaragoza/indunidad2.htm>

2008-09-17.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

<http://www.elprisma.com/apuntes/curso.asp?id=8794>

2008-09-19.

RENTABILIDAD

http://es.wikipedia.org/wiki/Rentabilidad_econ%C3%B3mica

2008-09-22

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

<http://www.mitecnologico.com/Main/DefinicionDeDistribucionDePlanta>

2008-09-05

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

<http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=37817832>

2008-09-20

ESTUDIO DEL TRABAJO

www.industrial.uson.mx/materias/m0902/

2008-09-20