



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE HUATUSCO

**Análisis de tiempos y movimientos para la mejora de la
distribución de una planta de giro industrial y de servicios.**

Tesis

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
Ingeniería Industrial

PRESENTA:
Xóchitl Elena Arenas Mejía

DIRECTOR DE TRABAJO RECEPCIONAL
Dr. Luis Antonio Calderon Palomares

HUATUSCO, VER.

Noviembre del 2018.

Agradecimientos:

A mi madre María Antonia Mejía Flores y tío Anselmo Mejía Flores por su apoyo incondicional, ya que sin su ayuda no hubiera llegado hasta aquí.

A Dios por sus bendiciones y regalarme lo necesario para alcanzar mis metas.

A mí asesor el Dr. Luis A. Calderon por su valiosa ayuda, los momentos compartidos a lo largo de mi carrera y su ayuda en la elaboración de este trabajo.

A mi revisor el Ing. Rafael Tejeda que me aportó enseñanzas para mi formación profesional y personal al culminar con gran satisfacción mi carrera universitaria.

Índice

Introducción	6
Capítulo I. Antecedentes.	8
1.1 Información sobre la Empresa, organismo o dependencia para la que se desarrollará el Proyecto	8
Capítulo II: Generalidades del proyecto.....	11
2.1 Objetivos	12
2.1.1Objetivos Específicos.....	12
2.3 Justificación.	13
Capítulo III: Marco teórico.	14
3.1 Evolución de la ingeniería de métodos	14
3.2 Estudio de movimiento	15
3.3 Estudio de tiempo con cronometro	17
3.4 La importancia del diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales	18
3.5 El control numérico (CNC)	19
3.6 Calculo de ciclos a estudiar	23
3.7 Análisis de nuevas alternativas por medio del SLP	23
Capítulo IV. Desarrollo.	25
4.1. Metodología para el estudio del trabajo.....	25
4.2 Distribución de planta por proceso.....	28
4.3 Análisis de nuevas alternativas por medio del Muther's Systematic Layout Planning SLP ...	31
4.4 Calculo del número de observaciones realizadas para la comparación de tiempos de la antigua ubicación y la nueva ubicación.....	37
4.4.1Calculo del número de observaciones para la antigua ubicación del taller eléctrico.....	37
4.4.2Calculo del número de observaciones para la nueva ubicación del taller eléctrico	38
Capítulo V. Resultados.	40
5.1 Solución a incidencias en eléctrico.....	44
5.2 Creación del formato para mapear a taller eléctrico (tableros)	46
5.3 Reubicación del taller eléctrico	50

5.4 Comparación de tiempos de la antigua ubicación y la nueva ubicación.	58
Capítulo VI. Conclusiones	59
Capitulo VIII. Fuentes de información.....	62
Referencias.....	62

Tabla de contenido de imágenes

Imagen 1Sistema contra incendios	10
Imagen 2HVAC.....	10
Imagen 3Proceso 3° Cableado.....	48
Imagen 4Proceso 4° Prueba	48
Imagen 6Recorrido del taller eléctrico a producto terminado	50
Imagen 5Antiguo recorrido del taller electrico a producto terminado	50
Imagen 7Planta alta antigua ubicación de la bodega	51
Imagen 8 Nuevo recorrido realizado desde el taller hasta producto terminado	52
Imagen 9 Reubicación dl almacén eléctrico en planta alta.....	53
Imagen 10 CNC ST30	54
Imagen 11 CNC	55
Imagen 12 Torreta variada	56
Imagen 13 Proceso	56
Imagen 14 Taller eléctrico.....	57

Contenido de tablas

Tabla 1 volumen de piezas	32
Tabla 2 Valor relación entre actividades.....	33
Tabla 3 Código de la proximidades	34
Tabla 4 Determinación del número de observaciones	37
Tabla 5Estado de las piezas.....	42
Tabla 6Piezas mapeadas	43
Tabla 7Formato de mapeos eléctrico.....	46
Tabla 8Formato de captura eléctrico	47
Tabla 9 Tiempo la antigua ubicación del taller eléctrico.....	58
Tabla 10 Tiempo de la nueva ubicación del taller eléctrico	58
Tabla 11 Tiempos antigua ubicación	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 12 Tiempos nueva ubicación	¡Error! Marcador no definido.

Tabla 13Tolerancia ir al baño	76
Tabla 14 Factor de suplementos	77
Tabla 15Tolerancia cambio de herramienta no conforme.....	77
Tabla 16Tolerancia transportar pieza	78
Tabla 17Tolerancia ir por herramienta	78
Tabla 18Tolerancia lubricar máquina.....	79

Tabla de contenido de gráficos

Grafico 1 Diagrama de proceso.....	31
Grafico 2 Volumen de piezas.....	32
Grafico 3 Relación de actividades entre Áreas.....	34
Grafico 4 Diagrama relacional de recorridos	36
Grafico 5Estado de las piezas mapeadas	42
Grafico 6Piezas mapeadas.....	44
Grafico 7Diagrama causa-efecto Incidencias eléctrico	45
Grafico 8Incidencias	45

Anexo

Anexo 1 Formato de control de mapeos.....	74
Anexo 2 Formato de registro para mapeos	75
Anexo 3 Tolerancias	76

Introducción

Las decisiones de distribución de planta son cruciales tanto para las instalaciones nuevas como para las existentes, ya que comprometen a la organización con costos por largos periodos, empleos y patrones de mercado.

El presente trabajo muestra la distribución de planta en la empresa PICSA bajo los métodos de SLP y Calculo del tamaño de muestra para el estudio de tiempos con cronometro en los meses de julio a diciembre.

El método SLP el cual consiste en el análisis y propuesta de una nueva alternativa de distribución, este método establece una serie de fases que permiten identificar, valorar y visualizar los elementos involucrados y las relaciones existentes entre ellos mediante el diagrama relacional de recorridos dicho método únicamente abarca la importancia de la relación entre la áreas y su diagrama ya que por cuestiones de tiempo y políticas de la empresa se omiten algunos pasos del método.

Dicho diagrama muestra la importancia entre las relaciones que tienen las áreas para que de ahí se dé pauta a una nueva distribución en la empresa, permitiendo mejorar su proceso y sus traslados de material a las diferentes áreas que se tienen en existencia.

Así mismo la distribución de planta por proceso desglosa los factores que influyen en el cambio de la reubicación de las áreas, de los cuales tenemos que tener presentes los materiales, la maquinaria que se utiliza en la organización (centros de mecanizado) etc. Para poder contemplar todos elementos importantes para el rediseño de instalaciones.

El cálculo del tamaño de la muestra para el estudio de tiempos con cronometro permitirá apreciar el número de muestra a tomar con cronometro para poder determinar los tiempos y realizar una comparación entre los tiempos existentes y los obtenidos para establecer una nueva alternativa de distribución.

El problema consiste en utilizar el máximo de los elementos existentes compatibles con los nuevos planes y métodos, aunque en este caso nos vemos limitados por las dimensiones del edificio, en general todas las instalaciones en servicio y las peticiones dadas por la empresa. Esta situación es más frecuente, sobre todo en los cambios de diseño del producto y en la modernización del equipo de producción (CNC).

Por lo tanto, el proceso de planeación de una distribución jamás termina, es un proceso continuo. La información que se obtiene para elaborar una distribución así como la operación de una instalación, se deben revisar y actualizar continuamente a medida que las condiciones cambian dentro de la misma. La distribución en planta es un arte tanto como una ciencia, el ingenio, la persistencia y experiencia de quién planea influye enormemente en la calidad de la distribución resultante.

Así mismo se realizó un análisis de los tiempos tomados en el área de maquinado bajo el método del muestreo de tiempos con cronometro, regreso a cero (El reloj muestra el tiempo para cada elemento y se regresa a cero para una nueva medición) esta herramienta es muy útil para los procesos en las empresas ya que permite conocer el tiempo realizado en cada actividad o procesos desarrollados, por un trabajador, máquina. Ofrece gran potencial de ahorro en cualquier empresa ya que es un análisis detallado de todo el proceso.

Capítulo I. Antecedentes.

Las decisiones de distribución de planta son cruciales tanto para las instalaciones nuevas como para las existentes, ya que comprometen a la organización con costos por largos periodos, empleos y patrones de mercado. Las alternativas de localización (y relocalización) deben ser revisadas bajo condiciones de mano de obra, fuentes de materias primas o cambios en las demandas del mercado. Las empresas pueden responder a los cambios manteniendo su instalación, expandiendo o cerrando instalaciones existentes o desarrollando nuevas.

1.1 Información sobre la Empresa, organismo o dependencia para la que se desarrollará el Proyecto

PICSA, empresa orgullosamente mexicana, fue fundada el 20 de octubre de 1949, por el Dr. Carlos Farías de la Garza al inicio de nuestras operaciones, los equipos se importaban, después se ensamblaron y finalmente se obtuvo en el año 1955 la licencia de fabricación, por parte de aurora pumps. Picsa aurora goza de un gran prestigio en el Mercado Nacional, mismo que ha sido fruto del esfuerzo y dedicación tanto de los Dirigentes como de los obreros y empleados que trabajando arduamente, hemos conquistado, el mercado de Sistemas de Bombeo en México. PICSA, se ha mantenido a la vanguardia en el mercado no solo con las bombas, sino también con tableros de control, y algunos accesorios; por eso es hoy por hoy, la única empresa nacional capaz de suministrar todo un sistema de bombeo en la misma marca.

PICSA, cuenta con un programa de selección de equipo de bombeo que nos ayuda a ofrecerle y mostrarle la mejor opción para su sistema. PICSA, cuenta con ingenieros calificados para la selección de equipos: hidroneumáticos, contra incendio, aire acondicionado y aguas negras.

PICSA, Empresa 100% mexicana con 67 años de experiencia y gran reconocimiento en el mercado mexicano.

PICSA fue fundada en 1949, en un principio solamente importaba sus productos de la compañía "AURORA PUMP", que se localiza en North Aurora, Illinois, E.U.A., pero con el paso del tiempo, una ardua labor y la excelente aceptación de los productos y servicios, PICSA comenzó a ensamblar y posteriormente a fabricar algunas de las líneas de bombas bajo la licencia de fabricación aurora pumps.

La experiencia y especialidad de PICSA no sólo ha sido en bombas solas, sino que desde su inicio ha tenido una importante participación y presencia en el suministro de equipos automáticos de bombeo.

Es por esta razón que fue necesario crear una empresa que tuviera la versatilidad y especialidad en los renglones más importantes que se relacionan con el medio, como lo son: servicio, suministro, ingeniería y fabricación.

La filosofía de la empresa es contar con un equipo de colaboradores satisfechos y orgullosos de trabajar en la empresa que por la calidad y servicio de sus productos participen en el desarrollo comunitario; fabricar y comercializar bombas y equipos de alta calidad con tecnología para desplazar toda clase de fluidos a donde se necesiten; ofrecer un producto de alta calidad con la experiencia de casi medio siglo innovando con nuevas líneas y "excelente fabricante bajo licencia de AURORA – PENTAIR y distribuidor exclusivo para todo el territorio mexicano con más de 150,000 productos instalados. PICSA, se ha mantenido a la vanguardia en el mercado, no solo con las bombas, también desarrollando nuevos tableros de control buscando mejorar los ahorros de energía y eficiencia de los equipos. Fabricamos productos hidrónicos y realizamos la integración de los equipos paquete; por eso es hoy por hoy, la única empresa nacional capaz de suministrar todo un sistema de bombeo en la misma marca.

Misión

Fabricar bombas y sistemas para suministro de líquidos a redes hidrosánitarias para todo tipo de industria satisfaciendo las necesidades del cliente, proporcionando asesoría y servicio con calidad, creando fuentes de trabajo que garanticen la permanencia y crecimiento del negocio, a través de una rentabilidad atractiva para colaboradores y accionistas.

Visión

Ser una empresa líder en el mercado, reconocida en México, Centro y Sudamérica, cubriendo las necesidades del mercado con expectativas de crecimiento y mejora continua, con imagen de proyección internacional, como fabricante, comercializador, distribuidor único y exportador de bombas y sistemas, cumpliendo con las normas nacionales e internacionales. Algunos de los equipos que se fabrican son:

Sistema Contra Incendio



Imagen 1 Sistema contraincendios

El paquete incluye: bomba con motor eléctrico, bomba con motor auxiliar, bomba jockey y tablero de control ensamblado.

Sistemas HVAC (Aire acondicionado HVAC)



Imagen 2 HVAC

Bombas verticales en línea acopladas directamente al motor o por medio de cople flexible.

Capítulo II: Generalidades del proyecto.

Toda organización tiende a preocuparse por los requerimientos que constantemente el cliente va solicitando, es por eso la necesidad de ir modernizando y agilizando sus procesos mediante implementación de nuevos equipos o técnicas que permitan la satisfacción del cliente.

En el presente trabajo se busca proponer una alternativa de distribución de planta que permita mejorar el proceso que lleva un equipo de bombeo, por lo cual se debe realizar un estudio de cada uno de los elementos que la empresa considera al momento de realizar cambios en sus áreas de trabajo esto se debe de tomar en cuenta para darle a cada una ellas el peso que realmente de tener, estos cambios se realizaran implementando los métodos SLP y el cálculo del tamaño de la muestra para el estudio con cronometro dichas herramientas permitirán realizar los cambios necesarios en la empresa.

Para determinar las nuevas ubicaciones de las áreas se hace uso del método SLP creando un diagrama que muestre la importancia entre las relaciones que tienen las áreas para que de ahí se realice a una nueva distribución en la empresa, permitiendo mejorar su proceso y sus traslados de material a las diferentes áreas que se tienen en existencia.

El muestreo de tiempos con cronometro es una técnica usada para investigar las proporciones de tiempo total dedicadas a las diversas actividades que constituyen una tarea o una situación de trabajo. (Meyers, 2000)

Los resultados del muestreo son efectivos para determinar: la utilización de máquinas y personal; los suplementos aplicables a la tarea en producción.

2.1 Objetivos.

Proponer una distribución de planta y la asignación de lugar para el CNC ST30 y del área de trabajo (Taller eléctrico) que sea más económica y eficiente, en distancia, al mismo tiempo que sea segura y satisfactoria para el personal que ha de realizar el trabajo.

2.1.1Objetivos Específicos

- Documentar el estado inicial en que se encuentra el proceso.
- Tomar tiempos reales del proceso mediante cronometro.
- Mejorar los procedimientos con los que cuenta y controlar cada uno de los procesos.
- Disminución de la congestión.
- Supresión de áreas ocupadas innecesariamente.
- Mayor y mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios.

2.3 Justificación.

Se realiza este trabajo que contribuirá a la empresa proyectos, instalaciones, construcciones, S.A de C.V. ya que, Ante la llegada de un cnc la empresa solicito realizar una reubicación del taller eléctrico para que esta nueva máquina pueda ser ubicada cerca de las demás, por lo que analizando el espacio de la empresa y un posible reacomodo de las maquinas dentro del área de maquinado se eligió reubicar a taller eléctrico a otra área para poder colocar el cnc. Utilizando del método de distribución de planta SLP se determinara la mejor ubicación de la máquina y del taller eléctrico en base a las distancias que se recorren para la fabricación tanto de piezas como del recorrido para el traslado de los tableros.

Así mismo utilizando el cálculo del tamaño de muestra para el estudio de tiempos con cronometro se determinara el número de observaciones que deben ser tomadas para determinar el tiempo de la antigua localización con la de la nueva y así poder comparar dichos resultados para realizar la nueva distribución.

En esta empresa no contaba con el establecimiento de sus tiempos en el proceso de maquinado de las bombas, razón por la cual se realizó un diseño y análisis de los tiempos y movimientos en el área de producción cierto diseño y análisis esperamos obtener por medio de las herramientas estadísticas para una mayor eficacia, eficiencia y productividad mediante el muestreo de tiempos con cronometro que permite conocer el tiempo en cada actividad o proceso.

Una parte importante después de la toma de tiempos de los diferentes procesos es la comparación de tiempos de los centros de maquinado y las maquinas convencionales ya que la empresa pretende remplazar los tornos, fresadoras y taladros por centros de maquinado para reducir tiempos y demoras en los pedidos ya que se atenderá más rápido las solicitudes del cliente y más mercado. Dichas implementaciones de los centros de mecanizado se realizarán conforme a los resultados que arrojen los mapeos que se realicen de las piezas.

Otro punto importante que se pretende atender será las corregir algunos factores que hacen que los procesos de maquino se retrasen tales como (el team leader no proporciono el dibujo de cómo debe maquinarse la pieza, falta de herramientas, el almacén no ha surtido las piezas, dejar de maquinar dicha pieza por ir a maquinar otra).

Así mismo la solución de problemas que se presentan en el taller eléctrico como los retardos por esperar material para trabajar y capacitación para los operadores.

Capítulo III: Marco teórico.

En una sociedad organizada y competitiva, las empresas deben esforzarse para atender las necesidades de los clientes y desarrollar estrategias competitivas para satisfacerlas en la forma más diferenciada y efectiva posible.

El presente capítulo tiene como referencia la evolución de la ingeniería de métodos que muestra la selección de los métodos, procedimientos, equipos, y habilidades de manufactura para introducir a las mejoras que faciliten la realización del trabajo.

La reubicación de las instalaciones mediante el método SLP comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, permite identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos, apoyándose en el cálculo de ciclos para la comparación de la reducción de tiempos de las nuevas ubicaciones.

El estudio de tiempos con cronometro y su importancia en el diseño de instalaciones con el fin de promover el uso eficiente de los recursos como el personal, equipo y materiales.

El análisis teórico para el mejoramiento de la distribución de planta, tendrá como referencia herramientas que contribuyan con la satisfacción de las necesidades y expectativas de la empresa.

3.1 Evolución de la ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos (Niebel, 2004) se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos de las operaciones actuales para introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y permita que este sea hecho en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida.

La ingeniería de métodos (Niebel, 2004) incluye diseñar, crear y seleccionar los mejores métodos, procedimientos herramientas, equipo y habilidades de manufactura para fabricar un producto basado en los diseños desarrollados en la sección de ingeniería de producción.

Cuando el mejor método interactúa con las mejores habilidades disponibles, surge una relación máquina- trabajador eficiente. Una vez establecido el método completo, la responsabilidad de determinar el tiempo estándar requerido para fabricar un producto se encuentra dentro del alcance de ese trabajo. También incluye la responsabilidad de un seguimiento para asegurar que:

- Que cumplan los estándares predeterminados.
- Los trabajadores tienen una compensación adecuada por su producción, habilidades, responsabilidades y experiencias.
- Que los trabajadores estén satisfechos con su trabajo. Por lo tanto, el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento de las utilidades de la empresa, analizando: Las materias, materiales, herramientas, productos de consumo.
- El espacio, superficies cubiertas, depósitos, almacenes, instalaciones.
- El tiempo de ejecución y preparación.

Alcances de la ingeniería de métodos

- Diseño, formulación y selección de los mejores: Métodos, procesos herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para manufacturar un producto.
- El mejor método debe relacionarse con las mejores técnicas o habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente interrelación humano-máquina.
- Enseguida, determinar el tiempo requerido para fabricar el producto de acuerdo al alcance del trabajo.
- Cumplir con las normas o estándares predeterminados, y que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento

3.2 Estudio de movimiento

El estudio visual de movimientos y el de micro movimientos (Julian López, 2014) se utilizan para analizar un método determinado y ayudar al desarrollo de un centro de trabajo eficiente. El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo humano al ejecutar un trabajo.

Su objetivo es eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta el índice de producción.

Los esposos Gilbreth (UNAM, 2018) fueron de los primeros en estudiar los movimientos manuales y formularon leyes básicas de la economía de movimientos que se consideran fundamentales todavía. El estudio de movimientos, en su acepción más amplia, tiene dos grados de refinamiento con extensas aplicaciones industriales. Tales son el estudio visual de movimientos y el estudio de micro movimientos.

Estudio de métodos (Acero, 2012) Seleccionar Consiste básicamente en establecer cuál es el problema, caracterizarlo, buscar toda la información mínima necesaria y

suficiente relacionada con los hechos, descartar entre la información real y la ficticia, tener presente los diferentes aspectos de referencias de las unidades involucradas, emplear la observación directa para representar los hechos, garantizar la confiabilidad y seguridad de la fuente de información, evaluar los beneficios económicos que traería su solución, su factibilidad y el impacto.

Registrar

Consiste en la representación gráfica de los hechos tal cual como son y no como aparentan en el paso anterior esto se hace fundamentalmente a través de la observación directa y utilizando como herramienta gráfica los diagramas (Acero, 2012).

Los diagramas son:

- Diagrama de operaciones
- Diagrama de proceso
- Diagrama de flujo recorrido

Examen crítico es una etapa que consiste en revisar, cuestionar, poner a prueba, escudriñar la información que se tiene relacionada al problema, esto se hace con espíritu crítico, sin ningún tipo de sesgo, se recomienda revisar la dimensión y alcance de lo que se quiere hacer, esto con el objetivo de poner a prueba la propuesta evaluando 5 elementos: Propósito, medios, personas, sucesión, lugar (Acero, 2012).

Enfoques primarios

Objeto de la operación: Hay que determinar si una operación es necesaria antes de tratar de mejorarla. Si una operación no tiene objeto útil, o puede ser reemplazada o combinada con otra, debe ser eliminada por lo que se puede suspender el análisis de dicha operación (Acero, 2012).

Diseño de la pieza: El diseño de los productos utilizados en un departamento es importante. El diseño determina cuando un producto satisfará las necesidades del cliente. Éste es un factor de mayor importancia que el costo. Los diseños no son permanentes y pueden ser cambiados (Acero, 2012).

Tolerancias y eficiencias: Las especificaciones son establecidas para mantener cierto grado de calidad. La reputación y demanda de los productos depende del cuidado de establecer y mantener especificaciones correctas. Las tolerancias y especificaciones nunca deben ser aceptadas a simple vista. A menudo una

investigación puede revelar que una tolerancia estricta es innecesaria o que por el contrario, haciéndola muy rigurosa, se pueden facilitar las operaciones subsecuentes de ensamble (Acero, 2012).

Material: Los materiales constituyen un gran porcentaje del costo total de cada producto por lo que la selección y uso adecuado de estos materiales es importante; Una selección adecuada de éstos da al cliente un producto terminado más satisfactorio, reduce el costo de la pieza acabada y reduce los costos por desperdicio, lo que hace posible vender el producto a un precio menor (Acero, 2012).

Proceso de manufactura: Existen varias formas de producir una pieza. Se desarrollan continuamente mejores métodos de producción. Investigar sistemáticamente los procesos de manufactura ideará métodos eficientes (MEYERS, 2006).

Condiciones de trabajo: Las condiciones de trabajo continuamente deberán ser mejoradas, para que la planta esté limpia, saludable y segura. Las condiciones de trabajo afectan directamente al operario.

Estudio de tiempos con cronometro.

El estudio de tiempo (Garcia, 1996) es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Selección de la operación: Que operación se va a medir. Su tiempo, en primer orden es una decisión que depende del objetivo general que perseguimos con el estudio de la medición.

3.3 Estudio de tiempo con cronometro

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando: (Niebel, 2004)

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.

- Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

Símbolos de diagramas:

OPERACIÓN



Indica Las principales fases de un trabajo o procedimiento, por lo común cuando la pieza, material o producto que sufre un cambio.

INSPECCIÓN



Verificación de la calidad, cantidad o ambas

TRANSPORTE



Se utiliza para indicar el movimiento del material, equipo y/o trabajador.

DEMORA



Indica la demora en el desarrollo del proceso, trabajo, procedimiento, etc. de la pieza del material o producto.

ALMACENAMIENTO



Indica el depósito del objeto, material, o producto bajo vigilancia o resguardo en un almacén, en donde se lleve control de las entradas y salidas.

3.4 La importancia del diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales

El diseño de las instalaciones de manufactura y manejo de materiales afecta casi siempre a la productividad y a la rentabilidad de una compañía, más que cualquiera otra decisión corporativa importante. La calidad y el costo del producto y, por tanto, la proporción de suministro/ demanda se ve afectada directamente por el diseño de la instalación. (MEYERS, 2006)

El proyecto de distribución de la planta (diseño de la instalación) es uno de los más desafiantes y gratificantes que un ingeniero industrial o de manufactura pueda enfrentar. El ingeniero de proyecto o, en un nivel más elevado, el gerente de proyectos, después de recibir la aprobación corporativa, será responsable de gastar una gran cantidad de dinero. En cuanto a los costos, también se responsabilizará al

gerente de proyectos por alcanzar oportuna y eficazmente las metas enunciadas en la propuesta del proyecto y en el presupuesto de los costos. Las responsabilidades de un gerente de proyectos se parecen a las del presidente de la compañía, y sólo los gerentes de proyectos que alcancen o superen las metas establecidas recibirán proyectos más grandes.

El diseño de instalaciones de manufactura se refiere a la organización de las instalaciones físicas de la compañía con el fin de promover el uso eficiente de sus recursos, como personal, equipo, materiales y energía. El diseño de instalaciones incluye la ubicación de la planta y el diseño del inmueble, la distribución de la planta y el manejo de materiales. La ubicación de la planta o las decisiones de la estrategia de localización se toman en el nivel corporativo más alto, con frecuencia por razones que tienen poco que ver con la eficiencia o eficacia de la operación, pero en las que hasta cierto grado influyen factores como la proximidad de las fuentes de materias primas, mercados y sistemas de transporte tales como vías fluviales, ferrocarriles y carreteras. La selección del sitio quizá sea un tema más apropiado para una clase de ciencias políticas que para una de diseño de instalaciones. (MEYERS, 2006)

La distribución es el arreglo físico de máquinas y equipos para la producción, estaciones de trabajo, personal, ubicación de materiales de todo tipo y en toda etapa de elaboración, y el equipo de manejo de materiales. La distribución de la planta es el resultado final del proyecto de diseño de la instalación de manufactura, y es el tema principal de este libro (MEYERS, 2006).

Además de la necesidad de desarrollar nuevas instalaciones de fabricación, las plantas ya existentes experimentan cambios continuos. En promedio, cada 18 meses ocurren redistribuciones importantes en las plantas, como resultado de modificaciones en el diseño del producto, métodos, materiales y proceso (MEYERS, 2006).

El manejo de materiales se define sencillamente como mover material. Las mejoras en el manejo de materiales han tenido un efecto positivo sobre los trabajadores más que cualquier otra área de diseño del trabajo y la ergonomía. En la actualidad, los trabajos físicos pesados se han eliminado de las tareas manuales gracias a los equipos para el manejo de materiales.

3.5 El control numérico (CNC)

El control numérico (CNC) es un conjunto de elementos que permite automatizar tanto el movimiento de los ejes como otra serie de funciones. (HASS, 2005)

En una máquina CNC, a diferencia de una máquina convencional o manual, una computadora controla la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes de la máquina. Gracias a esto, puede hacer movimientos que no se pueden lograr manualmente como círculos, líneas diagonales y figuras complejas tridimensionales.

Las máquinas CNC son capaces de mover la herramienta al mismo tiempo en los tres ejes para ejecutar trayectorias tridimensionales como las que se requieren para el maquinado de complejos moldes y troqueles como se muestra en la imagen.

En una máquina CNC una computadora controla el movimiento de la mesa, el carro y el husillo. Una vez programada la máquina, ésta ejecuta todas las operaciones por sí sola, sin necesidad de que el operador esté manejándola. Esto permite aprovechar mejor el tiempo del personal para que sea más productivo.

Orígenes del CNC

El CNC tuvo su origen a principios de los años cincuenta en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), en donde se automatizó por primera vez una gran fresadora.

En esta época las computadoras estaban en sus inicios y eran tan grandes que el espacio ocupado por la computadora era mayor que el de la máquina.

Hoy día las computadoras son cada vez más pequeñas y económicas, con lo que el uso del CNC se ha extendido a todo tipo de maquinaria: tornos, rectificadoras, máquinas de coser, etc.

El término “control numérico” se debe a que las órdenes dadas a la máquina son indicadas mediante códigos numéricos.

Por ejemplo, para indicarle a la máquina que mueva la herramienta describiendo un cuadrado de 10 mm por lado se le darían los siguientes códigos:

```
</>G90 G71 </>G00 X0.0 Y0.0 </>G01 X10.0 </>G01 Y10.0 </>G01 X0.0 </>G01 Y0.0
```

Un conjunto de órdenes que siguen una secuencia lógica constituyen un programa de maquinado. Dándole las órdenes o instrucciones adecuadas a la máquina, ésta es capaz de maquinar una simple ranura, una cavidad irregular, la cara de una persona en altorrelieve o bajo relieve, un grabado artístico un molde de inyección de una cuchara o una botella... lo que se quiera.

Al principio hacer un programa de maquinado era muy difícil y tedioso, pues había que planear e indicarle manualmente a la máquina cada uno de los movimientos que tenía que hacer. Era un proceso que podía durar horas, días, semanas. Aun así era un ahorro de tiempo comparado con los métodos convencionales.

Actualmente muchas de las máquinas modernas trabajan con lo que se conoce como “lenguaje conversacional” en el que el programador escoge la operación que desea y la máquina le pregunta los datos que se requieren. Cada instrucción de este lenguaje conversacional puede representar decenas de códigos numéricos. Por ejemplo, el maquinado de una cavidad completa se puede hacer con una sola instrucción que especifica el largo, alto, profundidad, posición, radios de las esquinas, etc. Algunos controles incluso cuentan con graficación en pantalla y funciones de ayuda geométrica. Todo esto hace la programación mucho más rápida y sencilla.

También se emplean sistemas CAD/CAM que generan el programa de maquinado de forma automática. En el sistema CAD (diseño asistido por computadora) la pieza que se desea maquinar se diseña en la computadora con herramientas de dibujo y modelado sólido. Posteriormente el sistema CAM (manufactura asistida por computadora) toma la información del diseño y genera la ruta de corte que tiene que seguir la herramienta para fabricar la pieza deseada; a partir de esta ruta de corte se crea automáticamente el programa de maquinado, el cual puede ser introducido a la máquina mediante un disco o enviado electrónicamente.

Hoy día los equipos CNC con la ayuda de los lenguajes conversacionales y los sistemas CAD/CAM, permiten a las empresas producir con mucha mayor rapidez y calidad sin necesidad de tener personal altamente especializado.

Distribución de planta por proceso

La distribución en planta por proceso (Niebel, 2004) se adopta cuando la producción se organiza por lotes (por ejemplo: muebles, talleres de reparación de vehículos, sucursales bancarias, etc.). El personal y los equipos que realizan una misma función general se agrupan en una misma área, de ahí que estas distribuciones también sean denominadas por funciones o por talleres. En ellas, los distintos ítems tienen que moverse, de un área a otra, de acuerdo con la secuencia de operaciones establecida para su obtención. La variedad de productos fabricados supondrá, por regla general, diversas secuencias de operaciones, lo cual se reflejará en una diversidad de los flujos de materiales entre talleres. A esta dificultad hay que añadir

la generada por las variaciones de la producción a lo largo del tiempo que pueden suponer modificaciones (incluso de una semana a otra) tanto en las cantidades fabricadas como en los propios productos elaborados. Esto hace indispensable la adopción de distribuciones flexibles, con especial hincapié en la flexibilidad de los equipos utilizados para el transporte y manejo de materiales de unas áreas de trabajo a otras.

Factores que influyen en la selección de la distribución en planta

Los materiales

Dado que el objetivo fundamental del Subsistema de Operaciones es la obtención de los bienes y servicios que requiere el mercado, la distribución de los factores productivos dependerá necesariamente de las características de aquéllos y de los materiales sobre los que haya que trabajar.

La maquinaria

Para lograr una distribución adecuada es indispensable tener información de los procesos a emplear, de la maquinaria, utillaje y equipos necesarios, así como de la utilización y requerimientos de los mismos.

La mano de obra

También la mano de obra ha de ser ordenada en el proceso de distribución, englobando tanto la directa como la de supervisión y demás servicios auxiliares. Al hacerlo, debe considerarse la seguridad de los empleados, junto con otros factores, tales como luminosidad, ventilación, temperatura, ruidos, etc.

El movimiento

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

El edificio

La consideración del edificio es siempre un factor fundamental en el diseño de la distribución, pero la influencia del mismo será determinante si éste ya existe en el momento de proyectarla (Niebel, 2004).

3.6 Cálculo de ciclos a estudiar

El número de ciclos a estudiar (cronometrar) tiene gran importancia para minimizar el error en la medición.

En general, se ha demostrado que las variaciones en la actuación de un operario sigue una distribución normal. Matemáticamente se puede determinar el número de lecturas a realizar. (Moreno-Gil, 1995)

Se puede establecer con métodos estadísticos utilizando la distribución t. (Romero, 2004)

$$n\left\{\frac{ts}{kx}\right\}^2$$

3.7 Análisis de nuevas alternativas por medio del SLP

Esta metodología conocida como SLP por sus siglas en inglés, ha sido la más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza.

Fue desarrollada por Richard Muther en los años 60 como un procedimiento sistemático multicriterio, igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes. El método reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas de otros autores en estas temáticas e incorpora el flujo de los materiales en el estudio de la distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que, como el propio Muther describe, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos.

Su carácter jerárquico lo que indica es que este debe aplicarse en fases jerarquizadas en cada una de las cuales el nivel de detalle es mayor que en la anterior. (Muther, 1968)

Fases de Desarrollo del modelo SLP

1. Diagrame las relaciones. En esta primera etapa se establecen las relaciones entre las diferentes áreas; después, se elabora un diagrama sobre un formato especial llamado diagrama de relaciones. Una relación es el grado relativo de acercamiento, que se desea o que se requiere, entre diferentes actividades, áreas, departamentos, habitaciones, etc., según lo determine la información cuantitativa del flujo (volumen, tiempo, costo, enrutamiento) de un diagrama desde-hacia, o más cualitativamente, de las interacciones funcionales o información subjetiva.

2. Establezca las necesidades de espacio. En la segunda etapa se establecen las necesidades de espacio en términos de los pies cuadrados que existen. Estos valores pueden calcularse con base en las necesidades de producción. Además de

los pies cuadrados, el tipo y forma del área que se desee definir, así como la ubicación respecto a los servicios que se requieran, pueden ser aspectos muy importantes.

3. Elabore diagramas de relaciones entre actividades. En la tercera etapa se dibuja una representación visual de las diferentes actividades. El analista comienza con las relaciones absolutamente importantes (A), utilizando cuatro líneas cortas paralelas para conectar las dos áreas.

Luego, el analista procede con las E, utilizando tres líneas paralelas aproximadamente del doble de longitud que las líneas A. El analista continúa este procedimiento con las I, O, etc., aumentando de manera progresiva la longitud de las líneas, a la vez que intenta evitar que las líneas se crucen o se enreden. En el caso de relaciones indeseables, las dos áreas se colocan lo más alejadamente posible y se dibuja una línea serpenteante (que representa un resorte) entre ellas.

4. Elabore relaciones de espacio en la distribución. Después, se crea una representación espacial escalando las áreas en términos de su tamaño relativo. Una vez que los analistas están satisfechos con la distribución, las áreas se compactan en un plano. Esta tarea no es tan fácil como parece, por lo cual el analista normalmente debe utilizar patrones.

5. Evalúe una distribución alterna. Debido a que existen tantas opciones de distribución, no es nada raro encontrar que varias aparentan ser igualmente probables. En ese caso, el analista debe evaluar las diferentes opciones para poder determinar la mejor solución.

6. Seleccione la distribución e instálela. El paso final consiste en implantar el nuevo método. (Freivalds, 2009)

Capítulo IV. Desarrollo.

Gracias a la retroalimentación existente durante la duración de todo el proyecto y a las peticiones propias de la empresa, lo que ayudó a determinar de forma específica las necesidades particulares por parte de la misma, obteniendo así la información precisa para el desarrollo adecuado en la organización.

El presente capítulo tiene como desarrollo las metodologías del SLP y el cálculo de número de observaciones realizadas a partir del estudio de tiempos con cronómetros, método que se realiza con el regreso a cero.

La reubicación de las instalaciones mediante el método SLP utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, permite identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos, a partir de diagrama de relaciones el cual permite visualizar la importancia de la cercanía entre las áreas de la empresa y para comparar no solo la cercanía sino el tiempo que permite determinar si es factible el cambio el cálculo de observaciones permitirá comparar de la reducción de tiempos de las nuevas ubicaciones y así tomar la decisión más correcta para el cambio.

La distribución de planta por proceso desglosa a continuación los factores que influyen en el cambio de la reubicación de las áreas, de los cuales tenemos que tener presentes los materiales, la maquinaria que se utiliza en la organización (centros de mecanizado) etc. Los cuales a continuación se describen.

4.1. Metodología para el estudio del trabajo.

Método regreso a cero: El reloj muestra el tiempo para cada elemento y se regresa a cero para una nueva medición.

Para el presente trabajo se busca mejorar y eliminar los cuellos de botella, recursos restrictivos, factores limitantes del sistema en el área de maquinado. Por lo que se siguió la metodología del libro de Niebel.

PROCEDIMIENTOS PARA EL ESTUDIO DEL TRABAJO

1. Escoger o seleccionar la cantidad de pieza a muestrear.
2. Registrar y recolectar el proceso y tiempo en el que se lleva maquinar determinada pieza por ejemplo una Carcaza TRL.
3. Estudiar, examinar, analizar información recopilada en la hoja de mapeos

- 3.1. Eliminar los procesos, operaciones, actividades que no forman parte del trabajo del maquinado de la pieza
- 3.2. Cambiar, modificar, acciones que no agreguen valor al proceso de la pieza
4. Diseñar: un método que nos permita realizar el proceso de mapeado.
 - 4.1. Método regreso a cero: El reloj muestra el tiempo para cada elemento y se regresa a cero para una nueva medición.
5. Aplicar el método de regreso a cero en todas las piezas
6. Mantener y controlar dicho método en las piezas

ASPECTOS A CONSIDERAR:

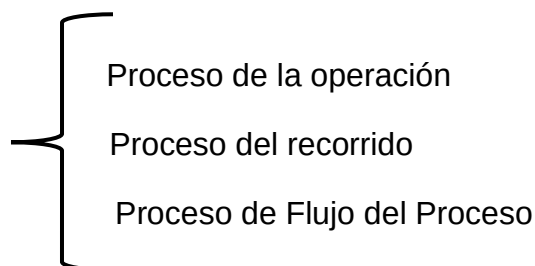
Escoger o seleccionar en el proceso:

- Consideraciones Humanas:
 - Las actividades que causan insatisfacción ya sea herramienta inadecuada
 - Las actividades peligrosas tales como el peso excesivo en algunas piezas y posibles problemas respiratorios.
 - Actividades repetitivas una de ellas se presenta en los taladros ya que se ejerce
- Consideraciones Técnicas y/o Tecnológicas:
 - La necesidad primordial de la empresa es la de actualización, modernización de sus equipos de trabajo.

REGISTRAR LA INFORMACIÓN PERTINENTE Y SUFICIENTE

Esto se realizara a través de técnicas adecuadas, gráficos y diagramas

Diagramas



Formato de registro de piezas.

Para el estudio de tiempos en PICSA se seleccionó el diagrama de procesos, que nos permite conocer y analizar las actividades realizadas durante el mapeo en él se registra las diferentes actividades que conlleva un proceso, registrando sus operaciones, inspecciones, demoras, traslados, etc., así mismo se registra la máquina, el operador, lado a maquinar y fecha como se puede apreciar en el anexo 2.

De igual manera se registrara las tolerancias que se muestran en las tablas 11, 13, 14y 15 las cuales ya estaban en existencia debido a que existen antecedentes de mapeos en la empresa, estas tolerancias fueron tomadas a partir de los primeros 6 mapeos realizados con la llegada del segundo Ing. De procesos. También influye la empresa ya que va mejorando sus procesos con la compra de Centros de maquinado para agilizar sus producción ya que constantemente los requerimiento y entregas del cliente van cambiando.

Las tolerancias se obtuvieron mediante 6 muestras dichas muestras ya estaban establecida en la empresa. Ver anexo 3

Estas tolerancias (suplementos) permiten determinar tiempos dentro del proceso, ya que se podía observar que el tiempo en lagunas personas era más y en otras era menos y se optó por determinar tolerancias que no perjudicaran al trabajador ni al proceso.

- Creación del flujo de recorrido en la empresa.

Esto para conocer el recorrido que determinada pieza realiza en todo su proceso de maquinado.

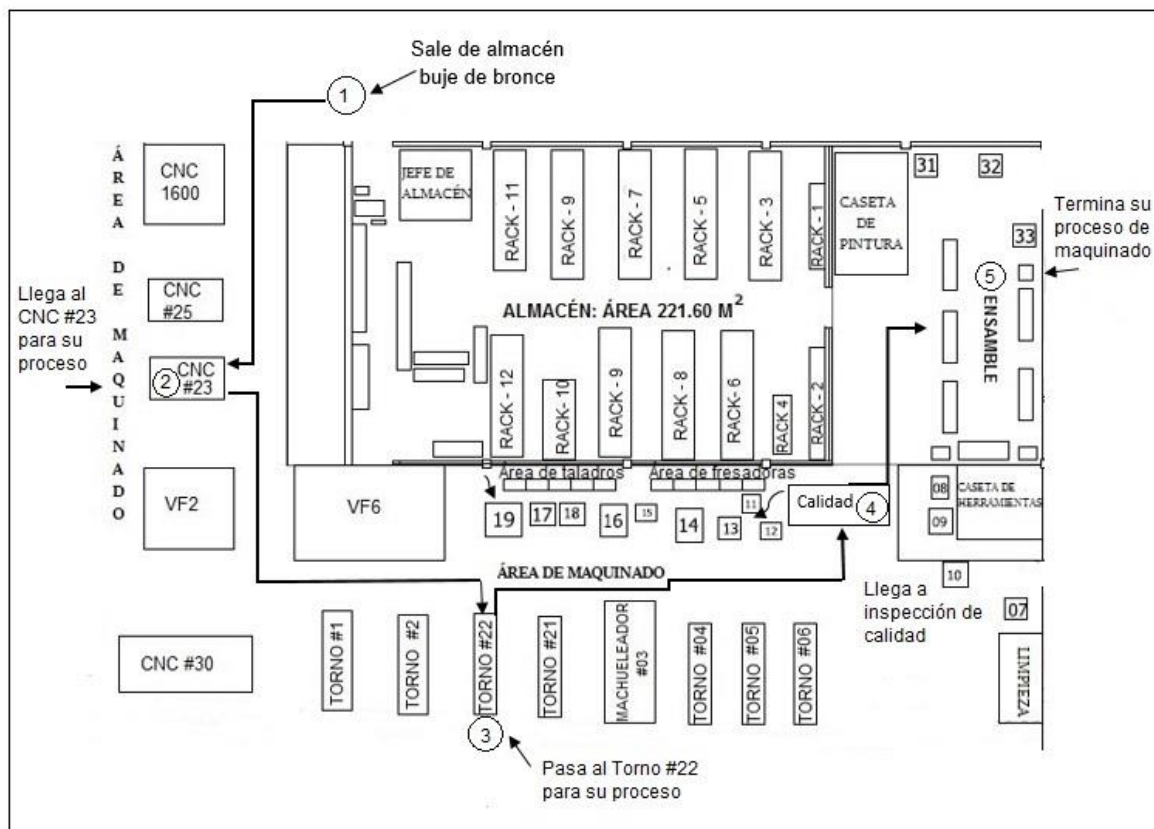


Imagen 3 Recorrido de la pieza buje de bronce

En base a lo anterior de estudio de tiempos y movimientos se determinó realizar una distribución de planta por proceso por lo que a continuación se describe.

4.2 Distribución de planta por proceso

La distribución en planta por proceso fue el método que se adopta en la producción ya que el personal y los equipos que realizan una misma función se agrupan en el área de maquinado. En esta distribución, las distintas piezas tienen que moverse, de un área a otra, de acuerdo con la secuencia de operaciones establecida para su obtención. La variedad de productos que en PICSA son fabricados tienden a diversas secuencias de operaciones, lo cual se reflejará en una diversidad de los flujos de materiales entre talleres. A esta dificultad hay que añadir la generada por las variaciones de la producción a lo largo del tiempo que pueden suponer modificaciones (incluso de una semana a otra) tanto en las cantidades fabricadas como en los propios productos elaborados.

Factores que se tomarán en cuenta para la selección de la distribución en planta

Los materiales

Dependerá necesariamente de las características de aquéllos y de los materiales sobre los que haya que trabajar (herramientas de medición, martillos, pinzas, etc.).

La maquinaria

Para lograr una distribución adecuada es indispensable tener información de los procesos a emplear:

- Careado
- Desbaste
- Taladrado
- Machueleado
- Avellanado
- Profundidades
- Longitudes
- Marcado
- Limpieza
- Soldadura
- Ensamble de la bomba
- Ensamble de tablero

Maquinaria:

- CNC #23
- CNC #25
- CNC #30
- EC1600
- VF6
- VF2
- Tornos convencionales
- Taladros
- Fresadoras
- Machueleador
- Famco

La mano de obra

Dentro del área de maquinado se encuentra 10 operadores de máquinas y en el taller eléctrico se cuentan con 5 trabajadores, tomando en cuenta estos datos se debe considerarse la seguridad de los empleados previéndolos de trajes especiales de la rebaba, gafas y audífonos, junto con otros factores, tales como luminosidad se ve reflejada en soldadura que se provee de gafas especiales y ventilación, temperatura que debe ser adecuada.

El movimiento

En relación con este factor, hay que tener presente que las manutenciones no son operaciones productivas tales son los movimientos que los trabajadores de taller eléctrico realizan al trasladarse de su taller a producto terminado tiempo que se puede utilizar en otra actividad pues no añaden ningún valor al producto. Debido a ello, hay que intentar que sean mínimas y que su realización se combine en lo posible con otras operaciones, sin perder de vista que se persigue la eliminación de manejos innecesarios.

El edificio

La consideración del edificio es siempre un factor fundamental en el diseño de la distribución ya que las consideraciones de espacio dependen de él como sus condiciones en infraestructura.

4.3 Análisis de nuevas alternativas por medio del Muther's Systematic Layout Planning SLP

1. Diagrame las relaciones. En esta primera etapa se establecen las relaciones entre las diferentes áreas; después, se elabora un diagrama sobre un formato especial llamado diagrama de relaciones. Una relación es el grado relativo de acercamiento, que se desea o que se requiere, entre diferentes actividades, áreas, departamentos, habitaciones, etc.

1.1 El siguiente diagrama de proceso muestra la secuencia que una pieza sigue en las diferentes áreas hasta finalizar en un equipo de bombeo.

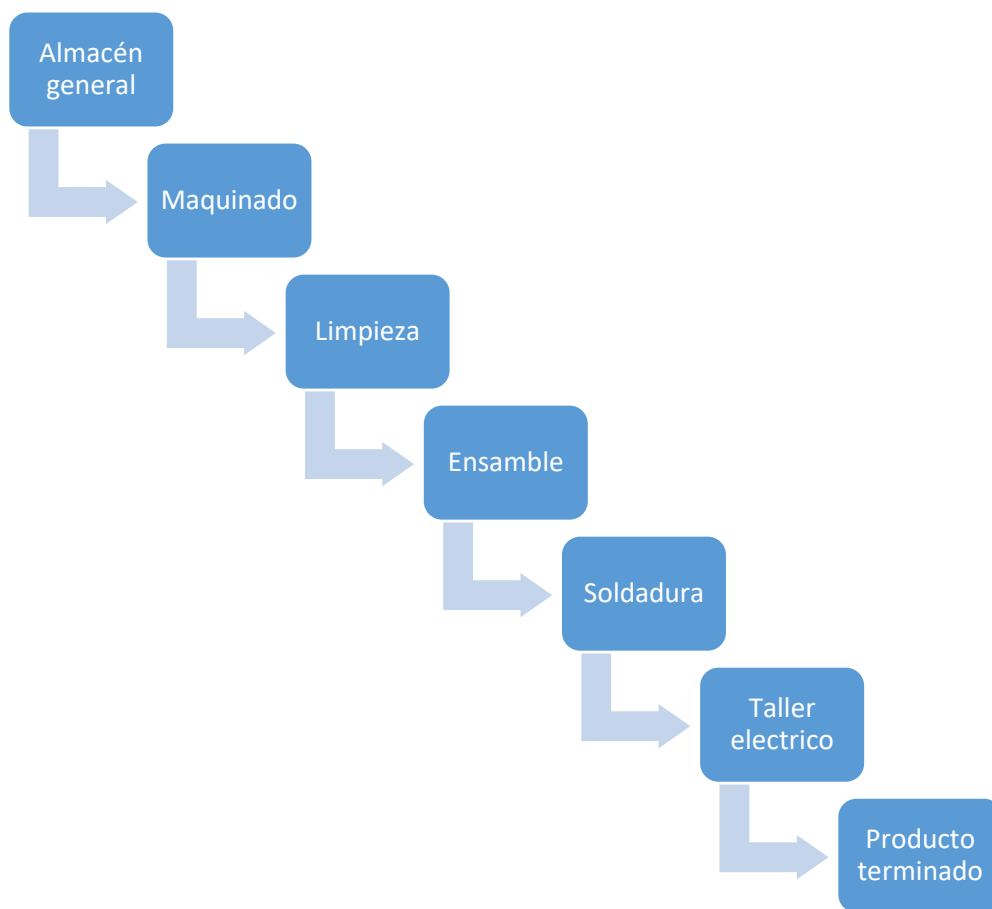


Grafico 1 Diagrama de proceso del equipo de bombeo

2. Establezca las necesidades de espacio. En la segunda etapa se establecen las necesidades de espacio en términos de los pies cuadrados que existen. Estos

valores pueden calcularse con base en las necesidades de producción, a partir de áreas existentes, proyectadas para expansiones futuras.

2.1. Análisis Producto -Cantidad

Para este análisis se elaboró un listado de productos que se representa en la tabla 1 donde se muestra la cantidad de piezas por orden de producción por día a maquinar y en forma de histograma en la que las abscisas representan los diferentes productos, grafico 1.

Producto	Piezas
Impulsor	162
Carcaza	144
Adaptador	97
Asiento válvula	90
Cuerpo difusor	70
Embolo válvula	70
Cubierta de sello	32

Tabla 1 volumen de piezas

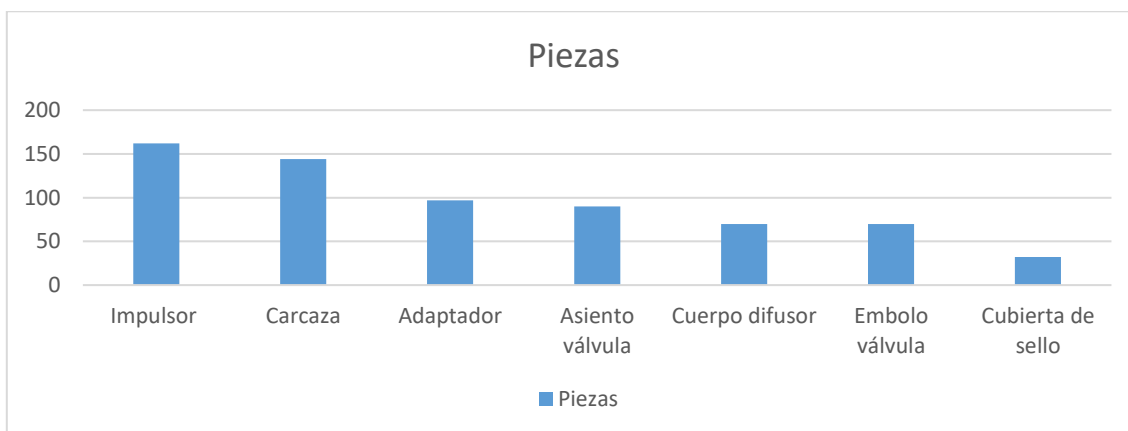


Grafico 2 Volumen de piezas

Debido a que la empresa establece una estricta confidencialidad de sus datos solo se pueden mostrar datos por orden de trabajo de un día. Pero en un estudio posterior se podría realizar un muestreo de cuanta piezas se maquinan, la pieza más producida y su secuencia de producción para hacer comparaciones entre ellas y verificar si requieren de mayor espacio en el almacén o en el lugar donde se están procesando.

3. Elabore diagramas de relaciones entre actividades. En la tercera etapa se dibuja una representación visual de las diferentes actividades.

3.1 Grafica de relaciones entre actividades y diagrama relacional de recorridos o actividades.

El grafico de relaciones entre actividades es un método cualitativo para indicar la importancia relativa de la relación entre maquinarias para determinado proceso (Muther, 1981) ver grafica 2 y entre estaciones de trabajo ver grafica 4.

La tabla 2 describe los tipos de relaciones de cercanías que se pueden tener al momento de realizar la gráfica de relaciones.

Valor	Relación de cercanía
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinaria
U	Sin importancia
X	No deseable

Tabla 2 Valor relación entre actividades

Valor	Color	Número de líneas
A	Rojo	
E	Amarillo	
I	Verde	
O	Azul	
U		
X	Café	

Tabla 3 Código de la proximidades

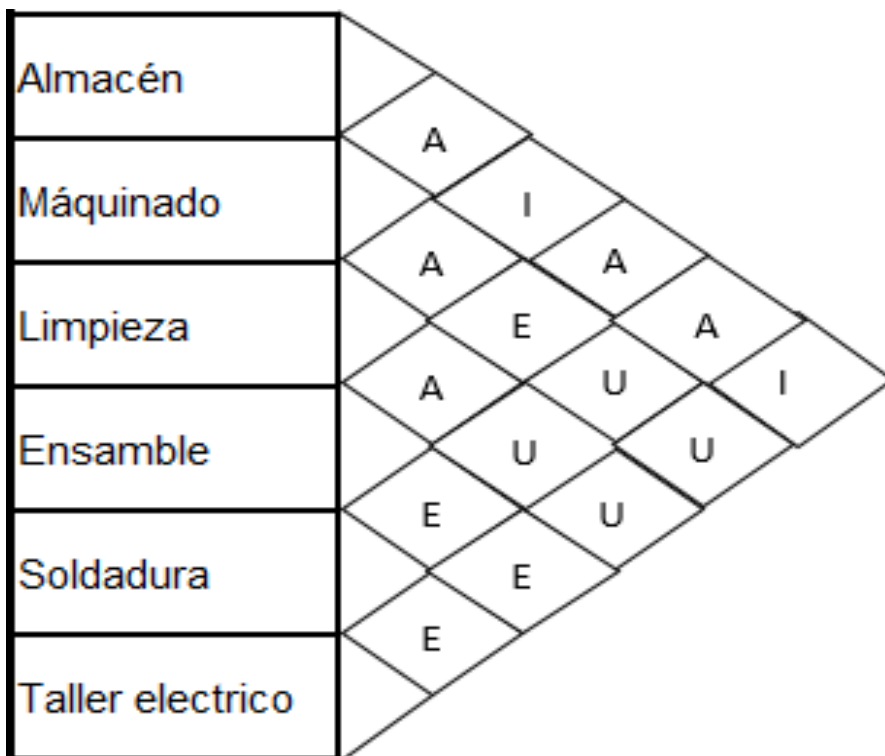


Grafico 3 Relación de actividades entre Áreas

El grafico 1 muestra la relación que existe entre las diferentes áreas que existen en la empresa, las cuales llevan una primera secuencia:

El primer paso y considerado el punto de partida para la elaboración del equipo es que si almacén no abastece a maquinado esta no puede procesar las piezas por ello se le asigno absolutamente necesaria ya que basándonos en el libro de Richard Muther lo representa como la relación perfecta, segunda relación si maquinado no termina sus piezas limpieza no puede realizar su trabajo por eso se le asigno absolutamente necesario, tercera relación si limpieza no termina su trabajo ensamble no puede armar la bomba en esta parte el proceso se debe realizar a detalle ya que el armar una bomba implica paciencia, dedicación y empeño por eso se le asignó la relación de absolutamente necesaria , cuarta relación ensamble y soldadura estas dos áreas actúan independientemente ya que soldadura no necesariamente espera que termine de fabricar la bomba ya que ellos pueden armar su base y dejarla en espera de la bomba así viceversa ensamble no está esperando que realicen la base, pero a pesar de que trabajan independientemente llegan a un fin en común armar el equipo por eso se le asigno especialmente importante, quinta relación que corresponde al taller eléctrico sucede lo mismo que con ensamble y soldadura el taller trabaja independientemente de ellos ya que ellos pueden elaborar el tablero pero de igual manera llegan a un mismo fin que es la elaboración de equipo y su prueba.

Segunda secuencia: la relación entre almacén y limpieza se considera importante ya que en algún momento almacén puede sugerir a limpieza alguna cierta especificación en la pieza, la relación entre almacén y maquinado es especialmente importante ya que entre estas dos áreas el intercambio de materiales en buen estado permitirá una buena elaboración de la bomba, pero si se llegara a dar el caso de rechazar una pieza ensamble debe continuar ya sea con otra bomba o reordenado su área, etc., la relación entre limpieza y soldadura se considera sin importancia ya que estas dos áreas son absolutamente independientes, la relación entre ensamble y taller eléctrico es especialmente importante ya que la bomba debe estar en óptimas condiciones para poder realizar la prueba ya que si no será rechazada y esa orden de producción quedara en espera y se continuara con otra.

Tercera secuencia: la relación entre el almacén y ensamble se considera absolutamente necesaria ya que almacén abastece a esta área con herramientas necesarias para la elaboración de la bomba, la relación maquinada y soldadura se considera sin importancia ya que estas áreas no depende una de la otra (son procesos diferentes), la relación entre limpieza y taller eléctrico se considera sin importancia al igual que maquinado y soldadura realizan procesos diferentes.

Cuarta y última relación almacén y taller eléctrico se considera importante ya que cada vez que el almacén general surte a taller eléctrico el encargado puede retrasar

las entregas de material a los trabajadores del taller, esto se realiza cada mes dependiendo de los productos que se registren en el inventario como insuficientes.

Es importante aclarar que debido a que la empresa requiere tener a los trabajadores en constante movimiento y en cuestión de reducir los tiempo improductivos cada vez que una pieza o la bomba se rechacen el siguiente proceso al que deberían de pasar debe justificar mediante la orden de limpieza de área en sus observaciones que está esperando material de trabajo pero en el tiempo que lo espera debe realizar dicha orden mencionada siempre en su lugar de trabajo.

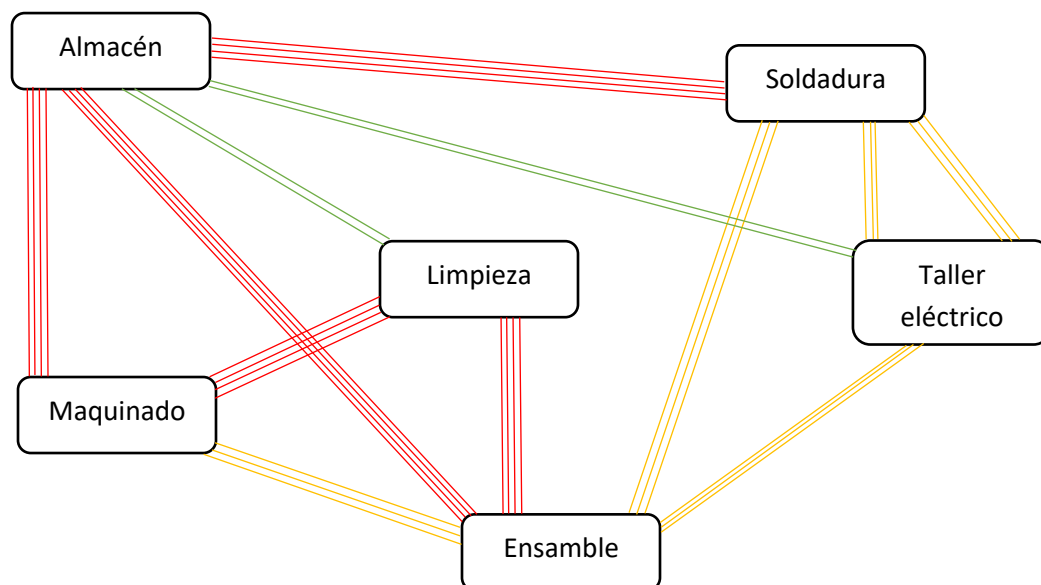


Grafico 4 Diagrama relacional de recorridos

4. Elabore relaciones de espacio en la distribución. Después, se crea una representación espacial escalando las áreas en términos de su tamaño relativo.

Ya que la empresa por política de confiabilidad de los datos no se muestra la parte de espacios de las áreas la representación de configuración de la relación espacial de Dorben Consulting no se muestra.

5. Evalúe una distribución alterna.

Analizando el diagrama de relaciones se observa que la relación que tienen las áreas de ensamble, soldadura y taller eléctrico es especialmente importante por lo

que se recomienda realizar el cambio del taller cerca de estas dos áreas, lo que también generara mayor paso entre el área de maquinado ya que se obstruía el pasillo al momento de trasladarse de un área a otra con los tableros.

El siguiente paso, después de la elaboración del diagrama de relaciones es la construcción de una alternativa de distribución que dé solución al problema el cual se puede apreciar en el capítulo V Resultados, en el apartado Reubicación del taller eléctrico, paso 6 instalaciones, ver imágenes 9 y 10 reubicaciones de áreas

4.4 Cálculo del número de observaciones realizadas para la comparación de tiempos de la antigua ubicación y la nueva ubicación

Se puede establecer un número más exacto con métodos estadísticos (cálculo de observaciones), ya que como estudio de tiempos es un procedimiento de muestreo, se puede suponer que las observaciones tienen distribución normal alrededor de la media. (Gómes, 1981)

4.4.1 Cálculo del número de observaciones para la antigua ubicación del taller eléctrico

Realizando el estudio del cálculo del número de observaciones para 5 lecturas de la antigua ubicación mostro una media de 2.90 y una desviación de 0.192. Una probabilidad de error del 7% para 4 grados de libertad (5 menos 1 grado de libertad para estimar un parámetro) conduce a $t = 2.132$. Dado que el estudio involucra solo muestras pequeñas ($n < 30$) de una población entonces la fórmula es:

$$n \left\{ \frac{ts}{kx} \right\}^2$$

Tiempo antiguo ubicación de taller eléctrico	
# personas	Minutos
1	00:02:37
2	00:03:06
3	00:02:57
4	00:03:02
5	00:02:49
Total	00:02:54

Tiempo antiguo ubicación de taller eléctrico	
# personas	Minutos
1	2.62
2	3.10
3	2.95
4	3.03
5	2.82
$\bar{X}$	2.90

Tabla 4 Determinación del número de observaciones

Se realizó la conversión de los segundos para poder realizar el cálculo de la media

Nivel de confianza	90%
Promedio	2.90
Desviación	0.192
Error	0.07
T	2.132

$$n \left\{ \frac{ts}{kx} \right\}^2$$

$$n = \frac{2.132 * 0.192}{0.07 * 2.90}$$

$$n = \frac{0.409344}{0.203}$$

$$n = 2.016^2$$

$$n = 4.05651365 \sim 5 \text{ muestras}$$

4.4.2 Cálculo del número de observaciones para la nueva ubicación del taller eléctrico

Realizando el estudio del cálculo del número de observaciones para 5 lecturas de la nueva ubicación mostro una media de 0.0069 y una desviación de 0.00098. Una probabilidad de error del 7% para 4 grados de libertad (5 menos 1 grado de libertad para estimar un parámetro) conduce a $t = 2.132$.

Tiempo nuevo ubicación de taller eléctrico	
# personas	Minutos
1	00:00:45
2	00:00:49
3	00:00:38
4	00:00:41
5	00:00:34
Total	00:00:41

Tiempo nuevo ubicación de taller eléctrico	
# personas	Minutos
1	0.008
2	0.008
3	0.006
4	0.007
5	0.006
Total	0.0069

Nivel de confianza	90%
Promedio	0.0069
Desviación	0.00098
Error	0.07
T	2.132

n= 4.30859704~5 muestras

Realizando la comparación de los tiempos se puede observar que el tiempo que se hacían de la antigua ubicación del taller eléctrico al área de producto terminado era de 2 minutos con 54 segundos el cual disminuyo con el cambio de esta área a 41 segundos con la finalidad de reducir el tiempo para trasladarse de un lugar a otro y obstrucciones en el área de maquinado.

Capítulo V. Resultados.

Durante el desarrollo del capítulo anterior se presentaron las propuestas de distribución de planta correspondientes tanto por el método SLP como los factores que influyen en la distribución de planta por proceso, sin embargo, en esta sección se presenta un análisis más detallado de las mismas, haciendo énfasis en los puntos críticos importantes durante el estudio.

Esta parte del estudio muestra la opción existente para la selección final de la distribución de planta, la cual se hizo desarrollando los métodos de SLP, Factores que influyen en la distribución de planta por proceso y el cálculo del número de observaciones realizadas.

En primera instancia, se tiene el resultado obtenido mediante el uso del método SLP, el cual no es otra cosa más que el valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos mediante el diagrama de relaciones.

Otro punto importante la complementación del cálculo de observaciones requeridas las cuales en el capítulo anterior arrojaron más observaciones para poder determinar una mayor confiabilidad al momento de realizar las comparaciones obtenidas en los tiempos de la nueva ubicación y la antigua ubicación.

La presente tabla muestra el mapeo de una glándula cuyo proceso es corte lado superior realizado en la sierra cinta por el operador Gabriel correa.

Hoja de Mapeo de Operación									
Fase	Pieza	Lado	Nombre del Operador		Máquina		Realizó	Verificó	Fecha
2°	GLANDULA ARM 284 M64 H P00464	Superior	Gabriel Correa		Sierra Cinta		ING. Marisol Valdes	ING. F. Geovanni Galindo	14-nov-17
No.	Descripción de la actividad	Símbolo					Tiempo manejado	OBSERVACIONES	
1	Herramentar Sierra Cinta							00:10:52	Colocar plantilla de corte
2	Colocar pieza							00:00:01	
3	Centrar pieza							00:00:08	
4	Cortar pieza							00:02:15	
5	Ajustar máquina							00:02:04	
6	Máquinar pieza							00:00:59	Cortar pieza
7	Quitar pieza							00:00:03	
8	Inspeccionar pieza							00:00:09	
9	Colocar pieza							00:00:01	
10	Ajustar máquina							00:00:20	
11	Ir por herramienta							00:11:33	
12	Ajustar máquina							00:00:09	
13	Máquinar pieza							00:00:57	Cortar pieza
14	Quitar pieza							00:00:01	
15	Inspeccionar pieza							00:00:11	
16	Colocar pieza							00:00:01	
17	Ajustar máquina							00:00:27	
18	Máquinar pieza							00:00:49	
19	Quitar pieza							00:00:03	
20	Inspeccionar pieza							00:00:04	
21	Transportar pieza							00:01:09	De Sierra Cinta a Mesa de calidad
22	Transportar pieza								De mesa de calidad a almacen

En el tiempo de herramentar la sierra cinta se consideran las opciones de: cambiar alguna herramienta como buriles, insertos, brocas, también se considera la limpieza de la máquina, cambio y limpieza de mordazas.

El colocar la pieza se considera desde que el operador toma la pieza y la coloca en la máquina.

En inspeccionar la pieza se refiere a verificar en el dibujo de la pieza, aquí se requiere comprobar que los diámetros que se requieren en el plano se maquinen en

realidad, así mismo en el proceso del careado tanto desbaste de la pieza checar que el espesor sea el correcto.

En maquinar la pieza, este proceso va dependiendo a lo que el plano solicite va desde un desbaste de diámetros, careados, chaflanes, avellanado, machueleado y punteado de la pieza.

Ajustar la máquina se refiere a las medidas de en la que se posicionara la pieza para empezar a maquinarla.

Transportar la pieza se refiere a los traslados que realiza la pieza una vez que ha salido del almacén y una vez que se ha terminado su proceso en determinada máquina y se transporta a mesa de calidad, el traslado hacia el almacén ya no se toma ya que el tiempo que pasan las piezas en ser inspeccionadas por calidad es indefinido.

Con la creación del documento control de piezas mapeadas se logra apreciar el estado de las piezas.

ESTADO DE PIEZA	CANTIDAD
DADO DE ALTA	133
EN REVISIÓN	35
X CAPTURAR	19
EN PLANTA	2
EN PAUSA	22

Tabla 5 Estado de las piezas

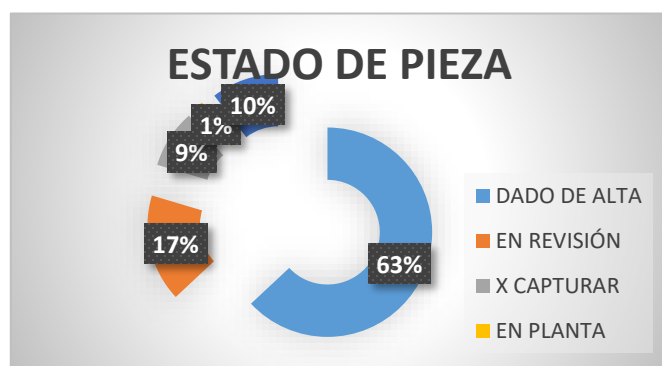


Grafico 5 Estado de las piezas mapeadas

En el grafico se aprecia que se lleva un total de piezas mapeadas en la planta de 158 piezas de un total de 302 piezas.

DESCRIPCION	TOTAL DE PIEZAS	PIEZAS MAPEADAS	% DE AVANCE
ADAPTADOR	25	16	64%
ANILLO	19	10	53%
ASIENTO	5	5	100%
BRIDA	4	4	100%
BUJE	1	1	100%
CARCAZA	53	23	43%
COLLARIN	2	2	100%
CUBIERTA	20	13	65%
CUERPO	13	13	100%
EMBOLO	7	7	100%
ESPACIADOR	16	7	44%
FLECHA	16	2	13%
GLANDULA	5	0	0%
IMPULSOR	53	31	58%
MANGUITO	6	2	33%
MANIFUL	2	1	50%
MEDIO COPLE	5	3	60%
PEDESTAL	11	3	27%
PLATO	3	1	33%
RONDANA	5	2	40%
SOPORTE	2	2	100%
TAPA	8	6	75%
TAPÓN	1	1	100%
TUERCA	20	3	15%

Tabla 6Piezas mapeadas

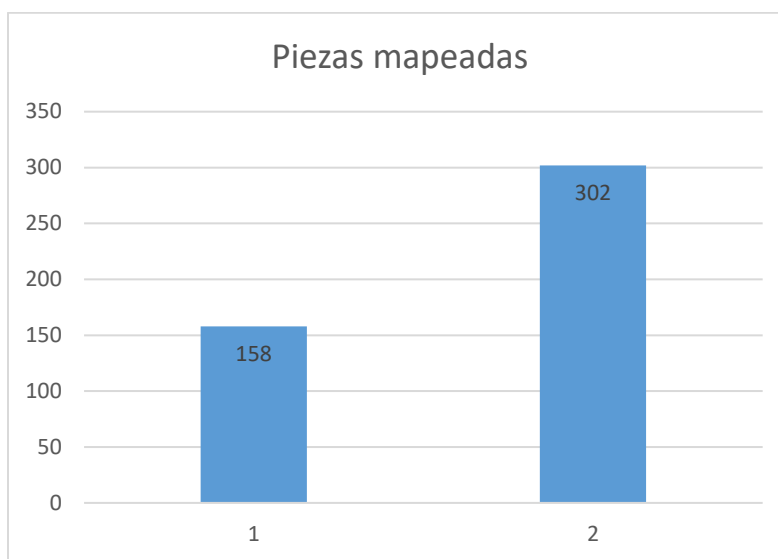


Grafico 6 Piezas mapeadas

Esto se debe a que las piezas no salen constantemente, ya que algunas piezas se van requiriendo conforme al equipo que el cliente este solicitando.

Con base a lo anterior se realizó la asignación a las 4 áreas que tiene la empresa conforme a proceso la cual se me asigno el área de taller eléctrico la cual describiré a continuación.

5.1 Solución a incidencias en eléctrico

En el taller eléctrico se estaban suscitando incidencias de retraso de material y muchos tiempos sobre la espera del material que aparecían en el checador por ello se inspecciono esa área y se encontraron algunos factores que retrasaban el proceso y las posibles causas de retraso de material los cuales aparecen en el diagrama de causa y efecto.

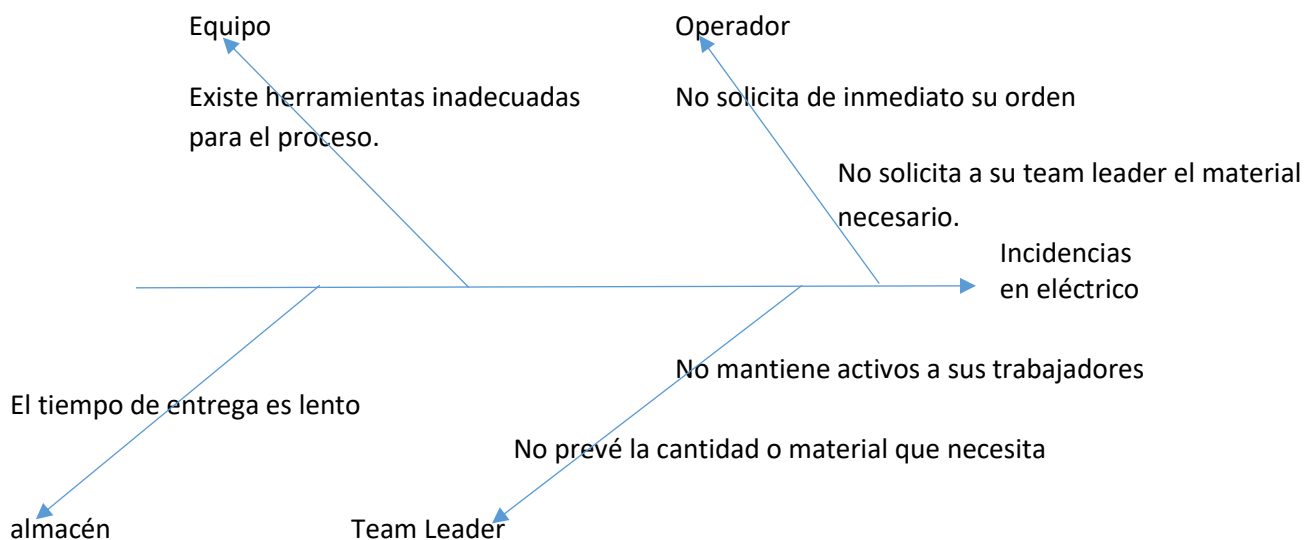


Grafico 7Diagrama causa-efecto Incidencias eléctrico

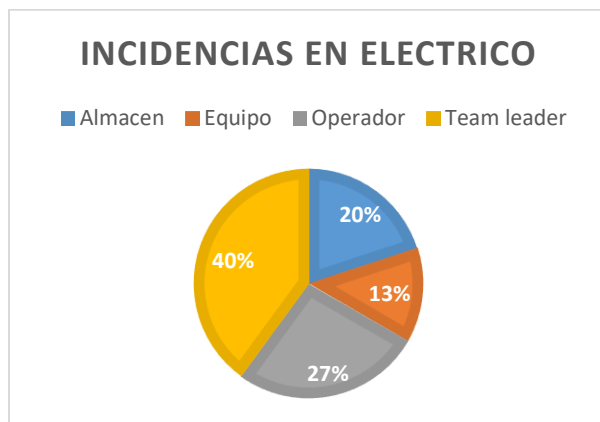


Grafico 8Incidencias

Se realizó un estudio y se encontró que el team leader encargado de proveer a sus operadores el material no lo estaba haciendo, sino que este estaba delegando su responsabilidad. La solución fue que el team leader nuevamente realizara este trabajo y que al momento en el que el checara que un operador estaba por terminar su tablero acudiera por la segunda orden de trabajo y su material correspondiente.

Se revisó el checador y se notó que los tiempos de espera de material disminuyeron en un 20% ya que el team leader atendía las ordene y solicitaba el material antes esto quiere decir que preveía por si alguno de sus operadores terminaba

Y el primer proceso se separar en dos barrenado y machueleado de platina y la segunda parte constara del gabinete.

[illegible]

Tabla 8 Formato de captura eléctrico

Los demás procesos de serán normales ya que una vez barrenada y machueleada la platina como el gabinete ya solo se ensambla, se cablea y se prueba el tablero.

En el 3° proceso que es el de cableado se debe tener un estricto cuidado ya que al más mínimo error el tablero se puede quemar o el operador puede sufrir descargas eléctricas al momento de probarlo por ello se determinó que esta parte sea una inspección con operación en las partes en las que se está cableando con:

1	Sujetar cables							00:02:29	
2	Cablear ensamble de platina							00:19:15	Desde transformador a interruptor
3	Cortar cable							00:00:25	Para guarda motor

Imagen 4Proceso 3° Cableado

En el 4° proceso que es el de la prueba se debe tomar el tiempo tanto del operador que lo prueba, tanto como del team leader ya que este último determina si el tablero se libera o se regresa para reparación.

1	Prueba							00:10:33	Operador
2	Prueba							00:07:23	Team Leader

Imagen 5Proceso 4° Prueba

Y ambas pruebas se consideran como inspección con operación.
Para conocer el recorrido que realiza el tablero se realizó un diagrama de recorrido.



pág. 49

5.3 Reubicación del taller eléctrico

Ante la llegada de un nuevo centro de maquinado se realizó una reubicación para el taller eléctrico, el cual se encuentra ubicado en el área de maquinado y que el espacio con el que cuenta es de 4.65 metros de largo por 3.60 metros de ancho lo que significa muy poco espacio para los trabajadores debido a que las actividades que realizan requieren de más espacio. Una de ellas es medir cable para los tableros. Este plano muestra la distribución que se tenía antes de que llegara la maquina CNC 30.

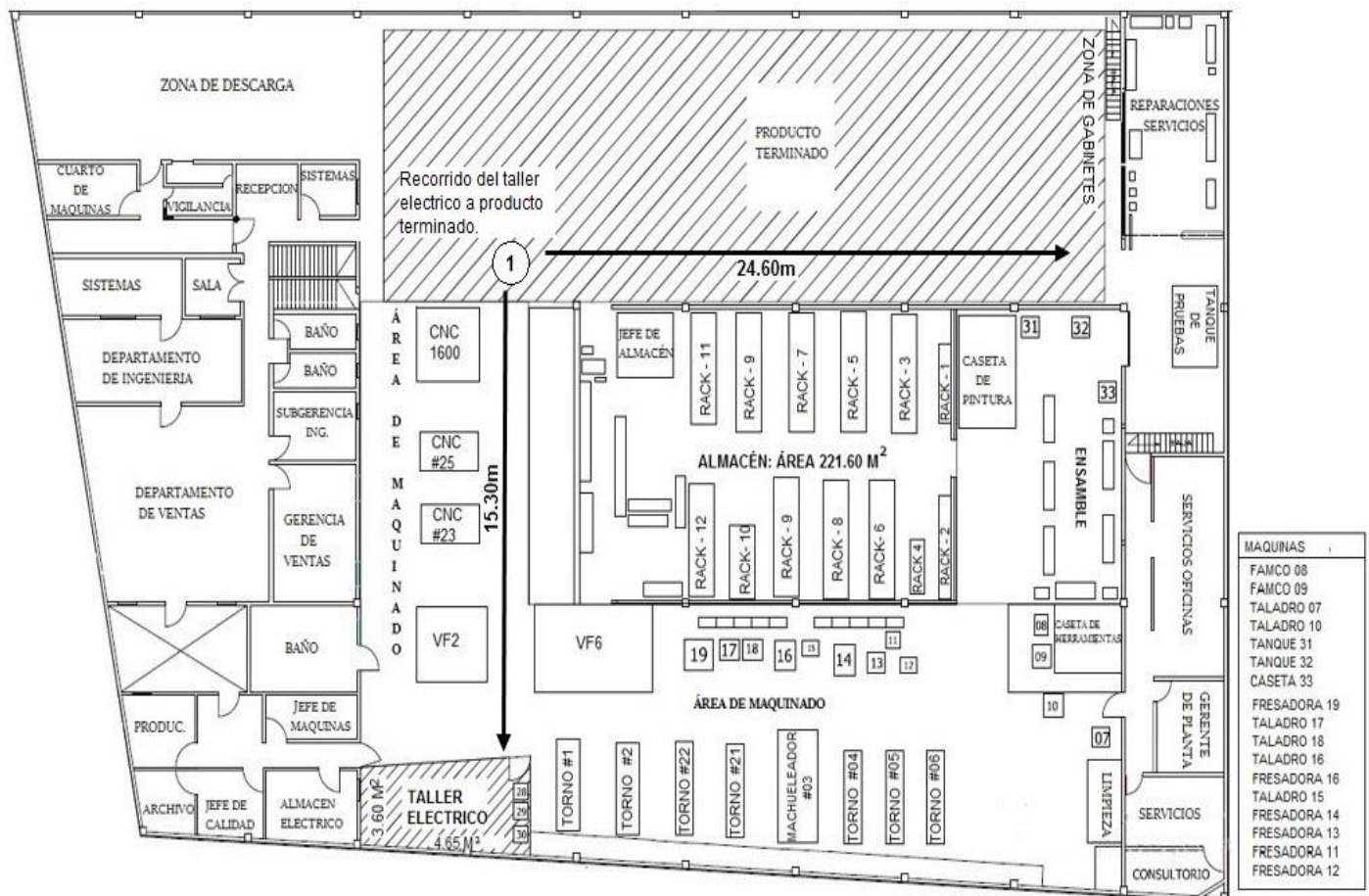


Imagen 7 Recorrido del taller eléctrico a producto terminado

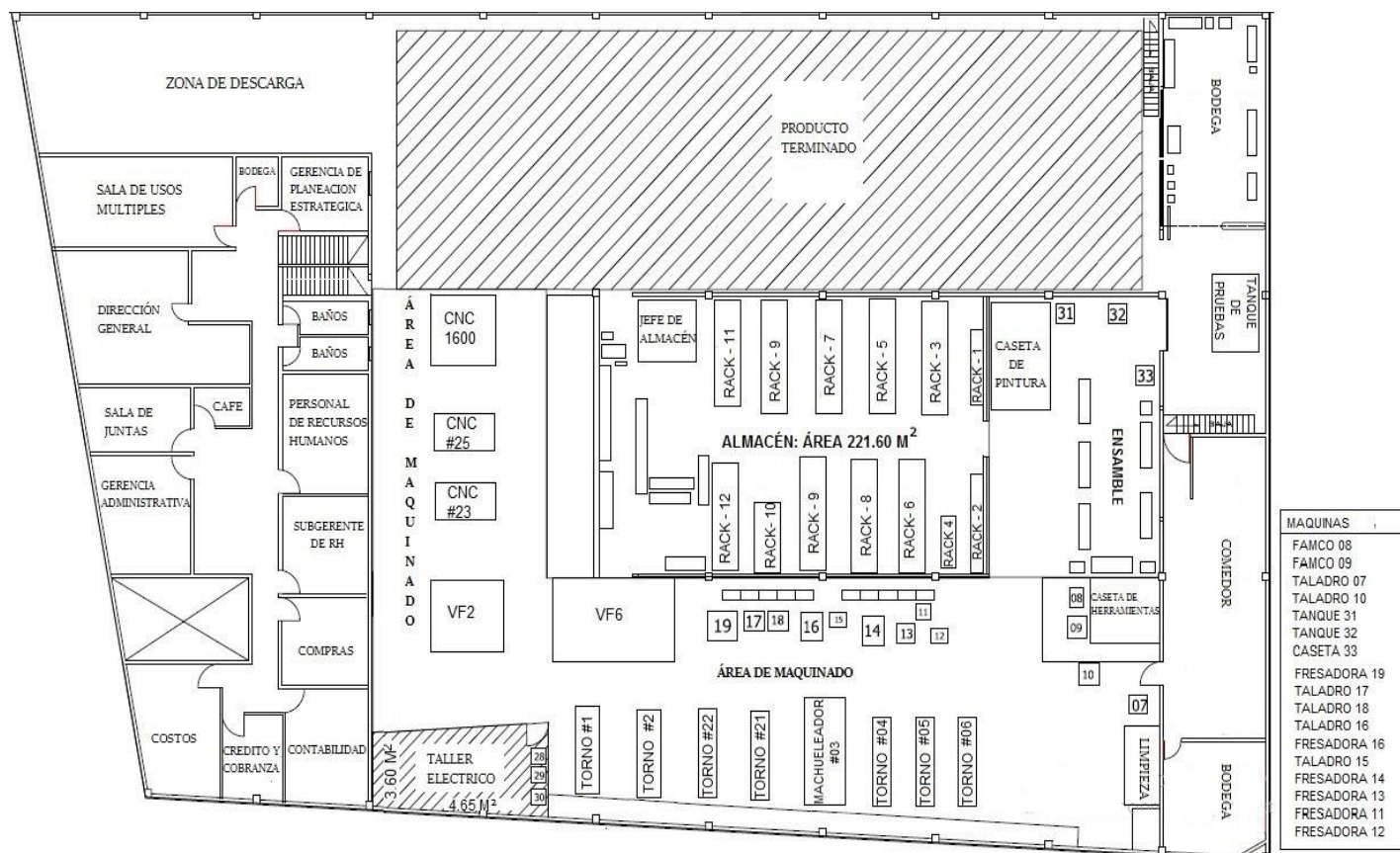


Imagen 6 Planta alta antigua ubicación de la bodega

Se analizaron varias opciones y se optó por reubicar al taller eléctrico y su almacén cerca del área de producto terminado ya que en esa zona se colocan los gabinetes y las bombas después de su ensamble, para posteriormente colocar el tablero u hacer ajuste a la bomba por parte de los trabajadores del taller eléctrico y la nueva máquina CNC #30 se coloca en el lugar del taller utilizando el método SLP se tomó esta decisión en base a las distancias y el tiempo que los trabajadores del taller eléctrico tienen que recorrer para poder traer e ir armar los tableros.

Así mismo se reubico el departamento de reparaciones y servicios al almacén 131 que se encuentra a dos cuadras de la planta ya que en ese lugar se encuentra el departamento de logística y embarques y ahí se llevan las bombas para su distribución y para su reparación es por eso que se optó por mover el departamento de servicios a dicho lugar para que se evite el estar transportando las bombas del almacén a la planta.

Paso 6 de la distribución de Muther. Instalación. Una vez analizando todos los posibles cambios y con la utilización de las herramientas del SLP y el cálculo del tamaño de la muestra, esta última para determinar mejor los tiempos en recorrido de dichas ubicaciones y se optó que la mejor reubicación para el taller sería pasándolo cerca del área de producto terminado para que el traslado de los tableros y su instalación en la bomba sea más rápido.

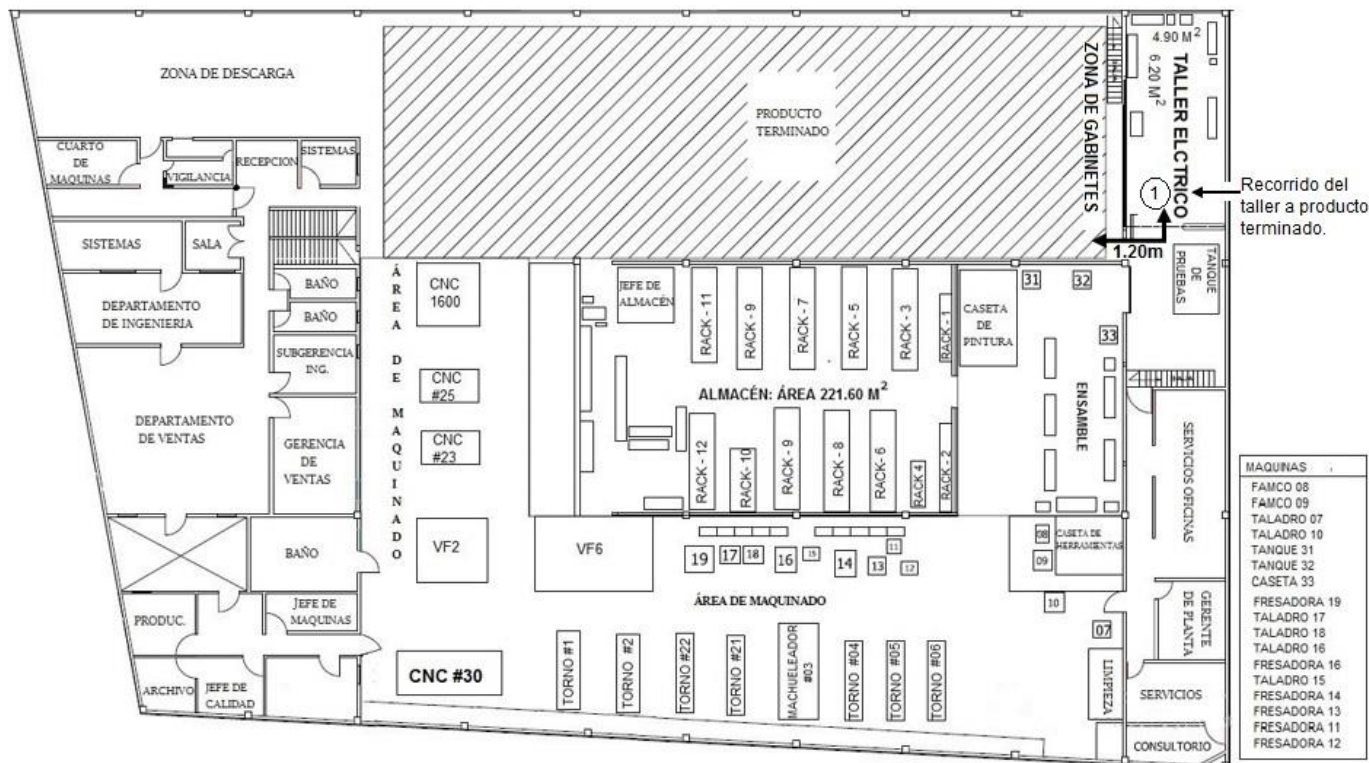


Imagen 9 Nuevo recorrido realizado desde el taller hasta producto terminado

Con el cambio del taller eléctrico se redujo traslado de los trabajadores hacia el área de producto terminado donde se encuentran los gabinetes siendo la reducción a 1.20 metros y en tiempo con 41 segundos. El cambio realizado no afecta las demás áreas ya que la fabricación de los tableros es independiente de la fabricación tanto de la bomba como de la base, pero no quiere decir que no se llegue a un fin en común que es la fabricación del equipo.

De esta manera al mover esta área cerca del área de producto terminado se estaría reduciendo esfuerzo y tiempo en mover los tableros y al personar ya que

mover un tablero es muy difícil y delicado ya que al momento de moverlos puede existir riesgo de chocar con las maquinas o pizas que se encuentran en los pasillos, dado que algunos tableros son muy grandes tal es el caso de los HVAC.

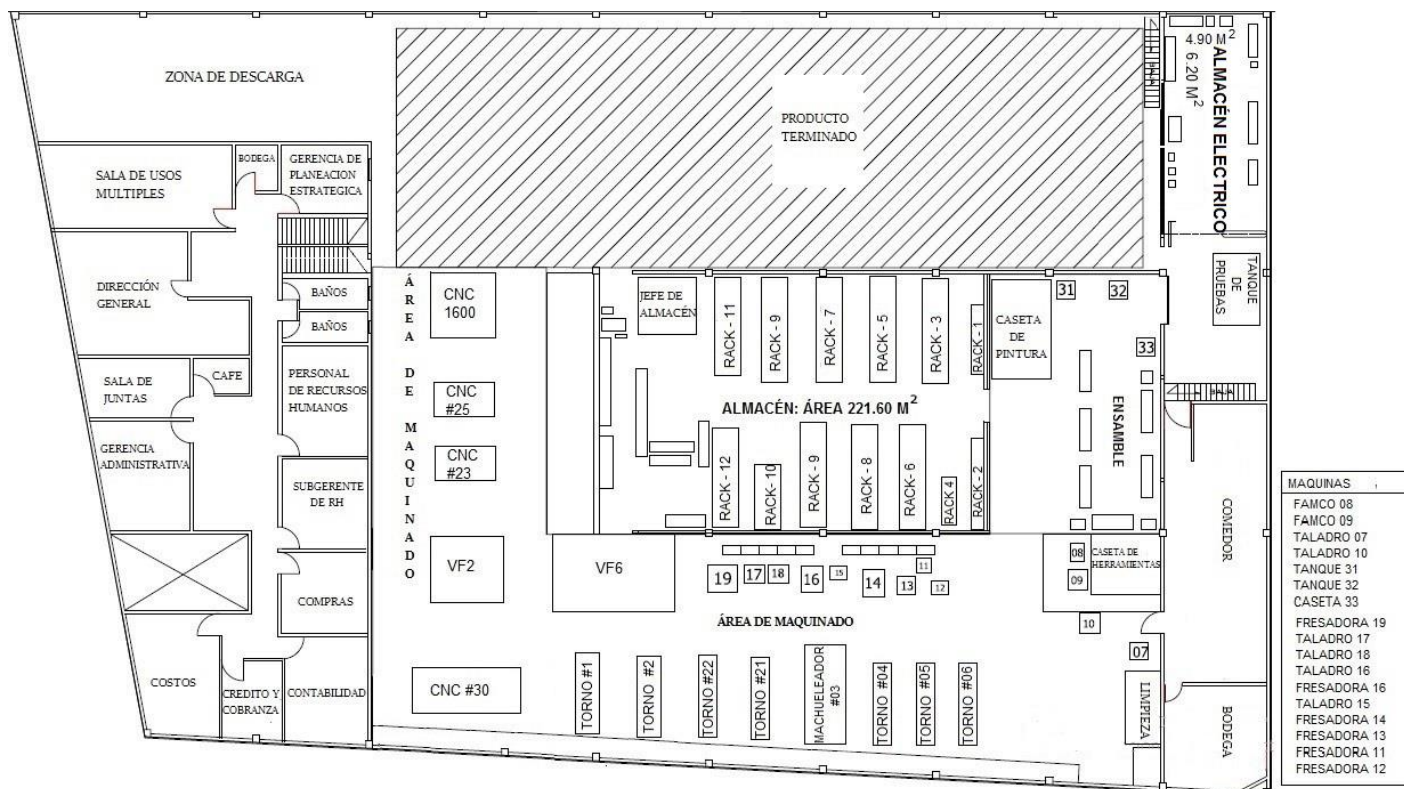


Imagen 10 Reubicación del almacén eléctrico en planta alta

Al mover el taller, el almacén de dicho taller se cambió a la planta alta ya que no afecta el cambio de este almacén porque solo es abastece esa área.



Imagen 11 CNC ST30

De esta manera queda el CNC ST30 en la empresa, así mismo esta ubicación favorece al proceso ya que al transportar las piezas ya sea desde el almacén a la maquina o a otra máquina no afectara debido a que se encuentra cerca para que le transporten las piezas y para transportarlas a otro máquina.



Imagen 12 CNC

El ST-30 presenta una capacidad máxima de 533 x 660 mm y tiene un husillo de 22,4 kW que gira a 3 400 rpm y proporciona un par de corte de 407 Nm. Existe la opción de añadir una caja de engranajes de 2 velocidades para incrementar el par hasta los 1356 Nm. Viene de fábrica con una torreta de sujeción por tornillos de 12 estaciones y avances rápidos de 24,0 m/min.



Imagen 13 Torreta variada



Imagen 14 Proceso



Imagen 15 Taller eléctrico

Mediante el método SLP los resultados en base al diagrama de relaciones se determinó que anteriormente se tenían de 40.9 metros desde la salida del taller a hasta el área de Producto terminado donde se encuentran los gabinetes y donde se finaliza el proceso cuando se coloca el tablero a la bomba, se determinó reubicar el taller cerca de dicha área ya que al moverlo la distancia tanto para trasladar los gabinetes como llevar y ensamblar el tablero es de 1.20 metros de esta manera el flujo de piezas y personal en los CNC #23 y CNC #25 es mejor ya que los trabajadores del taller eléctrico no están obstruyendo esa parte ya que al mover los gabinetes como el tablero final el espacio que utilizaban era significativo. El cambio realizado no afecta las demás áreas ya que la fabricación de los tableros es independiente de la fabricación tanto de la bomba como de la base, pero no quiere decir que no se llegue a un fin en común que es la fabricación del equipo. Se recomienda que en un futuro se realice un estudio más detallado de la distribución obtenida para complementar dichos resultados

5.4 Comparación de tiempos de la antigua ubicación y la nueva ubicación.

En las tablas 9 y 10 de taller eléctrico comparada con la nueva ubicación, el muestreo se realizó con 5 operadores ya que en el número de trabajadores en esa área mediante una prueba piloto.

Tiempo antiguo ubicación de taller eléctrico	
# personas	Minutos
1	00:02:37
2	00:03:06
3	00:02:57
4	00:03:02
5	00:02:49
Total	00:02:54

Tabla 9 Tiempo la antigua ubicación del taller eléctrico

Tiempo nuevo ubicación de taller eléctrico	
# personas	Minutos
1	00:00:45
2	00:00:49
3	00:00:38
4	00:00:41
5	00:00:34
Total	00:00:41

Tabla 10 Tiempo de la nueva ubicación del taller eléctrico

Realizando la comparación de los tiempos se puede observar que el tiempo que se hacían de la antigua ubicación del taller eléctrico al área de producto terminado era de 2 minutos con 54 segundos el cual disminuyo con el cambio de esta área a 41 segundos con la finalidad de reducir el tiempo para trasladarse de un lugar a otro y obstrucciones en el área de maquinado.

Estas dos áreas quedan relativamente cercanas ya que la única división que existe es una pared, de esta manera se satisface la petición dada ya que se ubicó el CNC ST #30 en el área de maquinado y el taller eléctrico cerca del área de producto terminado.

Capítulo VI. Conclusiones

El trabajo que se realizó en la empresa aportó a las áreas tanto de maquinado como de taller eléctrico bases de análisis de datos para el área de maquinado y para taller eléctrico se contribuyó con la realización de los formatos para el mapeo de los tableros eléctricos y soluciones a los problemas que se tenía con los tiempos de espera, así mismo con su reubicación.

La reubicación que se realizó en la empresa permitió una mejor distribución ya que al mover el taller eléctrico cerca del producto terminado genero mayor orden ya que generalmente al mover los tableros vacíos como terminados se obstruía el paso en las maquinas (CNC OKUMA 23, 25 y EC1600) las cuales están ubicadas entre el almacén y la entrada a las oficinas y es por donde se transportaba a los tableros. Otro aporte importante fue que anteriormente el taller eléctrico contaba con poco espacio y el transitar por él era difícil debió al pequeño pasillo que tenían. El cambio que se realizó no afecta las demás áreas ya que la fabricación de los tableros es independiente de la fabricación tanto de la bomba como de la base, pero no quiere decir que no se llegue a un fin en común que es la fabricación del equipo. Aunque para un mejor análisis de la distribución se recomienda que se realice un estudio a detalle para poder complementar la información obtenida.

Con esta reubicación eliminar la supresión de áreas innecesarias ya que al mover el área de servicios al almacén 131 donde se llevan todos los equipos para su traslado y donde regresan por alguna falla se aprovechó este lugar para la ubicación de taller eléctrico, esto permitió mayor mejor utilización de la mano de obra como de la maquinaria y del servicio que la empresa brinda.

La importancia de modernizarse es fundamental en la empresa ya que día con día los clientes exigen menor tiempo en la realización de las bombas es por eso que se optó por adquirir un nuevo CNC ST30 ya que porta herramientas (corona variada) le permite tener más herramientas para el proceso (brocas, insertos de diferentes medidas, etc.) esto favorecerá al proceso ya que en un torno convencional el buril solo puede sujetar una u dos herramientas lo que provoca varias demoras en el proceso como lo son el cambio de herramientas ya en un centro de maquinado eso se omite por cambio de herramienta desde la corona permitiendo un mejor aprovechamiento del tiempo.

El estudio que se realizó permitió conocer cómo se encontraban los procesos en el área de maquinado y de taller eléctrico mediante la toma de tiempos con cronometro método que junto con los demás ingenieros del área de ingeniería de procesos se determinó para la realización de la toma de tiempos.

Por la cantidad de piezas que se debe mapear no se terminó el muestreo ya que las piezas van saliendo conforme a los equipos que los clientes soliciten. Por lo que se tiene hasta la fecha 158 piezas mapeadas de 302 piezas.

En el taller eléctrico se logró disminuir las incidencias sobre los retrasos de material, esto se logró ya que el tema leader volvió a retomar su actividad de abastecer a sus operadores con el material a tiempo y capacitándolos para armar los tableros más rápido y explicándoles mejor los diagramas eléctricos que Ingeniería del producto les proporciona.

Así mismo se realizó el formato de mapeos contribuye a la captura del proceso de cableado de los tableros para conocer realmente el tiempo que se lleva la elaboración de ellos ya que se tienen tiempos muy elevados en tableros que no deberían de ser muy largo su tiempo de elaboración.

La primera hoja de captura para los tableros es la de barrenado y machueleado esta hoja tiene dos separaciones la primera es de la platina y la segunda del gabinete esto se realizó con la finalidad de que en un futuro se estandaricen el barrenado y machueleado de tanto la tapa del gabinete con la platina ya que se pretende realizar plantillas o solicitar al proveedor que los gabinetes y platinas ya vengan con esos dos procesos para agilizar el tiempo de elaboración del tablero.

En la simbología de los diagramas se optó por utilizar en las actividades de cableado el símbolo de inspección con operación ya que basándonos en el muestreo y en el libro de Niebel esta operación con inspección debe ser muy minuciosa ya que si llegase a conectar algún cable mal el equipo se quemaría o inclusive se han dado caso en el operado resulta afecto por descargas eléctricas al momento de realizar la prueba el tablero por ello de referenciar esa actividad con ese símbolo. Lo mismo es con la prueba del tablero ya que se revisan que los contactores, el control, las clemas, el transformador, los variadores, etc, este funcionando adecuadamente y que sus cables estén conectados correctamente.

El diagrama de flujo de recorrido del taller eléctrico servirá para apreciar los movimientos o traslados que realiza un gabinete desde su inicio hasta ser un tablero eléctrico y saber que operador es el que lo está realizando.

El trabajo que se realizó en equipo fue fundamental dentro del área que se me asignó la cual fue Ingeniería de procesos ya que se requería de mucha comunicación y apoyo hacia los compañeros al momento de ir y tomar tiempo a las piezas que se estaban maquinando en la empresa, así mismo al momento de capturar los mapeos ya que al capturar un mapeo se tenía que dar de alta en el

formato de piezas mapeadas para que cuando saliera esa misma pieza no se volviera a mapear.

La organización que tuvimos fue fundamental para cumplir con las tareas programadas y por supuesto, ser más productivos. Ya que a veces se encontraban en planta hasta 5 piezas mapeando así que nos organizábamos para que entre los 3 mapeáramos esas piezas.

El análisis de datos fue fundamental ya que se debía de registrar los tiempos y las actividades que se estaban desarrollando en el proceso. El tiempo un factor muy importante ya que este se veía reflejado en el costo de los equipos (Booster) al momento de su venta y algún dato que no cuadrara con el tiempo que costos obtenía del checador significaba pérdidas para la empresa. Así que al momento de tomar los tiempos debía de ser muy riguroso he ir haciendo las observaciones correspondientes para que al momento de comparar los tiempos y la variación haya sido significativa se tuvieran los argumentos para decir el porqué de ese tiempo y se hicieran los ajustes necesarios.

La habilidad de tomar decisiones es de gran importancia ya que durante el proceso de daban situaciones en la cuales se debía de tomar decisiones rápidas, pero siempre y cuando no afectaran el proceso tales como: suspender el tiempo por fallas en el equipo, cambio de actividad por parte del operador, avisos por parte de gerencia, juntas y cambios de máquina.

Capítulo VIII. Fuentes de información

Referencias

- Acero, L. C. (2012). *Ingeniería de métodos (movimientos y tiempos)*. Madrid: ECOE Ediciones.
- Freivalds, B. W. (2009). *Métodos, estándares y diseño del trabajo duodécima edición*. México: McGraw Hill.
- García, R. (1996). *"Estudio del trabajo" Ingeniería de métodos*. México: McGraw-Hill.
- Gómez, R. C. (1981). *Diseño y medición de puestos de trabajo*. Mar de plata.
- HASS. (2005). *Hass Automation Inc.* Obtenido de Hass Automation Inc.: www.hass.com.mx
- herramientas para el ingeniero industrial*. (2012). Obtenido de www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/diseño-y-distribucion-en-planta
- Julian López, E. A. (2014). *Estudio del trabajo (Una nueva visión)*. México D.F: Grupo editorial Patria S.A de C.V.
- Meyers, F. E. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos*. México: Pearson Educación.
- MEYERS, F. E. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Moreno-Gil, J. S. (1995). *Manual de estadística universitaria*. Madrid: ESIC.
- Muther, R. (1968). *Planificación y proyección de la empresa industrial*. Barcelona: Juvenil.
- Muther, R. (1981). *Distribución de planta*. Barcelona: Hispano Europea.
- Niebel, B. (2004). *Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. México: Alfaomega.
- Romero, C. O. (2004). *Probabilidad y estadística para ingenieros*. Barcelona: Reverté, S.A.
- UNAM, F. d. (Viernes 5 de Enero de 2018). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México: http://www.ingenieria.unam.mx/industriales/historia/carrera_historia_gilbreth.html

Anexos

Anexo 1

Formato de control de mapeos

ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN	ESTADO	OBSERVACIONES
1	51-11611-GF	ADAPTADOR 8 1/2 A 7 P/S 1 1/2 M409 P765B	EN REVISION	
2	51-11626-HF	ADAPTADOR 5X6X15 M423 P00855	EN REVISION	
3	51-11644-GF	ADAPTADOR JM 12-1/2 A 9 M572	DADO DE ALTA	
4	51-11603-FF	ADAPTADOR 3/4 X 1X 4 1/4 M321 P0041	DADO DE ALTA	
5	51-11605-FF	ADAPTADOR 3/4 X 1X 6 TRIFASICO M53 P006	DADO DE ALTA	
6	51-11607-FF	ADAPTADOR 3/4 X 1 X 7 TRIFASICO M131 P00	DADO DE ALTA	
7	51-11609-GF	ADAPTADOR 4 1/2 A 7 P/S 1" M408 P00764	EN PAUSA	
8	51-13712-RF	CUERPO DE DIFUSOR 6X6 M587	EN REVISION	
9	51-11612-GF	ADAPTADOR 4 1/2 A 9 P/S 1" M410 P00766	DADO DE ALTA	
10	51-11614-GF	ADAPTADOR 8 1/2 A 9 P/S 1 1/2 M411 P0767	DADO DE ALTA	
11	51-11614-HF	ADAPTADOR 8 1/2 A 10 3/4 P/S 1 1/2 M550	DADO DE ALTA	
12	51-11615-GF	ADAPTADOR 8 1/2 A 11 M438 P00804	DADO DE ALTA	
13	51-11616-GF	ADAPTADOR 8 1/2 A 12 M438 P00805	DADO DE ALTA	
14	51-13760-RF	TAPA DIFUSOR 6 X 4,5,6 M586 A	EN REVISION	
15	51-11623-HF	ADAPTADOR EMPAQUE 8 1/2 A 9-284 M512 LP P9	EN PAUSA	falta el lado superior en torno y taladro
16	51-13852-RF	TAPA DIFUSOR 2 1/2 X 2 1/2 M564	EN REVISION	

17	51-11631-NF	SOPORTE 4X4X9 M41 P00614	DADO DE ALTA	
18	51-18004-BF	CARCAZA 110-5 TRL M210 P00341	EN REVISION	
19	51-11641-HF	ADAPTADOR JM 8 1/2 A 9 P/S M541 P0023	DADO DE ALTA	
20	51-11642-HF	ADAPTADOR JM 8 1/2 A 7 P/S 1" M540 P0010	DADO DE ALTA	
21	51-11643-GF	SOPORTE P/ ADAPTADOR 6X6X12 M542 P103	DADO DE ALTA	
22	51-11646-GF	ADAPTADOR JM 12 1/2 A 12 M574	DADO DE ALTA	
23	51-18006-CF	CARCAZA J O K-6 M287 P00423	EN REVISION	
24	51-12202-GF	CPO. SUP 3" VALVULA MULTIPROP M602 BRIDADO	DADO DE ALTA	
25	51-12203-GF	CPO. INF 3" VALVULA MULTIPROP M603 BRIDADO	DADO DE ALTA	
26	51-12302-GF	CPO. SUP. 4" VALVULA MULTIPROP M605 BRIDADO	EN PAUSA	FALTA BARRENO Y MACHUELO NPT EN TALADRO
27	51-12303-GF	CPO. INF. 4" VALVULA MULTIPROP. M606 BRIDADO	EN PAUSA	FALTA BARRENO Y MACHUELO NPT EN TALADRO
28	51-12902-GF	CPO. SUP. 6" VALVULA MULTIPROP. M 608 BRIDADO	DADO DE ALTA	
29	51-12903-GF	CPO. INF. 6" VALVULA MULTIPROP. M 609 BRIDADO	DADO DE ALTA	
30	51-18015-GF	CARCAZA 1 1/4X 1 1/2 X 7 M406 P00761	EN REVISION	
31	51-13702-SF	CUERPO DIFUSOR DE 3 X 2 1/2 M570	DADO DE ALTA	
32	51-18017-JF	CARCAZA 3X3X9B M617 IN LINE	EN REVISION	
33	51-18045-HF	CARCAZA 5X6X15 M421 P00856	EN REVISION	
34	51-37203-CF	GLANDULA 6 M 213 H P00366	EN REVISION	
35	51-13710-RF	CUERPO DIFUSOR DE 6 X 4 M589	DADO DE ALTA	
36	51-13711-RF	CUERPO DE DIFUSOR 6X5 M588	DADO DE ALTA	
37	51-44416-GF	IMPULSOR 1 X 1 1/4 X 7 M14 P0088A	EN REVISION	

38	51-13752-RF	TAPA DIFUSOR DE 2 1/2 X 2 1/2 M564	DADO DE ALTA	
39	51-13754-RF	TAPA DIFUSOR 4X 4 M560 A	DADO DE ALTA	
40	51-44446-GF	IMPULSOR 4 X 5 X 9 M393 P00637	EN REVISION	
41	51-44447-HF	IMPULSOR 3X4X10 3/4 M549	EN REVISION	
42	51-16402-GF	TAPA DE BALERO #1 M460 HP00790	DADO DE ALTA	
43	51-16403-GF	TAPA BALERO #2 M449-A P00801	EN PAUSA	CAREADO
44	51-16404-GF	TAPA BALERO #3 A S7PATAS M485 P00816	DADO DE ALTA	
45	51-16405-GF	TAPA DE BALERO #3B C/PATAS M448 P00817	DADO DE ALTA	
46	51-16406-HF	TAPA DE BALERO #5 (5X6X15 TRAS) M426	DADO DE ALTA	
47	51-18001-AF	CARCAZA 4-SENCILLA M404 P00325	DADO DE ALTA	
48	51-18002-AF	CARCAZA 11-4 TRL M209 P00326	DADO DE ALTA	
49	51-18003-BF	CARCAZA 110-5 SENCILLA M30 P00344	DADO DE ALTA	
50	51-58803-GF	PEDESTAL #2 M449 H P00803	EN REVISION	
51	51-18005-CF	CARCAZA F-6 M214 P0024	DADO DE ALTA	
52	51-58805-GF	PEDESTAL #3 A C/P M471 H P00820	EN REVISION	
53	51-18009-EF	CARCAZA AV-4 M240 P00400	DADO DE ALTA	
54	51-18010-FF	CARCAZA 3/4 X X1 X 4 1/4 M470 H P00006	DADO DE ALTA	
55	51-18011-FF	CARCAZA 3/4 X 1 X 6 M52 P00404	DADO DE ALTA	
56	51-18012-FF	CARCAZA 3/4X1X7 M114 P00007	DADO DE ALTA	
57	51-18013-GF	CARCAZA 1 X 1 1/4 X 7 M18 P0061A	EN PAUSA	
58	51-67613-CF	ANILLOF-6 DERECHO M217 P00382	EN REVISION	
59	51-67614-CF	ANILLO F-6 IZQUIERDO M216 P00383	EN REVISION	

60	51-18018-GF	CARCAZA 1 1/2 X 2 X 7 M430 P00808	DADO DE ALTA	
61	51-18019-GF	CARCAZA 2 X 2 1/2 X 7 M28 P00062	DADO DE ALTA	
62	51-18024-GF	CARCAZA 4X4X7M112 P00064	DADO DE ALTA	
63	51-18026-GF	CARCAZA 1 1/4 X 1 1/2 X 9 M39 P0066A	DADO DE ALTA	
64	51-18030-GF	CARCAZA 1 1/2 X2X9 M374 P0068B	DADO DE ALTA	
65	51-18032-GF	CARCAZA 2 X 2 1/2 X 9 M342 P00071	DADO DE ALTA	
66	51-77213-CF	ESPACIADOR F-6 DERECHO M219 P0380	EN REVISION	
67	51-18036-GF	CARCAZA DE 3 x 4 x 9 M 456 P00887	DADO DE ALTA	
68	51-18036-HF	3 x 4 x 10-3/4 M548	DADO DE ALTA	
69	51-18037-GF	CARCAZA 4X5X9 M391 P00620	EN PAUSA	CAREADO
70	51-18038-HF	CARCAZA 6X 6X 9 M576	DADO DE ALTA	
71	51-77214-CF	ESPACIADOR F-6 IZQUIERDO M218 P0381	EN REVISION	
72	51-81609-GF	CUBIERTA SUCC. 5 X 6 X 12 C/ P M437 P0087	EN REVISION	
73	63-44402-AF	IMPULSOR G-4 M133 BCE P00550	EN REVISION	
74	51-18044-GF	CARCAZA 5X6X12 M436 P00874	DADO DE ALTA	
75	63-44407-CF	IMPULSOR F-6 M212 P00368	EN REVISION	
76	51-18051-NF	CARCAZA 6X6X12 M462 P00866	EN PAUSA	FALTA PRIMER PROCESO EN TORNO #6
77	51-18053-GF	CARCAZA 6X6X12B C/VENA M533	DADO DE ALTA	
78	51-18056-GF	CARCAZA 6X6X12 M.614 IN-LINE P00	DADO DE ALTA	
79	51-18093-GF	CARCAZA 5X6X11 M555	EN PAUSA	
80	51-25003-RF	MANIFUL DE 3 SALIDAS	EN PAUSA	
81	51-25004-RF	MANIFUL DE 4 SALIDAS	DADO DE ALTA	

82	51-25602-RF	COPLE L-100 M257 HP00603	DADO DE ALTA	
83	51-25603-RF	MEDIO COPLE L-150 M258 P00604	DADO DE ALTA	
84	51-25604-RF	MEDIO COPLE L-190 M259 P00605	DADO DE ALTA	
85	63-44411-EF	IMPULSOR AV-4 M267 P00389	EN REVISION	
86	51-26001-AF	CUBIERTA EMP 110-4 DERECHA	EN PAUSA	
87	51-26002-AF	CUBIERTA EMP 110-4 IZQUIERDA	EN PAUSA	
88	51-26003-BF	CUBIERTA EMP 110-5 DERECHA M31 P00342	DADO DE ALTA	
89	51-26004-BF	CUBIERTA EMP 110-5 IZQUIERDA M31 P00593	DADO DE ALTA	
90	63-44479	IMPULSOR 6X 6 X 12 284 -M534	EN REVISION	
91	72-72802-GM	FLECHA PARA PEDESTAL #1 SELLO	EN REVISION	
92	51-26006-EF	CUBIERTA AV-4 M242 P00395	DADO DE ALTA	
93	51-26007-AF	CUBIERTA DE SELLO 110-4 DERECHA M536	DADO DE ALTA	
94	51-26008-AF	CUBIERTA DE SELLO 110-4 IZQUIERDA M536	DADO DE ALTA	
95	51-26009-BF	CUBIERTA DE SELLO 110-5 DERECHA M 537	DADO DE ALTA	
96	51-26010-BF	CUBIERTA DE SELLO 110-5 IZQUIERDA M537	DADO DE ALTA	
97	51-33606-RF	BRIDA ROSCADA 2" M270 P00186	DADO DE ALTA	
98	51-33607-RF	BRIDA ROSCADA	DADO DE ALTA	
99	51-33609-RF	BRIDA ROSCADA 4M 273H P00189	DADO DE ALTA	
100	51-33611-RF	BRIDA ROSCADA 6 M H P00191	DADO DE ALTA	
101	72-72805-GM	FLECHA NS 2-284 P/SELLO	EN REVISION	
102	72-72807-GM	FLECHA P/PEDESTAL # 3 SELLO	EN REVISION	
103	51-44410-FF	IMPULSOR 3/4 X 1 X 4 1/4 M461 HP00795	EN PAUSA	

104	51-44412-FF	IMPULSOR 3/4 X1X6 TRIFASICO M488 P006	DADO DE ALTA	
105	51-44414-FF	3/4 x 1 x 7 TRIFASICO M265 P000	DADO DE ALTA	
106	51-11638-GF	ADAPTADOR 6X6X12 M534 P000996	X CAPTURAR	
107	51-44417-GF	IMPULSOR 1 1/4 X 1 1/2 X 7 M407 P00762	DADO DE ALTA	
108	51-44419-GF	IMPULSOR 1 1/2X2 X7 M420 P0086	DADO DE ALTA	
109	51-44419-IF	IMPULSOR 2 X 2 1/2 X 12 M552	DADO DE ALTA	
110	51-44420-GF	IMPULSOR 2 X 2 1/2 X 7B -256 M26 P0089A	EN PAUSA	
111	51-44422-GF	IMPULSOR 2 X 2 1/2 7A -256 M360 H P01	DADO DE ALTA	
112	51-37205-HF	GLANDULA ARM 284 M64 H P00464	EN REVISION	
113	51-44427-IF	IMPULSOR 2-1/2 x 3 x 9 256 M554	DADO DE ALTA	
114	51-44427-JF	IMPULSOR 2 1/2x 3 x9-284 M554	DADO DE ALTA	
115	51-44428-GF	IMPULSOR 4 x 4 x 7A - 256 M113 P00091A	DADO DE ALTA	
116	51-11618-HF	ADAPTADOR EMP 8 1/2 A7-256 M508 P0951	X CAPTURAR	
117	51-44433-GF	IMPULSOR 4X4X7B -284 M443 H P0091A	DADO DE ALTA	
118	51-44434-GF	IMPULSOR 1 1/4 X1 1/2 X 9 M37 P00093A	DADO DE ALTA	
119	51-44436-GF	IMPULSOR 1-1/2 x 2 x 2 x 9 256 M38 P00095A	DADO DE ALTA	
120	51-44437-GF	IMPULSOR 1 1/2X2X9-284 M38 P0095B	DADO DE ALTA	
121	51-44440-GF	IMPULSOR 2X21/2X9 256 M343 P00098	DADO DE ALTA	
122	51-44441-GF	IMPULSOR 2 X 2 1/2 X 9 -284 M343 H P009	DADO DE ALTA	
123	51-44444-GF	IMPULSOR 3X4X9A-256 M456 P00888	DADO DE ALTA	
124	51-11638-HF	ADAPTADOR DE 12 " ARM-284-326 JM M622	X CAPTURAR	

12 5	51-11650- GF	ADAPTADOR DE 9" ARM 254-256 T- 382 M-620	X CAPTURA R	
12 6	51-13701- RF	CUERPO DIFUSOR DE 2 X 2 M566	X CAPTURA R	
12 7	51-13703- RF	CUERPO DIFUSOR 3X3 M561	EN REVISION	
12 8	51-44451- GF	IMPULSOR 3X4 X12 M440 P00812	DADO DE ALTA	
12 9	51-44451- JF	IMPULSOR 5X6 X 11 M 556	DADO DE ALTA	
13 0	51-44452- GF	IMPULSOR 5X6X12 M434 P00875	EN PAUSA	
13 1	51-44453- HF	IMPULSOR 5X6X15 M442 P00857	DADO DE ALTA	
13 2	51-44454- GF	IMPULSOR 6X6X9-25 MO 577	EN PAUSA	
13 3	51-44476- NF	IMPULSOR 4X4X9 SG M220H P00240	EN PAUSA	
13 4	51-44479- HF	IMPULSOR 6 x 6 x 12B M568 P0995A	DADO DE ALTA	
13 5	51-54401- KF	TUERCA DE PRESIÓN DE 2" M405 P00200	DADO DE ALTA	
13 6	51-54404- NF	TUERCA DE PRESIÓN 4" M403 P00200	DADO DE ALTA	
13 7	51-58802- GF	PEDESTAL #1 M459 P00792	DADO DE ALTA	
13 9	51-58804- GF	PEDESTAL # 3 B S/P M415 P00819	EN PAUSA	Falta superior en okuma
14 0	51-13705- RF	CUERPO DIFUSOR DE 4 X 3 M595	EN REVISION	
14 1	51-58806- HF	PEDESTAL #5 M427 P00950	DADO DE ALTA	
14 2	51-58808- RF	PEDESTAL VH2 M484 H P00832	EN PAUSA	
14 3	51-18034- IF	CARCAZA 2 1/2 X 3 X 9 M533	X CAPTURA R	
14 4	51-61209- PF	PLATO ADAPTADOR P/LISTER PETTER M543 P10	DADO DE ALTA	
14 5	51-18042- GF	CARCAZA 3X4X12 M441 P00809	X CAPTURA R	

14 6	51-18042- HF	CARCAZA 2X2-1/2X12 M551	X CAPTURA R	
14 7	51-67609- BF	ANILO G-5 IZQUIERDO M151 P00336	DADO DE ALTA	
14 8	51-67610- BF	ANILO G-5 DERECHO M152 P00589	DADO DE ALTA	
14 9	51-67611- BF	ANILLO I-5 DERECHO M 158 P00340	DADO DE ALTA	
15 0	51-67612- BF	ANILLO I-5 IZQUIERDO M 157 P00339	DADO DE ALTA	
15 1	51-18043- GF	CARCAZA 5X6X11 M555	X CAPTURA R	
15 2	51-25605- RF	MEDIO COPLER L-225 M318 P00606	EN REVISION	
15 3	51-67615- CF	ANILLO J-6 DERECHO M288 P00426	DADO DE ALTA	
15 4	51-67616- CF	ANILLO J-6 IZQUIERDO M289 P00384	DADO DE ALTA	
15 5	51-67617- CF	ANILLO K-6 DERECHO M398 P00716	DADO DE ALTA	
15 6	51-67618- CF	ANILLO K-6 IZQUIERDO M397 P00715	DADO DE ALTA	
15 7	51-77201- AF	ESPECIADOR DERECHO C-H M297 P00294	EN PAUSA	
15 8	51-26005- CF	CUBIERTA EMPAQUE DERECHA 110-6 M215 P0036	X CAPTURA R	
15 9	51-26005- EF	CUBIERTA EMPAQUE IZQUIERDA 110- 6 M215 P00	X CAPTURA R	
16 0	51-77209- BF	ESPACIADOR G-5 DERECHO M150 P0347	EN PLANTA	
16 1	51-77210- BF	ESPACIADOR G-5 IZQUIERDO M149 P0346	EN PLANTA	
16 2	51-77211- BF	ESPACIADOR I-5 DERECHO M161 P0355	DADO DE ALTA	
16 3	51-77212- BF	ESPACIADOR I-5 IZQUIERDO M160 P0354	DADO DE ALTA	
16 4	51-37202- BF	GLANDULA 110-5 M20 P00588	EN REVISION	
16 5	51-44423- GF	IMPULSOR 2X21/2X7A-284 M360 P0193	X CAPTURA R	

166	51-77216-CF	ESPACIADOR K-6 DERE-IZQ. M 396 P00714	DADO DE ALTA	
167	51-81603-GF	CUBIERTA SUCCIÓN DE 3 X 4 X 9 M447 H P00890	DADO DE ALTA	
168	51-81606-GF	CUBIERTA SUCCIÓN 3X 4 X12 C/P M442	DADO DE ALTA	
169	51-81607-GF	CUBIERTA DE SUCCIÓN 3X4X12 S/P M497 P0811	DADO DE ALTA	
170	51-81608-GF	CUBIERTA SUCCIÓN 5X6X12 S/P M496 P00891	DADO DE ALTA	
172	51-81610-HF	CUBIERTA SUCC. 5 X 6 X15 M424 P00858	DADO DE ALTA	
173	51-89600-FF	CUERPO VALVULA CHECK 1 1/2" M545	DADO DE ALTA	
174	51-89601-FF	CUERPO VALVULA CHECK DE 2" M580 NV	DADO DE ALTA	
175	51-89602-FF	CUERPO VALVULA CHECK DE 3" M557 NVO	DADO DE ALTA	
176	51-89603-FF	CUERPO PARA VALVULA CHECK DE 4" NVO	DADO DE ALTA	
177	51-89604-FF	CUERPO VALVULA CHECK DE 6" M596 NVO	DADO DE ALTA	
178	51-44445-GF	IMPULSOR 3X4X9A-284 M457 P00889	X CAPTURAR	
179	63-44405-BF	IMPULSOR G-5 M164 BCE P00415	DADO DE ALTA	
180	63-44406-BF	IMPULSOR I-5 M165 P00329	DADO DE ALTA	
181	51-44446-HF	IMPULSOR 3 X 4 X 9B -284 M539 P1010B	EN REVISION	
182	63-44409-CF	IMPULSOR K-6 M219 B P00717	DADO DE ALTA	
183	51-58809-RF	PEDESTAL V H21/2 M352 HP0054	X CAPTURAR	BARRENO, CHAFLAN CAREADO
184	63-44452-HF	IMPULSOR 6X6X12B M568	DADO DE ALTA	
185	51-67603-AF	ANILLO G-4 DERECHO M93 P00554	X CAPTURAR	
186	51-67604-AF	ANILLO G-4 IZQUIERDO M92 P00318	X CAPTURAR	

187	63-89701-FF	EMBOLO VALVULA CHECK DE 2" M582NVO	DADO DE ALTA	
188	63-89702-FF	EMBOLO VALVULA CHECK DE 3" M559 NVO	DADO DE ALTA	
189	63-89703-FF	EMBOLO VALVULA CHECK DE 4" M585 NVO.	DADO DE ALTA	
190	63-89704-FF	EMBOLO VALVULA CHECK DE 6 " M598	DADO DE ALTA	
191	63-89712-AC	EMBOLO VALVULA MULTIPROP. DE 3" M604	DADO DE ALTA	
192	63-89713-AC	EMBOLO VALVULA MULTIPROP. DE 4" M-607	DADO DE ALTA	
193	63-89715-AC	EMBOLO VALVULA MULTIPROP. DE 6" M-610	DADO DE ALTA	
194	63-89800-FF	ASIENTO DE VALVULA CHECK DE 1-1/2" NVO	DADO DE ALTA	
195	63-89801-FF	ASIENTO VALVULA CHECK DE 2" M581 NVO	DADO DE ALTA	
196	63-89802-FF	ASIENTO VALVULA CHECK DE 3" M558 NVO	DADO DE ALTA	
197	63-89803-FF	ASIENTO VALVULA CHECK DE 4" M584 NVO	DADO DE ALTA	
198	63-89804-FF	ASIENTO VALVULA CHECK 6" M597	DADO DE ALTA	
199	51-77203-AF	ESPACIADOR G-4 DERECHO M84-B P00561	X CAPTURAR	
200	51-77204-AF	ESPACIADOR G-4 IZQUIERDO M84-A P00560	X CAPTURAR	
201	63-44475	IMPULSOR 4 X 4 X 9B 256 -M539 T382	X CAPTURAR	
202	72-72820-MM	FLECHA 5 X 6 X 15	EN PAUSA	
203	73-54408-CM	TUERCA BALERO #8 110-6 CIEGA	DADO DE ALTA	
204	73-72816-PM	PLATO FLECHA ARM 284 DIAM, 9 1/2"	EN PAUSA	FALTA CORTE DE BRIDA Y SOLDADO
205	73-90802-GM	Rondana de Impulsor ARM-284	DADO DE ALTA	
206	73-91101-LM	Rondana de Anclaje para Pedestal	DADO DE ALTA	
207	77-13606-CM	BUJE J O K 6 BCE (BUJE DE BRONCE 1 1/8" X 1 5/8")	DADO DE ALTA	

208	77-22402-BM	COLLARIN DE BRONCE 20mm 110-5	DADO DE ALTA	
209	77-22403-CM	COLLARIN DE BRONCE 30mm 110-6	DADO DE ALTA	
210	77-660001-RM	TAPÓN PARA MANIFUL BRONCE	DADO DE ALTA	
211	77-75601-GM	MANGUITO 1 X 3/4 BRONCE	DADO DE ALTA	
212	77-75611-GM	MANGUITO 1-1/2-284 BRONCE	DADO DE ALTA	

Anexo 1 Formato de control de mapeos

Anexo 2

Formato de mapeo de operaciones.

Fase		Pieza	Lado	Nombre del Operador	Máquina	Realizó	Verificó	Fecha	
1°									
No.	Descripción de la actividad	Símbolo						Tiempo mapeado	OBSERVACIONES
1		●	→	■	D	▼	■		
2		●	→	■	D	▼	■		
3		●	→	■	D	▼	■		
4		●	→	■	D	▼	■		
5		●	→	■	D	▼	■		
6		●	→	■	D	▼	■		
7		●	→	■	D	▼	■		
8		●	→	■	D	▼	■		
9		●	→	■	D	▼	■		
10		●	→	■	D	▼	■		
11		●	→	■	D	▼	■		
12		●	→	■	D	▼	■		
13		●	→	■	D	▼	■		
14		●	→	■	D	▼	■		
15		●	→	■	D	▼	■		
16		●	→	■	D	▼	■		
17		●	→	■	D	▼	■		
18		●	→	■	D	▼	■		
19		●	→	■	D	▼	■		
20		●	→	■	D	▼	■		
21		●	→	■	D	▼	■		
22		●	→	■	D	▼	■		
23		●	→	■	D	▼	■		
24		●	→	■	D	▼	■		
25		●	→	■	D	▼	■		
26		●	→	■	D	▼	■		
27		●	→	■	D	▼	■		
28		●	→	■	D	▼	■		
29		●	→	■	D	▼	■		
30		●	→	■	D	▼	■		

Anexo 2 Formato de registro para mapeos

Anexo 3

Tolerancias (suplementos) con sus posibles soluciones.

Las tolerancias se obtuvieron mediante 6 muestras dichas muestras ya estaban establecida en la empresa y las cuales son:

Ir al baño	
personas	Minutos
1	00:05:35
2	00:08:06
3	00:10:54
4	00:02:48
5	00:20:45
6	00:11:45
Total	00:59:53
$\bar{X}$	00:09:59

Tabla 11 Tolerancia ir al baño

La tolerancia (Suplementos constantes) de ir al baño (necesidades personales) como se conocen en la empresa, incluye suspensiones del trabajo para mantener el bienestar del empleado. Las condiciones generales de trabajo y el tipo de tarea influyen en el tiempo necesario para las demoras personales y requerirán suplementos mayores para las necesidades personales.

Por eso es recomendable realizar una verificación detallada de la producción para determinar este tipo de suplemento para que se tomen en cuenta otras necesidades en un solo suplemento el cual es Necesidades personales. Y tomando en cuenta las recomendaciones del libro de Niebel donde menciona en el capítulo 11 de suplementos que la verificación detallada de la producción ha demostrado que un suplemento de 5% para tiempo personal o cerca de los 24 minutos en 8 horas es adecuado en condiciones de trabajo en un taller típico. Ver tabla 5 factores de suplemento.

Suplementos industriales típicos
Factor de suplemento
1.Fatiga
A. General
B. Periodos de descanso
No especificado por A o B
2.Tiempo requerido de aprendizaje
3. Demora inevitable
A. Hombre
B. Maquina
C. Ambos
4. Necesidades personales
5. Operaciones de preparación

Tabla 12 Factor de suplementos

Cambio de herramienta no correcta ó no conforme	
# personas	Minutos
1	00:02:35
2	00:08:23
3	00:01:58
4	00:02:48
5	00:05:15
6	00:03:49
Total	00:24:48
̄	00:04:08

Tabla 13 Tolerancia cambio de herramienta no conforme

En esta tolerancia es recomendable sugerir al operador revisar sus herramientas de trabajo antes de comenzar a realizar el maquinado de la pieza para evitar demoras

en el proceso una solución es el correcto ordenamientos de las herramientas en el área de trabajo.

Transportar piezas	
# personas	Minutos
1	00:01:51
2	00:00:36
3	00:00:25
4	00:02:35
5	00:00:56
6	00:00:31
Total	00:06:54
$\bar{X}$	00:01:09

Tabla 14 Tolerancia transportar pieza

Para determinar el tiempo del traslado de las piezas es importante realizar el cálculo de observaciones de la muestra para conocer cuál es el tiempo que en verdad se requiere para conocer el tiempo en que se tardan en transportar las piezas de un área a otra.

Ir por herramienta	
# personas	Minutos
1	00:05:00
2	00:09:35
3	00:11:00
4	00:37:00
5	00:01:38
6	00:05:06
Total	01:09:19
$\bar{X}$	00:11:33

Tabla 15 Tolerancia ir por herramienta

Se recomienda que para evitar tener en el muestreo esta tolerancia es necesario abastecer al operador con los instrumentos de medición que va requerir para la inspección de la pieza

Lubricar máquina	
# personas	Minutos
1	00:01:05
2	00:00:03
3	00:00:06
4	00:00:04
5	00:00:08
6	00:00:07
Total	00:01:33
$\bar{X}$	00:00:16

Tabla 16 Tolerancia lubricar máquina

Es recomendable realizar una verificación detallada de la producción para determinar este tipo de suplementos que se encuentra en la tabla 5 suplementos industriales típicos que es el número 3 demora inevitable ya que según observaciones realizadas por los operadores va dependiendo el tamaño de la pieza y la maquina en donde se esté procesando.