

**REDISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BORNES DE RISARALDA
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUS PROCESOS**

JORGE LUIS CAMARGO ORTIZ

JULIAN ANDRES ARIAS MARTÍNEZ

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO
PEREIRA
2010**

**REDISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BORNES DE RISARALDA
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUS PROCESOS**

JORGE LUIS CAMARGO ORTIZ
Código: 1088247116

JULIAN ANDRES ARIAS MARTÍNEZ
Código: 18520164

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial

Director del trabajo de grado
GERMAN COOK SARMIENTO
Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO
PEREIRA
2010

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Pereira, Junio 30 de 2010

Dedicatoria

El presente trabajo de grado nos muestra cuanta dedicación y Cariño tenemos por parte de nuestros padres, ya que gracias a ellos tenemos hoy la oportunidad de culminar esta nueva etapa de la vida y dar un gran paso hacia otra en la cual muy seguramente seguiremos acompañados por ellos. Es por esto que dedico primordialmente este nuevo logro a mi Madre que ha estado siempre conmigo apoyándome y a mi Padre que nunca ha dejado de creer en mis capacidades. Así mismo y porque mi corazón me lo exige doy gran parte de este logro a mis amigos que con su madurez y conocimientos me ayudaron a terminar de formarme como profesional pero más que todo como persona. Y aunque de último pero el más importante de todos dedico este triunfo a Dios que me ha brindado la salud, las amistades y el conocimiento necesarios para llegar tan lejos el día de hoy.

Jorge Luis Camargo Ortiz

Dedicatoria

Este trabajo de grado lo dedico primeramente a Dios, ya que él es el artífice de todos mis logros, porque me brindó la vida para estar aquí en este momento y me concedió una familia maravillosa, a mis padres Abraham y Amparo gracias, por su paciencia y dedicación, por enseñarme la templanza y la fe, y porque su amor fue la energía necesaria para culminar este proyecto, a mis hermanos por estar a mi lado y permitirme contar con su cariño, a mi novia por su apoyo, por su amor y por acompañarme en los momentos buenos y los no tan buenos, a mi gran amigo, compañero de tesis y cuñado Jorge porque siempre recibí su apoyo incondicional y desinteresado, y a mis amigos del alma porque con su amistad aportaron una letra para este logro.

Y finalmente A la memoria de mis abuelos Raúl, Rosalba y Neftalí con quienes me hubiera gustado que estuvieran vivos para compartir con ellos este momento de mi vida, Y a mi abuela Berenice quien gracias al cielo aun tengo el gusto de contar con ella.

Julián Andrés Arias Martínez

Agradecimientos

Al ingeniero Germán Cook, por su apoyo y compromiso para la realización de este trabajo.

A la empresa Bornes de Risaralda y toda su planta de personal por su colaboración para la realización de este proyecto de grado, pues gracias a ellos quienes día a día con su trabajo aportan para que esta empresa crezca y salga adelante.

A los profesores de la facultad de Ingeniería Industrial por sus aportes en mi formación académica y personal.

A mis compañeros de la universidad con quienes compartí inolvidables momentos y de quienes aprendí muchas cosas que de seguro me serán muy útiles en la vida.

A nuestro amigo Jeison Gordon Administrador Ambiental, quien desinteresadamente contribuyó con el desarrollo de este proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	17
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
3. DELIMITACIÓN	17
4. OBJETIVOS	18
4.1 OBJETIVO GENERAL	18
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
5. JUSTIFICACIÓN	18
6. MARCO TEÓRICO	19
6.1 MARCO CONCEPTUAL	20
6.1.1 Metodología Muther	20
6.1.2 Primeras aproximaciones metodológicas al problema de la distribución en planta	21
6.1.2.1 Método de Immer	21
6.1.2.2 Método de análisis de secuencia de Buffa	22
6.1.2.3 Metodología de Reed	23
6.1.2.4 Metodología del enfoque de sistemas ideales de Nadler	23
6.1.2.5 Metodología de Apple	25

6.1.3	La reingeniería de procesos	25
6.1.4	Salud ocupacional	26
6.2	MARCO LEGAL Y NORMATIVIDAD	27
6.2.1	Políticas y normas gubernamentales	27
6.2.1.1	Estatuto de seguridad industrial	28
6.2.2	Normatividad en hornos de crisol	30
6.2.2.1	Hechura del quemador	32
6.2.2.2	Instalación y uso	32
6.2.2.3	Consejos de funcionamiento	32
6.2.3	Normatividad para el vaciado de bronce	35
6.2.3.1	Vaciados en arena	35
6.2.3.2	Arena y mezcla para moldeo	36
6.2.3.3	Moldeo para fundición	36
6.2.3.4	Herramientas, equipos y medio auxiliares para la fundición	37
6.2.3.5	Equipos de moldeo	37
6.2.3.6	Medios auxiliares	37
6.2.4	Normatividad de las chimeneas	38
6.2.4.1	Altura y diámetro de la chimenea	40
6.2.4.2	Corrección de Altura	40
7.	DISEÑO METODOLÓGICO	41
7.1	Metodología de la planeación sistemática de la distribución en planta de Muther	42

8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	51
8.1 SITUACIÓN ACTUAL	51
8.1.1 Análisis comparativo de los principios	51
8.1.2 Análisis producto – cantidad	55
8.1.3 Análisis del recorrido de los productos (flujo de producción)	55
8.1.3.1 Descripción de los procesos	55
8.1.3.2 Tiempo de fabricación de bornes para batería	56
8.1.4 Distribución actual	62
8.1.5 Riesgos de accidentes	63
8.1.6 Cuellos de botella	69
8.2 SITUACIÓN CON PROYECTO	70
8.2.1 Proyección de demanda	70
8.2.2 Eliminación de riesgos	70
8.2.3 Eliminación de cuellos de botella	71
8.2.4 Ventilación	71
8.2.5 Aspectos positivos	72
8.2.6 Procesos de mejora	72
8.2.6.1 Instalación eléctrica	72
8.2.6.2 Proceso de reciclaje de la escoria de bronce	73
8.2.6.3 Análisis de las relaciones entre actividades	75
8.2.6.4 Desarrollo del diagrama relacional de actividades	76
CONCLUSIONES	

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Esquema del "ideal systems approach" de Nadler	24
Figura 2. Horno de crisol	31
Figura 3. Diseño horno de crisol	34
Figura 4. Esquema del Systematic Layout Planning (SLP)	43
Figura 5. Tabla relacional de actividades	46
Figura 6. Diagrama Relacional de Actividades	47
Figura 7. Diagrama relacional de espacios	48
Figura 8. Mapa de Procesos	59
Figura 9. Flujo de materiales	60
Figura 10. Instalaciones eléctricas	63
Figura 11. Fundición y vaciado	64
Figura 12. Almacenaje de materia prima	65
Figura 13. Apilamiento de barriles	67
Figura 14. Humo de hornos	68
Figura 15. Cuellos de botella	69
Figura 16. Relaciones entre actividades	75
Figura 17. Diagrama relacional de actividades	76
Figura 18. Distribución futura	77
Figura 19. Distribución futura, flujo de materiales	78
Figura 20. Distribución futura 3D	80

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Variables de la investigación	41
Tabla 2. Análisis comparativo de los principios	52
Tabla 3. Diagrama de flujo de materiales	61
Tabla 4. Pronostico ventas mensuales año 2010	70
Tabla 5. Cantidad de escoria producida	74

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A. Documentación instalaciones eléctricas

Anexo B. Cotización instalaciones eléctricas

Anexo C. Planos instalaciones eléctricas

RESUMEN

El concepto de diseño de planta se ha utilizado durante décadas con el fin de conseguir un mejoramiento en los procesos y una mayor capacidad de producción, actualmente Bornes de Risaralda necesita de un rediseño de planta para poder suplir las necesidades del mercado nacional e intentar penetrar mercados internacionales vecinos como es el caso de Ecuador. En el desarrollo de este proyecto encontraremos los métodos utilizados durante varias décadas para resolver este problema de diseño de planta al igual que las normas básicas que se deben tener en cuenta para una planta de fundición de metales como lo es la empresa Bornes de Risaralda. Del mismo modo se realiza un análisis a los procesos desarrollados dentro de la planta con el fin de darle una mejora que permita aumentar la producción de la planta.

Luego de analizar la situación actual de la planta se empieza a determinar las variables y procesos que se deben cambiar, mejorar o implementar según la importancia que tenga dentro del proceso productivo. Durante el desarrollo del proyecto se trabaja con la metodología de Muther y su plan Layout para la distribución de planta, ya que ha sido el método más implementado para la solución de este tipo de problemas obteniendo buenos resultados para las organizaciones. Al tener el análisis actual de la empresa completo, es más sencillo establecer los puntos a cambiar y realizar un bosquejo de la distribución apropiada para la empresa teniendo como base su diagrama de flujo de materiales y como restricción el actual espacio de la planta, dado que el proyecto se realiza sobre unas instalaciones previamente diseñadas según las necesidades.

Finalmente se obtiene una distribución que satisface las necesidades de los procesos de la planta de producción y logra empalmar el flujo de materiales con el principio de mínima distancia, para conseguir una distribución actualizada, moderna en algunos aspectos y primordialmente más segura y productiva para los empleados y la empresa. Esta nueva imagen de Bornes de Risaralda le permitirá aumentar su producción al disminuir enormemente las distancias entre estaciones y los largos tiempos de espera en las estaciones cuello de botella. Se espera que la empresa tome las recomendaciones dadas para así hacer de este proyecto más que un requisito de grado, una solución óptima a los problemas de distribución de la empresa.

ABSTRACT

The plant design concept has been used for decades in order to achieve an improvement in processes and increased production capacity, Bornes de Risaralda currently needs a plant redesign to meet the needs of the domestic market and try to penetrate markets international neighbors as is the case of Ecuador. In the development of this project will find the methods used for several decades to solve this problem of plant design as well as the basic rules that must be taken into account in a metal smelting plant as the company's Bornes de Risaralda. Similarly, an analysis of the processes developed within the plant to give an enhancement to increase the production of the plant.

After analyzing the current status of the plant begins to identify the variables and processes that must change, improve or implement according to the importance that within the production process. During the development of the project works with the methodology of Muther and layout plan for the distribution of plant, as has been the most widely deployed method for solving such problems getting good results for organizations. To have a complete analysis of the company, it is easier to change set points and make a sketch of the appropriate distribution for the company on the basis of the material flow diagram and as the current restriction the plant space, since the project is carried out on previously designed facilities as required.

Finally we obtain a distribution that meets the needs of the processes of production plant and manages the flow of material spliced with the principle of minimum distance, to get a current distribution, modern in some ways and primarily more secure and productive for employees and the company. This new image of Bornes de Risaralda allow you to increase production to greatly reduce the distances between stations and the long waiting times at the bottleneck stations. Company is expected to take the recommendations given in order to make this project more than a degree requirement, an optimal solution to the problems of distribution of the company.

INTRODUCCIÓN

Bornes de Risaralda es una empresa “recuperadora” de materiales metálicos (bronce) pues la materia prima utilizada es 100% reciclada, concentrada en la fundición y posterior producción de partes para la industria automotriz (Bornes para Batería).

El borne es una Pieza metálica en forma de botón que sirve para comunicar un aparato eléctrico o una máquina con un hilo conductor de la corriente eléctrica, en los automóviles el Borne para batería es el terminal encargado de servir de puente entre la batería y el sistema eléctrico del vehículo. Existen diferentes materiales con los que se pueden fabricar los Bornes, aluminio, plomo, antimonio, oro, cobre y bronce siendo este último el que mejor cumple con las especificaciones para la fabricación de los bornes, flexibilidad, durabilidad, conducción de la corriente, bajos costos y fácil adquisición. En la actualidad Bornes de Risaralda ha aumentado su producción gracias a un crecimiento significativo en la demanda, lo que ha generado que en ocasiones la planta de producción no sea muy eficiente. Lo que se pretende con el siguiente trabajo es lograr una propuesta para Bornes de Risaralda, con el fin de rediseñar la planta de producción y realizar el mejoramiento de alguno de sus procesos, para así hacer más eficiente la planta.

Para rediseñar una planta de producción se debe tener en cuenta un sinnúmero de factores que garanticen el buen funcionamiento de los procesos y una excelente optimización de los espacios, el objetivo primordial de este trabajo es rediseñar la planta de producción de Bornes de Risaralda y aplicar los conceptos y las normas más indicados para lograr así mismo un mejoramiento en sus procesos, para esto tendremos como eje principal los principios básicos para una distribución de planta y la normatividad necesaria para la misma.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad vemos como la competitividad empresarial se ha convertido en un factor determinante para la industria mundial, pues en un mundo cambiante y tecnológicamente más avanzado se observan cada vez más y mejores productos, favoreciendo esto al consumidor final y exigiendo mayores esfuerzos por parte de la industria colombiana para poder competir en dicho mercado. Teniendo como base lo anterior, notamos como esta competitividad ha llegado hasta el sector metalúrgico donde se encuentra ubicada la empresa Bornes de Risaralda, que con un aumento significativo de su demanda ha notado como otras empresas han empezado a incursionar en el mismo mercado.

Por esta razón, se desea plantear en primera instancia un proyecto de rediseño de la planta de producción de BORNES DE RISARALDA, basado en la necesidad de expansión que tiene la empresa para poder suplir toda la demanda actual y apoyado en el crecimiento de los últimos años, todo esto incidirá directamente en el desarrollo organizacional de la empresa, pues con la mejora de la planta de producción se podrán generar beneficios en todos los niveles, aumentando la calidad de los productos y optimizando los procesos, logrando así preparar la empresa para su participación en los mercados nacional e internacionales con cantidad y calidad de productos.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Bornes de Risaralda ha tenido un crecimiento empresarial bastante notable en los últimos años, por esta razón ha sentido la necesidad de generar planes de acción para aprovechar las oportunidades que le ha brindado el mercado. ¿Cómo lograr que con el rediseño de la planta de producción se dé respuesta acertada a esta necesidad, y se le brinden a la empresa oportunidades de crecimiento en nuevos mercados?, y ¿Cómo conseguir que con el rediseño de la planta de producción se alcancen los principales objetivos de la compañía, estandarización de procesos, fortalecimiento del sistema de producción, previsión de demandas futuras y mejoramiento de las condiciones laborales?

3. DELIMITACIÓN

Este trabajo será realizado en las actuales instalaciones de la empresa bornes de Risaralda ubicada en el municipio de Dosquebradas del departamento de Risaralda.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Rediseñar la planta de producción de partes eléctricas automotrices de BORNES DE RISARALDA y lograr un mejoramiento en sus procesos.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

4.2.1 Analizar los procesos y actividades establecidos para la elaboración del producto.

4.2.2 Definir las normas, reglamentos y restricciones que se deben tener en cuenta para la distribución en planta.

4.2.3 Establecer los conceptos y principios de una distribución en planta así como los planteamientos existentes de mejora continua.

4.2.4 Analizar las limitaciones locativas, económicas y ambientales presentes en la distribución actual.

4.2.5 Plantear una distribución factible para la planta de producción de Bornes de Risaralda.

5. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día vemos como la globalización de los mercados ha logrado que muchas empresas tengan un crecimiento notable para incursionar en nuevos mercados y aprovechar las oportunidades que les brindan otros países. Para Bornes de Risaralda la incursión en nuevos mercados como son el venezolano y el ecuatoriano es la oportunidad perfecta para lograr un crecimiento mayor tanto en sus ventas como en su producción. Sin embargo para lograr este crecimiento es necesario realizar una serie de cambios dentro de la empresa para poder ser una organización competitiva en el mercado.

Por esta razón y como primer paso para entrar a competir en mercados internacionales, como el venezolano y el ecuatoriano, se desea plantear un proyecto de rediseño de la planta de producción de BORNES DE RISARALDA, basado en la necesidad de expansión que tiene la empresa y apoyado en el crecimiento de los últimos años, todo esto incidirá directamente en el desarrollo organizacional de la empresa, pues con la mejora de la planta de producción se podrán generar beneficios en todos los niveles, aumentando la calidad de los

productos y optimizando los procesos, y así lograr preparar la empresa para su participación en los mercados internacionales con cantidad y calidad de productos. Para poder llevar a cabo este proyecto se deben realizar previamente estudios y análisis sobre los parámetros y normas establecidas de seguridad industrial y distribución de planta, como requisitos indispensables para garantizar la consecución de las metas del trabajo y el óptimo funcionamiento de la planta de producción.

6. MARCO TEÓRICO

La ordenación de las áreas de trabajo se ha desarrollado, desde hace muchos años. Las primeras distribuciones las desarrollaba el hombre que llevaba a cabo el trabajo, o el arquitecto que proyectaba el edificio. Con la llegada de la revolución industrial, se transformó el pensamiento referente que se tenía hacia ésta, buscando entonces los propietarios un objetivo económico al estudiar las transformaciones de sus fábricas.

Por distribución en planta se entiende: “La ordenación física de los elementos industriales”. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller “. ¹

El objetivo primordial que persigue la distribución en planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados. Además para ésta se tienen los siguientes objetivos:

- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y satisfacción del obrero.
- Incremento de la producción
- Disminución en los retrasos de la producción.
- Ahorro de área ocupada
- Reducción del material en proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación
- Disminución de la congestión o confusión
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones

¹ Richard Muther. “ Distribución en planta” *Muther, Richard; Cabre Rabada, Carmelo M.* Barcelona : Hispano Europea, 1981 pág. 13

La distribución en planta tiene dos intereses claros que son; Interés Económico, con el que persigue aumentar la producción, reducir los costos, satisfacer al cliente mejorando el servicio y mejorar el funcionamiento de las empresas. Interés Social, con el que se persigue darle seguridad al trabajador y satisfacer al cliente.

6.1 MARCO CONCEPTUAL

Las empresas desarrollan sus operaciones en instalaciones de diversos tipos: plantas de transformación o ensamble, almacenes para materiales y componentes o para productos terminados, puntos de ventas o de asistencia postventa, oficinas, etc. Las decisiones de distribución en planta son un elemento fundamental del plan estratégico general de cualquier empresa y a su vez presentan un gran desafío para la administración, ya que muchas de ellas tienen efectos a largo plazo que no se pueden revertir con facilidad. Estas decisiones determinan la eficiencia de las operaciones, así como el diseño de los puestos de trabajo, por lo tanto, resulta importante mejorar la práctica del diseño utilizando los mejores enfoques disponibles.

El proceso de ordenación física de los elementos industriales de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible es precisamente a lo que se conoce por Distribución en Planta. Esta ordenación de las áreas de trabajo, el personal y los medios de producción debe ser la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados.

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

6.1.1 Metodología Muther. Los intentos por establecer una metodología que permitiera afrontar el problema de la distribución en planta de manera ordenada comienzan en la década de los 50 del siglo pasado. Sin embargo, es Muther en 1961, el primero en desarrollar un procedimiento verdaderamente sistemático, el Systematic Layout Planning (en lo adelante SLP) que establece una metodología aplicable a la resolución del problema independientemente de su naturaleza.

Los métodos precedentes al SLP son simples e incompletos y los desarrollados con posterioridad son en muchos casos variantes de éste, más o menos ampliadas, siendo el método de Muther el más difundido entre la bibliografía

consultada. De tal forma, es posible afirmar que el SLP ha sentado precedentes y ha marcado un antes y un después en el diseño de instalaciones de producción y servicios como área del conocimiento de la investigación de operaciones.

Esta metodología conocida como SLP por sus siglas en inglés, ha sido la más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza. Fue desarrollada por Richard Muther en 1961 como un procedimiento sistemático multicriterio, igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes. El método reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos.

A continuación se nombran los pasos del procedimiento para que más adelante en el marco metodológico se les de mas ampliación y desarrollo a cada uno de ellos:

- Paso 1: Análisis producto-cantidad
- Paso 2: Análisis del recorrido de los productos (flujo de producción)
- Paso 3: Análisis de las relaciones entre actividades
- Paso 4: Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades
- Paso 5: Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios
- Paso 6: Desarrollo del Diagrama Relacional de Espacios
- Paso 7: Evaluación de las alternativas de distribución de conjunto y selección de la mejor distribución

6.1.2 Primeras aproximaciones metodológicas al problema de la distribución en planta.²

6.1.2.1 Método de Immer. Diversos autores coinciden en señalar a Immer como el primero en crear (en 1950) una metodología común para la resolución del problema de distribución en planta. La técnica de Immer es simple en extremo, estableciendo tres etapas o pasos en el proceso de resolución del problema:

² Tomado de <http://www.monografias.com/trabajos65/resolucion-distribucion-planta/resolucion-distribucion-planta.shtml>

- Etapa 1: Plantear correctamente el problema a resolver.
Etapa 2: Detallar las líneas de flujo.
Etapa 3: Convertir las líneas de flujo en líneas de materiales.

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

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

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

Etapa 2:
Determinación de la secuencia de operaciones de cada pieza y Elaboración de una tabla con dicha información ("*Sequence summary*").

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

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

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

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

Como ha podido apreciarse el método de Buffa de manera similar al método de Immer utiliza para establecer la disposición de las actividades el flujo de materiales entre actividades como criterio único. Sin embargo, ya en 1952, habían realizado las primeras referencias al uso de criterios cualitativos en el diseño de las

distribuciones de las actividades, que sí consideraría posteriormente Muther en su SLP.

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

1. Estudiar el producto a fabricar.
2. Determinar el proceso necesario para fabricar dicho producto y sus requerimientos.
3. Preparar esquemas de planificación del *layout*: en los que se especifique información como las operaciones a realizar, los transportes y almacenajes necesarios, inspecciones requeridas, tiempos estándar de cada operación, selección y balance de maquinaria, requerimiento de mano de obra, etc.
4. Determinación de las estaciones de trabajo.
5. Determinar los requerimientos de áreas para almacenamiento.
6. Determinación de la anchura mínima de los pasillos.
7. Establecimiento de las necesidades de área para actividades de oficina.
8. Consideración de instalaciones para personal y servicios.
9. Planificar los servicios de la planta.
10. Prever posibles futuras expansiones.

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

Dicha aproximación se realiza partiendo del sistema ideal teórico que resuelve el problema planteado, para ir descendiendo en el grado de idoneidad hasta alcanzar una solución factible al problema. El planteamiento se esquematiza en la siguiente figura:

Figura 1. Esquema del "ideal systems approach" de Nadler.



Fuente www.monografias.com

Para una explicación más clara de este sistema tenemos que:

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

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

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

1. Obtener los datos básicos del problema.
2. Analizar dichos datos.
3. Diseñar el proceso productivo.
4. Proyectar los patrones de flujo de materiales.
5. Determinar el plan general de manejo de materiales.
6. Calcular los requerimientos de equipamiento.
7. Planificar los puestos de trabajo de manera individualizada.
8. Seleccionar equipos de manutención específicos.
9. Establecer grupos de operaciones relacionadas.
10. Diseñar las relaciones entre actividades.
11. Determinar los requerimientos de almacenamiento.
12. Planificar los servicios y actividades auxiliares.
13. Determinar los requerimientos de espacio.
14. Localizar las actividades en el espacio total disponible.
15. Escoger el tipo de edificio.
16. Construir una distribución en planta maestra.
17. Evaluar y ajustar la distribución en planta.
18. Obtener las aprobaciones necesarias.
19. Instalar la distribución obtenida.
20. Hacer un seguimiento del funcionamiento de la instalación.

6.1.3 La reingeniería de procesos.³

La reingeniería de procesos es una técnica en virtud de la cual se analiza en profundidad el funcionamiento de uno o varios procesos dentro de una empresa con el fin de rediseñarlos por completo y mejorar radicalmente. La reingeniería de procesos surge como respuesta a las ineficiencias propias de la organización funcional en las empresas y sigue un método estructurado consistente en:

- Identificar los procesos clave de la empresa.
- Asignar responsabilidad sobre dichos procesos a un "propietario".
- Definir los límites del proceso.
- Medir el funcionamiento del proceso.
- Rediseñar el proceso para mejorar su funcionamiento.

Los procesos que se van a mejorar dentro de la empresa Bornes de Risaralda tienen que ver con el alistamiento de la materia prima y con procesos de

³ Tomado de <http://www.monografias.com/trabajos15/sistema-kaizen/sistema-kaizen.shtml>

maquinado de las piezas para así eliminar o minimizar los cuellos de botella generados en estas estaciones y lograr un incremento notable en la producción.

6.1.4 Salud ocupacional.⁴

Crear ambientes saludables y seguros para sus colaboradores, es una labor en la cual se han enfocado las empresas colombianas, apoyadas por las ARP y los programas de medicina preventiva. La salud ocupacional se encarga de proteger, conservar y mejorar la salud de las personas en su entorno laboral.

En este sentido la salud ocupacional se ocupa de prevenir a los empleados, frente a los riesgos relacionados con agentes físicos, mecánicos, químicos, biológicos, orgánicos, sustancias peligrosas y otros que puedan afectar la salud individual o colectiva en los lugares de trabajo. La posición del Ministerio de la Protección Social, es clara y advierte que todas las empresas, sin importar su actividad económica, deben contar con un Programa de Salud Ocupacional, en el cual se definirán las estrategias necesarias para garantizar la protección y seguridad de sus empleados. Esto se estableció mediante la Resolución número 1016 de 1989.

Sin embargo, cada empresa en particular debe establecer los programas más adecuados de acuerdo con su actividad económica, el número de trabajadores y con los riesgos reales y potenciales que puedan representar las funciones que realizan.

El número de colaboradores es una de las variables que deben considerar los gerentes a la hora de nombrar un Comité Paritario de Salud (Copaso) o al Vigía de Salud, según el caso. El Copaso, se implementa en empresas con 10 empleados o más; mientras que el Vigía de Salud se encargará del proceso en empresas con menos de 10 empleados. En Bornes de Risaralda contamos con menos de 10 empleados lo que nos indica que solamente debe existir la presencia de un vigía de salud el cual estará encargado principalmente de actuar como instrumento de vigilancia para el cumplimiento de los Programas de Salud Ocupacional en los lugares de trabajo e informar a las autoridades de salud ocupacional cuando haya deficiencias en su desarrollo.

Del mismo modo debe cumplir con funciones básicas como:

- Participar de las actividades de promoción, divulgación e información, sobre medicina, higiene y seguridad entre los trabajadores, para obtener su participación activa en el desarrollo de los Programas de Salud Ocupacional.
- Visitar las estaciones de trabajo e inspeccionar los ambientes, máquinas, equipos, aparatos y operaciones e informar al empleador sobre la existencia de factores de riesgo y sugerir las medidas de prevención y de control.

⁴ Tomado de <http://www.misionpyme.com/cms/content/view/3069/61/>

- Proponer actividades de capacitación en salud ocupacional dirigidas a los empleados de la empresa.
- Servir como organismo de coordinación entre empleador y los trabajadores en la solución de los problemas relativos a la salud ocupacional y estudiar las sugerencias que presenten los trabajadores en materia de medicina, higiene y seguridad industrial.
- Se reunirá por lo menos una vez al mes en el local de la empresa y durante el horario de trabajo y mantendrá en archivo las actas de cada reunión.
El nombramiento de este vigía debe hacerse por parte de las directivas de la empresa teniendo en cuenta un perfil para la persona encargada que pueda cumplir a cabalidad todas las funciones encargadas por el sistema de salud ocupacional.

6.2 MARCO LEGAL Y NORMATIVIDAD

6.2.1 Políticas y normas gubernamentales.

La Cámara de Comercio trabaja para el fortalecimiento de una Dosquebradas competitiva, fomenta en los empresarios de la ciudad una visión global de las tendencias económicas, sociales y políticas del mundo. Se vincula estrechamente a las iniciativas de desarrollo orientadas a ofrecer a sus habitantes una mejor calidad de vida.

La Secretaría de Apoyo Empresarial dinamiza el desarrollo industrial, económico y social del municipio; le orienta en el establecimiento de su empresa en la ciudad. Su compromiso, desprovisto de cualquier interés económico, es contribuir en la realización de todas las gestiones inherentes a su proyecto empresarial y de manera oportuna informarle los beneficios que da el gobierno local, como estímulo a la reactivación económica y la generación de empleo.

El Gobierno local de Dosquebradas estimula al inversionista mediante exenciones tributarias, como la Exoneración a "Construcciones industriales y comerciales", la cual explica en su texto que se exonera a los nuevos industriales y comerciantes que construyan sus edificaciones o a los existentes que realicen ampliación de sus plantas, generando nuevos empleos directos.

Es así como, teniendo en cuenta la facilidad que brindan las políticas y normas gubernamentales en el municipio de Dosquebradas, Bornes de Risaralda además de obtener un beneficio interno por la nueva adecuación de su planta de producción también logra una exención tributaria para poder crecer como organización y brindar nuevos empleos directos.

6.2.1.1 Estatuto de seguridad industrial⁵. El gobierno Colombiano establece una serie de normas y requerimientos necesarios para cada empresa en el territorio patrio, los que intervienen en el diseño de la planta que se está desarrollando son los siguientes;

- Resolución Número 02400 de 1979 (Mayo 22)

Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. El Ministro de Trabajo y Seguridad Social en uso de sus facultades que le confiere el artículo 348 del Código Sustantivo del Trabajo, el Artículo 10 del Decreto No. 13 de enero 4 de 1967 y el Decreto No. 062 de enero 16 de 1976, reorgánico del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. RESUELVE:

TÍTULO I

Disposiciones generales.

CAPÍTULO I

Campo de aplicación.

Artículo 1º. Las disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad reglamentadas en la presente Resolución, se aplican a todos los establecimientos de trabajo, sin perjuicio de las reglamentaciones especiales que se dicten para cada centro de trabajo en particular, con el fin de preservar y mantener la salud física y mental, prevenir accidentes y enfermedades profesionales, para lograr las mejores condiciones de higiene y bienestar de los trabajadores en sus diferentes actividades.

CAPÍTULO I

Edificios y locales.

Artículo 4º. Todos los edificios destinados a establecimientos industriales, temporales o permanentes, serán de construcción segura y firme para evitar el riesgo de desplome; los techos o cerchas de estructura metálica, presentaran suficiente resistencia a los efectos del viento, y a su propia carga; los cimientos y pisos presentarán resistencia suficiente para sostener con seguridad las cargas para las cuales han sido calculados, y ningún cimiento o piso será sobrecargado por encima de la carga normal: el factor de seguridad para el acero estructural con referencia a la carga de rotura, será por lo menos de cuatro (4) para las cargas estáticas, y por lo menos de seis (6) para las cargas vivas o dinámicas, y será correspondientemente más alto.

⁵ Tomado de <http://www.laseguridad.ws/consejo/consejo/home.htm>

Parágrafo. Las edificaciones permanentes o temporales para fines de industria, comercio o servicios, tendrán su extensión superficial en correcta relación con las labores, procesos u operaciones propias de las actividades desarrolladas, y con el número de trabajadores para evitar acumulación excesiva, hacinamiento o distribución inadecuada que impliquen riesgos para la salud.

Artículo 8º. Los locales de trabajo tendrán las dimensiones necesarias en cuanto a extensión superficial y capacidad de los locales, de acuerdo con los requerimientos de la industria, para una mejor distribución de equipos, aparatos, etc., en el flujo de materiales, teniendo en cuenta el número de trabajadores en cada lugar de trabajo.

Artículo 9º. La superficie de pavimento por trabajador no será menor de dos (2) metros cuadrados, con un volumen de aire suficiente para 11,5 metros cúbicos, sin tener en cuenta la superficie y el volumen ocupados por los aparatos, equipos, máquinas, materiales, instalaciones, etc. No se permitirá el trabajo en los locales cuya altura del techo sea menor de tres (3) metros, cualquiera que sea el sistema de cubierta.

Parágrafo. El piso pavimento constituirá un conjunto homogéneo y liso sin soluciones de continuidad; será de material resistente, antirresbaladizo y en lo posible fácil de ser lavado.

Artículo 10º. En las cercanías de hornos, y en general en todas las operaciones en donde exista el fuego, el pavimento en las inmediaciones de éstas será de material incombustible, en un radio de un (1) metro. Se procurará que todo el pavimento se encuentre al mismo nivel; en caso de existir pequeños escalones, estos se sustituirán por rampas de pendiente suave, para salvar las diferencias de altura entre un lugar y otro.

Artículo 11º. Las paredes serán lisas, protegidas y pintadas en tonos claros, susceptibles de ser lavadas o blanqueadas y serán mantenidas al igual que el pavimento, en buen estado de conservación, reparándose tan pronto como se produzcan grietas, agujeros o cualquier clase de desperfectos.

Artículo 12º. Los corredores que sirven de unión entre los locales, escaleras, etc., y los pasillos interiores de los locales de trabajo que conduzcan a las puertas de salida, deberán tener la anchura precisa teniendo en cuenta el número de trabajadores que deben circular por ellos, y de acuerdo a las necesidades propias de la industria y establecimiento de trabajo. La anchura mínima de los pasillos interiores de trabajo será de 1,20 metros.

Parágrafo 1º. La distancia entre máquinas, aparatos, equipos, etc., será la necesaria para que el trabajador pueda realizar su labor sin dificultad e

incomodidad, evitando los posibles accidentes por falta de espacio, no será menor en ningún caso de 0,80 metros.

Parágrafo 2º. Cuando las máquinas, aparatos, equipos, posean órganos móviles, las distancias se contarán a partir del punto más saliente del recorrido de dichos órganos. Alrededor de los, hornos, calderas o cualquier otro equipo que sea un poco radiante de energía térmica (calor), se dejará un espacio libre de 1,50 metros.

Artículo 13º. Todo lugar por donde deben transitar los trabajadores, tendrá una altura mínima de 1,80 metros, entre el piso y el techo, en donde se encuentren instaladas estructuras que soportan máquinas, equipos, etc., para evitar accidentes por golpes, etc.; y se colocarán pasarelas metálicas con pasamanos que ofrezcan solidez y seguridad.

6.2.2 Normatividad en hornos de crisol.⁶

El obstáculo mayor que confrontará todo aquél que quiere iniciarse en la escultura de metal o la hechura de joyas es generalmente el alto costo del equipo para derretir metales. Un soplete de oxiacetileno, con las puntas, los tanques, los medidores y los reguladores de presión necesarios, supone una inversión bastante cuantiosa. Pero un horno de crisol como el que se muestra aquí por una fracción de ese costo, puede producir temperaturas que varían de 900°F (482°C) a más de 2700°F (1482°C). Se trata de temperaturas lo suficientemente calientes para derretir peltre, cinc, aluminio, bronce, latón, metales preciosos, hierro y además acero.

La cámara de combustión está hecha de ladrillos refractarios y aisladores de servicio pesado (aproximadamente 3600°F (1982°C) y, como mortero, se emplea un cemento refractario con alto contenido de alúmina y de fraguado al aire. Se hace con ocho ladrillos, dos que se emplean tal y como vienen y seis que se cortan a la forma que se muestra. Se efectúa el corte fácilmente con una sierra de vaivén, una sierra de cinta o una sierra de sable. Comience el armado empapando todos los ladrillos en agua limpia hasta quedar totalmente mojados.

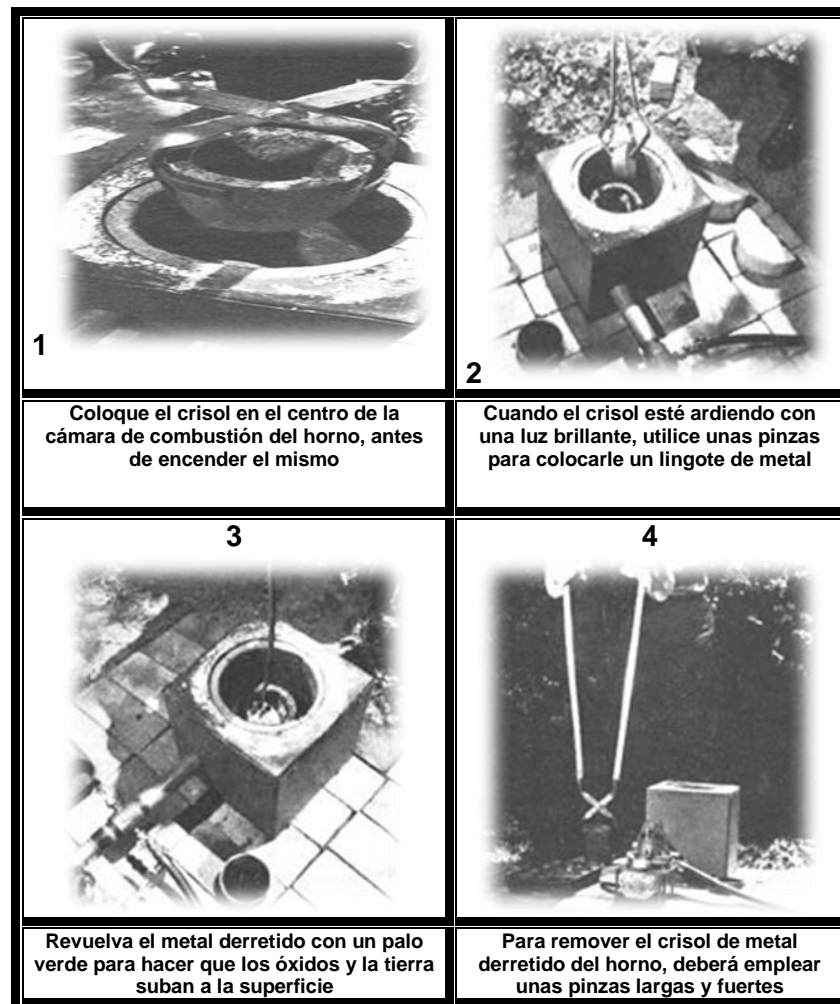
Mezcle de antemano el mortero con agua limpia, dentro de un recipiente limpio, hasta adquirir la consistencia cremosa y suave de la mezcla para hacer tortas. Coloque a mano los dos ladrillos sin cortar en el mortero y dispóngalos lado a lado para formar una base plana de 2 1/2 x 9 x 9" (3,81 x 22,86 x 22,86 cm). Emplee una brocha de pintar pequeña mojada con mortero para eliminar los pelotones y rellenar los agujeros que puedan formarse. Añada las otras capas, dos ladrillos

⁶ Tomado de <http://www.mimevanicapopular.com/verherr.php?n=91>

mojados en mortero a la vez, alternando la dirección de las juntas y utilizando la brocha de pintura y el mortero para alisar y rellenar.

Hornee la cámara de combustión a una temperatura de 400° a 500°F (204 a 260°C) en el horno de la cocina hasta quedar totalmente seca. El agujero para la tobera se corta a través de la pared de la segunda capa en una línea tangente con respecto a la superficie interior. Una pieza sobrante de tubo de 1" (2.54 cm), torneada a mano, podrá formar esta abertura con rapidez y eficiencia. Finalmente, añada una caja de lámina de hierro galvanizado para proteger el quebradizo ladrillo refractario.

Figura 2. Horno de crisol



Fuente: www.mimecanicapopular.com

6.2.2.1 Hechura del quemador. El quemador consiste en una cámara para la mezcla de aire con gas, una tobera y un soplador de aire a presión con un control de velocidad. Haga el tubo para el orificio con un niple de 3" (7.62 cm) de largo, hecho de tubo negro de 1/8" (0,32 cm). Perfore un agujero de 3/32" (0,24 cm) a través del centro de una de las paredes.

La tobera se hace con un trozo de un tubo negro de 1" (2,54 cm) con un largo de 8 ó 9" (20.32 o 22,86 cm), dotado de agujeros para dar cabida al tubo de orificio. Estos agujeros se perforan a través de ambas paredes, a 6 ó 7" (15.24 ó 17.78) de uno de los extremos.

Suelde el tubo del orificio en su lugar, de manera que el orificio dé hacia dentro. Aplique una tapa a un extremo e instale un grifo de gas en el otro. El soplador se puede obtener de cualquier secadora de pelo y se añade un atenuador de luz de estado sólido para utilizarlo como control de velocidad.

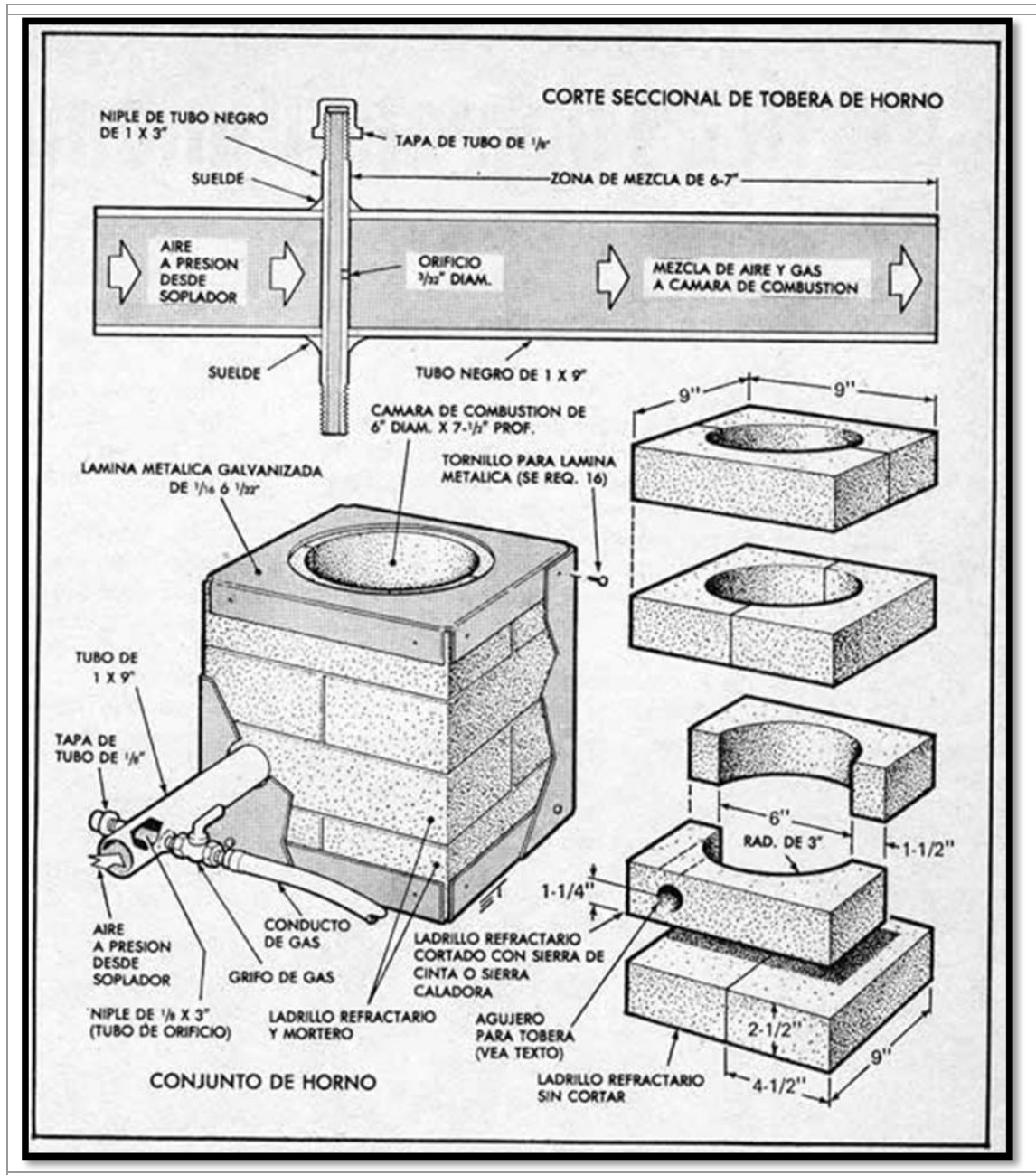
6.2.2.2 Instalación y uso. Puede utilizarse cualquier sitio adecuado para soldar, asumiendo que cuenta con una buena ventilación y que se disponga de gas natural y de un servicio eléctrico conectado a tierra. Coloque la cámara de combustión en el piso e inserte la tobera dentro de la cámara de combustión, hasta la pared interior pero no más allá de ella. Conecte el soplador y el control de velocidad. Conecte a tierra la tobera y la caja de la cámara de combustión. Conecte el conducto de gas natural al grifo de gas.

Prepárese para el uso del horno, reuniendo moldes, crisoles, lengüetas, guantes de asbesto, gafas de seguridad y el metal que se va a vaciar. Coloque el crisol en el centro de la cámara de combustión; esto facilita la circulación del calor y permite quitar el crisol con facilidad. Ponga a funcionar el soplador y luego abra un poco el grifo de gas y prenda inmediatamente el quemador desde la parte superior de la cámara de combustión. A través de un período de 30 minutos, aumente el flujo de gas al máximo, ajustando continuamente la velocidad del soplador para que se produzca una llama de color azul pálido. Cuando el horno haya alcanzado su temperatura máxima, la pared interior brillará con un color amarillo subido. Una vez que el crisol se caliente bien, puede usted colocar metal dentro de él. Se obtienen temperaturas menores reduciendo el flujo del aire y del gas. Para temperaturas extremadamente altas, tape toda la abertura superior, excepto una parte pequeña de ella, con más ladrillos refractarios.

6.2.2.3 Consejos de funcionamiento. Cuando termine el vaciado, reduzca el flujo de aire y el gas aun otro período de 30 minutos; luego puede usted interrumpir el flujo de ambos. En caso de emergencia, primero cierre el gas y luego el aire. Nunca debe usted prender el gas sin prender primero el soplador. Antes de construir el horno de crisol, tome en cuenta lo siguiente:

- El horno puede constituir un peligro. Nunca hay que dejarlo funcionando mientras uno se encuentre en otro lado. No deje conectado el gas y la electricidad cuando no se está empleando el horno. Si es posible, impida el acceso a él con una cerradura.
- Cuando está prendido, el horno produce el ruido de un motor de reacción. No lo ponga a funcionar durante horas en que podría molestar a los vecinos.
- Es posible que la instalación requiera la aprobación de las autoridades de construcción o de los bomberos del sitio donde vive usted. Consulte con ellos antes.
- Debido a las altas temperaturas que genera, el horno puede constituir un peligro para la vida y la propiedad de uno.

Figura 3. Diseño horno de crisol



Fuente www.mimecanicapopular.com

6.2.3 Normatividad para el vaciado de bronce.⁷

6.2.3.1 Vaciados en arena. A parte de los metales metalúrgicos formados por métodos en que interviene la metalurgia de polvos, los metales y las aleaciones se funden primero y luego se vacían en un molde de forma predeterminada. En algunos casos, el molde puede ser de forma simple obteniéndose lingote que subsecuentemente se forma plásticamente por forjado, laminado o extrusión.

Pasos básicos en un proceso de vaciado de arena:

Requiere primero del moldeo en arena de fundición, alrededor de un patrón adecuado de tal manera que este pueda retirarse, dejando una cavidad de la forma requerida en arena. Para facilitar este procedimiento, el molde de arena se divide en dos o más partes.

En vaciados de formas simples, puede usarse un molde de dos partes, en el que cada mitad está contenida en un marco en forma de caja.

Defectos en los vaciados de arena:

Los defectos pueden presentarse por fallas técnicas que se pueden clasificar bajo los siguientes encabezados:

- Mala práctica en la fusión.
- Mala práctica en el vertido.
- Moldeo pobre.
- Diseño incorrecto del moldeo, composición incorrecta del metal.

Si un vaciado tiene cargadores inadecuados los efectos de fechupe se pueden manifestar como porosidad interna, cavidades, o bien, en la forma de depresiones en la superficie del vaciado, como se ha indicado antes.

- Las burbujas
- Las inclusiones
- Los pliegues fríos
- Roturas en calientes.

Otros procesos de vaciado:

Existen muchos procesos de vaciado de aplicación comparativamente especializada, en este caso mencionaremos los tres más importantes:

- Vaciado centrífugo
- Vaciado semicentrífugo
- Centrífugo.

⁷ Ingeniería Metalúrgica, Tomo II, Por: Raymundo A. Higgins. Tecnología de moldeo de fundición, Por: Luis A. Olivia. Metalúrgica, Por: Luigi Losana. http://www.rincondelvago.com/metalurgia_3.html

6.2.3.2 Arena y mezcla para moldeo. La arena es el material básico que emplea el moldeador para confeccionar sus moldes, para los diversos tipos de metales y aleaciones que usualmente se producen en los talleres y fabricas de producción. La planta centralizadora de arena ubicada en un taller o fabrica suministra arenas ya preparadas mediante un sistema de cintas transportadoras a las distintas secciones del moldeo, a través de los depósitos y tolvas de almacenaje, situados en mayor altura y que reciben continuamente la arena usada para acondicionarla nuevamente.

Distintos tipos de arenas para moldeo:

- Arena Verde: es una arena húmeda, es decir, que se ha secado.
- Arena seca: es aquella a la que se le ha eliminado toda la humedad antes de efectuar la colada, mediante el secado de enfurtas.
- Arenas de revestimiento o de contacto: es la que se apisona contra la cara del moldeo y una vez extraído este, formará la capa interna del molde.
- Arena de relleno: procede de los moldes ya colados y vuelve nuevamente a utilizarse después de preparada para rellenar el molde durante el moldeo.

Otros tipos de arena son:

- Arena negra
- Arena sintética
- Arena naturales
- Arena para machos
- Arena al aceite

6.2.3.3 Moldeo para fundición. Materiales para moldeo: Para la confección de modelos se emplean materiales muy variados como son:

- maderas
- los metales blandos
- las aleaciones de aluminio
- el hierro
- el latón
- el yeso
- los plásticos, la goma y otros compuestos.
- Cada material tiene características especiales que deben tenerse en cuenta al emplearse en un modelo.
- Tipos y clasificación de los modelos:
- Los modelos como su nombre lo indica son la representación genérica de las piezas y están destinados a reproducir en negativo su forma en el molde de arena, para luego ser llenado con aleación líquida y obtener la representación real de una pieza o perfil deseado.
- Modelos enterizos sencillos.

- Modelos enterizos complejos.
- Modelos divididos o partidos.
- Modelos divididos complejos.
- Modelos internos o caja de macho.

6.2.3.4 Herramientas, equipos y medios auxiliares para la fundición. Durante la ejecución de los diversos trabajos que el obrero moldeador o fundidor realiza en la fábrica, sean artesanales o con algún desarrollo, es necesario utilizar distintos tipos de herramientas manuales para formar los moldes.

Tipos de herramientas:

- palas
- picos y horquillas
- reglas
- agujas de ventilar
- paletas de alisar
- alisadores
- espátulas
- puntas o extractores de moldeo
- martillos y macetas
- mordaza o presillas

6.2.3.5 Equipos de moldeo. Bajo el nombre de equipos de moldeo se designan a todos los tipos de herramientas y medios que dispone el taller de moldeo, fundición o fábrica para realizar diferentes trabajos.

- pisones o atacadores
- pisones neumáticos.

6.2.3.6 Medios auxiliares:

- cribas atomices
- pulverizadores
- fuelle de mano
- estuches para herramientas.

6.2.4 Normatividad de las chimeneas⁸

Se definen como Chimeneas Industriales a los conductos construidos para dar salida a la atmósfera libre a gases resultantes de una combustión –o de una reacción química (“gases de cola”) – para su dispersión en el aire ambiente.

- Norma nacional de emisión por fuentes fijas⁹

Por la cual se dicta la norma nacional de emisión por fuentes fijas, LA MINISTRA DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, en ejercicio de sus facultades legales, en especial de las contenidas en el Artículo 33 del Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 9 de 1979, los Numerales 10 y 11 del Artículo 5 de la Ley 99 de 1993, y los Artículos 8 y 15 y Capítulos V y VI del Decreto 948 de 1995.

CONSIDERANDO

Que corresponde al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, de acuerdo con los numerales 10, 11 y 14 del Artículo 5 de la Ley 99 de 1993, determinar las normas ambientales mínimas y las regulaciones de carácter general aplicables a todas las actividades que puedan producir de manera directa o indirecta daños ambientales y dictar regulaciones de carácter general para controlar y reducir la contaminación atmosférica en el territorio nacional.

Que de conformidad con el Artículo 8 del Decreto 948 de 1995, es competencia del Ministerio establecer los estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire. Que para la fijación de los estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire producidos por fuentes fijas, se adelantó un estudio técnico en el cual se tuvieron en cuenta las mediciones de emisión por fuentes fijas realizadas por diferentes autoridades del país, así como las reportadas por diferentes gremios y las experiencias internacionales de la Unión Europea, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos y el Banco Mundial, entre otros.

RESUELVE CAPÍTULO X.

CONTROL A EMISIONES MOLESTAS PARA ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES Y DE SERVICIOS

Artículo 16. Emisiones molestas en establecimientos comerciales y de servicios. Todo establecimiento comercial y de servicios que genere emisiones molestas, deberá instalar campana de extracción de contaminantes o gases de proceso, ventilador de tiro inducido o de tiro forzado y ducto de descarga o chimenea para

⁸ Tomado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co> consulta de la norma

⁹ Tomado de http://www.minambiente.gov.co/.../3109_PROTOCOLO_FUENTES_FIJAS_version_1

asegurar la adecuada dispersión de las emisiones molestas, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 23 del Decreto 948 de 1995. En caso de ser necesario, el establecimiento deberá contar con dispositivos adecuados de control.

CAPÍTULO XI.

DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE DESCARGA DE LA EMISIÓN POR FUENTES FIJAS

Artículo 17. Obligatoriedad de construcción de un ducto o chimenea. Toda actividad industrial, comercial y de servicios que realice descarga de contaminantes a la atmósfera deberá contar con un ducto o chimenea cuya altura y ubicación favorezca la adecuada dispersión de estas sustancias al aire, cumpliendo con los estándares de emisión que le sean aplicables.

- Norma nacional de emisión por fuentes fijas¹⁰

Parágrafo Primero: Se exceptúa de la obligatoriedad de construir ducto o chimenea a las actividades industriales, comerciales y de servicios que realizan emisiones fugitivas de sustancias contaminantes, siempre y cuando cuenten con mecanismos de control que garanticen que dichas emisiones no trasciendan más allá de los límites del predio del establecimiento.

Artículo 18. Determinación de la altura del punto de descarga. La altura del punto de descarga (chimenea o ducto) se determinará con base en el flujo volumétrico y másico de los contaminantes, la velocidad de salida de los gases, el diámetro de la chimenea y las construcciones cercanas, ente otras, siguiendo las buenas prácticas de ingeniería establecidas en el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas. En todo caso la altura mínima deberá garantizar la dispersión de los contaminantes. A continuación se dan algunas de las características primordiales en la elaboración de los ductos o chimeneas:

1. Sección interior, o de paso de gases
2. Altura
 - 2.1 Para dispersión de gases en la atmósfera libre
 - 2.2 Para la obtención de una depresión mínima determinada en su base
3. Tipo de material estructural (o externo)
 - 3.1 Resistencia a las acciones externas

¹⁰ www.minambiente.gov.co/.../3109_PROTOCOLO_FUENTES_FIJAS_version_1

3.1.1 Viento

3.1.2 Sismos

3.2. Cimentación

4. Tipo de material de revestimiento interior

4.1 Resistencia a la temperatura y ataque físico-químico de los gases

Consideraciones:

La velocidad mínima de evacuación de los humos por la coronación de la chimenea suele venir fijada por la normativa correspondiente de la Administración Pública del lugar.

- A modo de orientación, puede decirse que las velocidades medias deberían oscilar entre un mínimo de 5 m/s y los 17 m/s. Una velocidad media de 10 m/s suele considerarse como adecuada.
- También se han utilizado y siguen usando, las chimeneas metálicas de chapa de acero, que resultan ser en muchas ocasiones, más económicas y fáciles de instalar.
- En algunos casos, y en función de la calidad de los humos, se recubren interiormente con materiales refractarios resistentes al ataque químico de ciertos productos que acompañan a los humos.

6.2.4.1 ALTURA Y DIAMETRO DE LA CHIMENEA. El diámetro mínimo de la chimenea debe ser de 0.3 m como mínimo. En cuanto a la altura de la chimenea debe ser calculada para el sitio específico donde el incinerador operara, la altura del punto de descarga (chimenea o ducto) se determinará con base en el flujo volumétrico y másico de los contaminantes, la velocidad de salida de los gases y el diámetro de la chimenea, en el caso de Bornes de Risaralda la altura no deberá ser menor a 6m.

6.2.4.2 CORRECCION DE ALTURA. Cuando existan edificaciones altas, montañas, bosques o demás obstáculos dentro del área de influencia cuya sumatoria de área sea mayor al 5% del área de influencia (la cual deberá ser estimada mediante modelos de dispersión de contaminantes) de las emisiones del incinerador, es necesario hacer corrección de la altura.

7. DISEÑO METODOLÓGICO

Dentro del desarrollo del proyecto de rediseño de la planta de producción de Bornes de Risaralda se manejará un tipo de investigación aplicada, según la finalidad, ya que su eje primordial será la resolución de problemas prácticos, este tipo de investigación irá de la mano con una investigación de campo, según el lugar, pues se realizará con base en una situación real que permitirá la generalización de los resultados con situaciones afines, estos tipos de investigación deberán estar en concordancia con las variables de investigación que sirvan para profundizar y distinguir el tipo de proceso que se llevará a cabo, para este caso se utilizaron las variables cualitativa y cuantitativa.

Tabla 1: Variables de la Investigación

TIPO DE VARIABLE	DEFINICION	DESCRIPCION	HERRAMIENTA
Variables Cualitativas	<i>Las Cualitativas son aquellas que se refieren directamente a una cualidad, ya sea de un elemento palpable, o no; esta tipo de variable, se hace muy difícil asignarle un valor, numérico, por lo que a su vez ella crea constructos hipotéticos, que son vistos a simple vista, pero no son tangibles.</i>		
ANALISIS DE PROCESOS	Los procesos que se hagan dentro de una planta de producción determinan la calidad del producto final así como la eficiencia de todo el sistema productivo, es por eso que deben de ser plenamente eficientes.	Se tomara cada proceso de la fábrica para analizar cual de ellos se puede mejorar o cual evitar del todo, ya que algunos reprocesos generan gastos innecesarios	*Cartas de descripción de procesos; Mapa de procesos; Flujo de materiales
ANALISIS DE ACTIVIDADES	Las actividades que determinan un proceso son la parte esencial de la organización pues el buen desempeño de cada actividad da como resultado el buen funcionamiento de la organización.	Se realizará un análisis de cada actividad realizada dentro de la planta para así determinar cual se puede mejorar o cual se puede cambiar	*Diagrama de flujo de materiales; Flujo de materiales
RELACION ENTRE ACTIVIDADES	Dentro de una planta de producción la relación directa que hay entre algunas actividades debe de ser plenamente reconocida para que se logre una armonía en la distribución de la planta	Se determinara la prioridad que existe de tener algunas actividades más cerca de otras para lograr una mejora de estas actividades	*Matriz de cook; Relación de prioridades; Diagrama de relación de actividades.
Variables Cuantitativas	<i>Le asigna un valor, numérico, mediante simple tabulación de la información, también puede darse el caso de asignarse un valor, relativo a una</i>		
LOTES DE PRODUCCION	Los lotes de producción son una forma de cuantificar la producción de una planta así como una variable importante dentro de este proceso.	Se mide por lotes la producción de la empresa ya que se hace más sencillo manejar esta dimensión para el manejo de materiales	*Diagrama de flujo de materiales; Pronóstico de demanda mediante datos históricos
DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	El buen uso del espacio dentro de la planta permite, más que la organización de la misma, seguridad para los empleados.	Se realizará una distribución acorde con el espacio actual de la planta y aprovechando al máximo la estructura actual.	*Flujo de materiales; Diagrama de relación de actividades; Planos en dos y tres dimensiones.
ESPACIO DE ESTACIONES	Cada estación de trabajo debe funcionar con ciertas normas y herramientas para que su funcionamiento sea el más apropiado, es así como el espacio que debe de tener cada una de ellas debe de ser el más apropiado	Se realizará una distribución acorde con el espacio actual de la planta y aprovechando al máximo la estructura actual.	*se tendrán en cuenta herramientas de mejora continua las cuales permitirán analizar el espacio adecuado para cada estación.

Fuente Elaboración Propia

Es así como, el plan general para desarrollar la nueva distribución de planta está constituido por una serie de etapas y actividades para lograr alcanzar una distribución apropiada y lograr relacionar estas variables, para esto se determinan algunos ítems claves a realizar, teniendo en cuenta que dentro del proceso se desarrollarán actividades que permitan profundizar sobre cada uno de los temas y obtener excelentes resultados en la nueva distribución:

- Se describirán los procesos y actividades que intervienen en la fabricación de bornes para batería, y que se utilizan actualmente en la planta.
- Se realizara una Investigación en cuanto a los requerimientos que se deben tener en cuenta para el rediseño de la planta productiva de Bornes de Risaralda.
- Se realizara una toma de tiempos y espacios para lograr mejorar algunos procesos dentro de la nueva distribución y así mejorar el rendimiento de la planta.
- Se determinara el mejor método para desarrollar el diseño de planta y lograr mediante un sistema apropiado la mejor distribución para la planta.
- Se desarrollara el rediseño de la planta de producción en base a los estándares, normas y métodos elegidos para lograr cumplir con los principios de una buena distribución.
- En base a los resultados obtenidos de las investigaciones anteriores se creara un modelo de distribución de planta que logre satisfacer las necesidades de la planta y logre mejorar algunos procesos que tengan deficiencias.
- Se implementarán nuevos procesos que permitan optimizar la producción de la fábrica y ayudar a recuperar gran parte del material que hoy en día se está desperdiciando.
- Finalmente se entregara el diseño real de la planta de producción de Bornes de Risaralda con los parámetros y requerimientos del sector.

7.1 Metodología de la planeación sistemática de la distribución en planta de Muther.

Fases de Desarrollo

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

Fase I: Localización.

Aquí debe decidirse la ubicación de la planta a distribuir. Al tratarse de una planta completamente nueva se buscará una posición geográfica competitiva basada en la satisfacción de ciertos factores relevantes para la misma. En caso de una redistribución el objetivo será determinar si la planta se mantendrá en el

emplazamiento actual o si se trasladará hacia un edificio recién adquirido, o hacia un área similar potencialmente disponible.

Fase II: Distribución General del Conjunto.

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

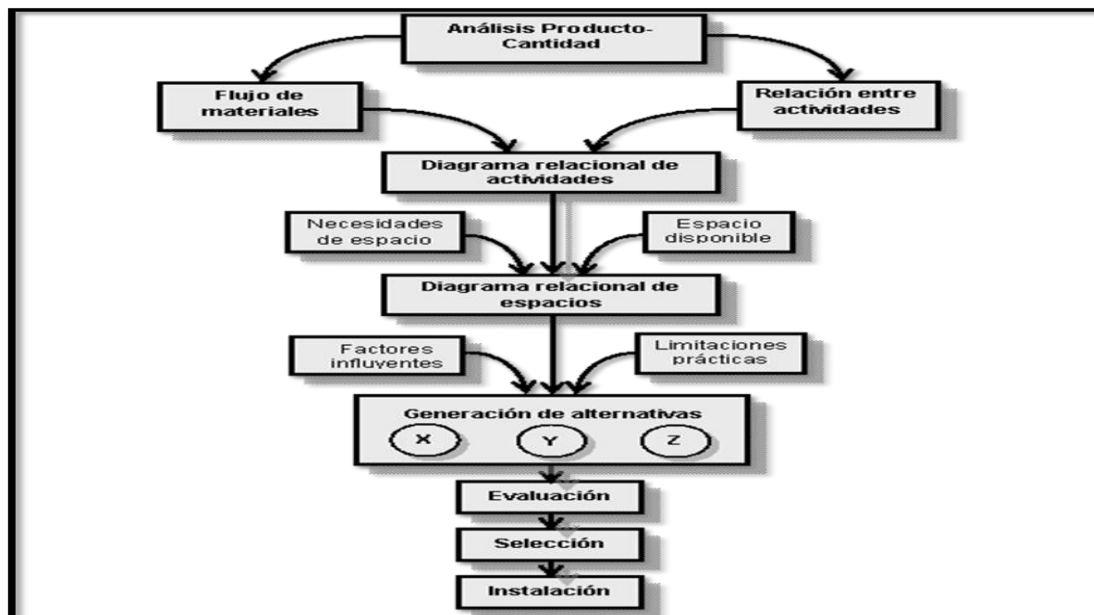
Fase III: Plan de Distribución Detallada.

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

Fase IV: Instalación.

Esta última fase implica los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van colocando los equipos y máquinas, para lograr la distribución en detalle que fue planeada. Estas fases se producen en secuencia, y según el autor del método para obtener los mejores resultados debe solaparse unas con otras.

Figura 4. Esquema del Systematic Layout Planning (SLP)



Fuente www.monografias.com

A continuación se describe de forma general los pasos del procedimiento.

Paso 1: Análisis producto-cantidad

Lo primero que se debe conocer para realizar una distribución en planta es qué se va a producir y en qué cantidades, y estas previsiones deben disponer para cierto horizonte temporal. A partir de este análisis es posible determinar el tipo de distribución adecuado para el proceso objeto de estudio. En cuanto al volumen de información, pueden presentarse situaciones variadas, porque el número de productos puede ir de uno a varios miles. Si la gama de productos es muy amplia, convendrá formar grupos de productos similares, para facilitar el tratamiento de la información, la formulación de previsiones, y compensar que la formulación de previsiones para un solo producto puede ser poco significativa. Posteriormente se organizarán los grupos según su importancia, de acuerdo con las previsiones efectuadas. Muther (1981) recomienda la elaboración de un gráfico en el que se representen en abscisas los diferentes productos a elaborar y en ordenadas las cantidades de cada uno. Los productos deben ser representados en la gráfica en orden decreciente de cantidad producida. En función del gráfico resultante es recomendable la implantación de uno u otro tipo de distribución.

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

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

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

Entre estos se cuenta con:

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

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

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

Paso 3: Análisis de las relaciones entre actividades

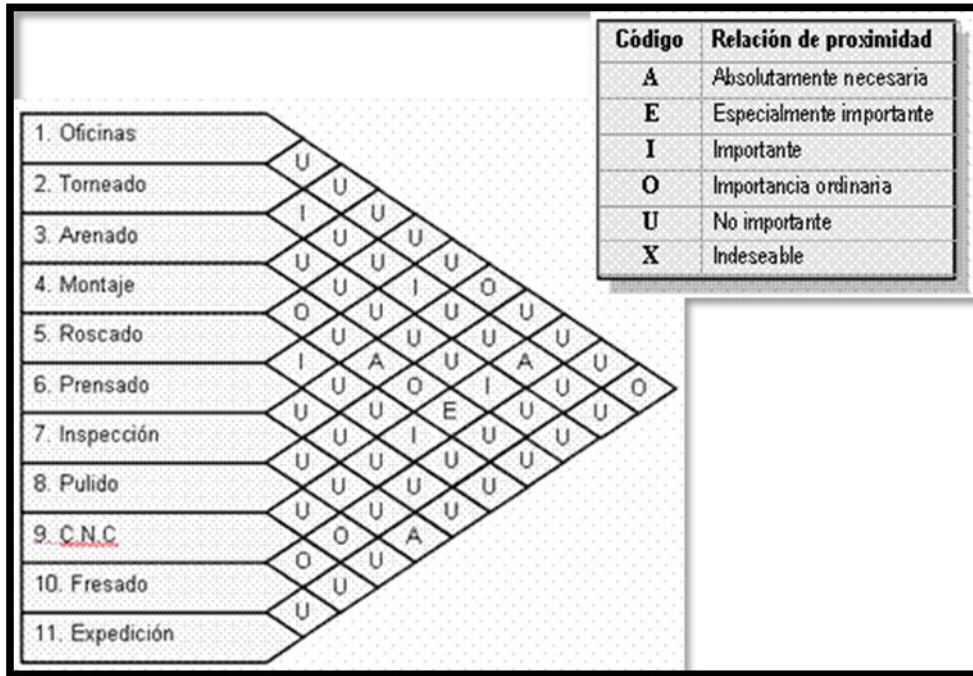
Conocido el recorrido de los productos, debe plantearse el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas, los medios auxiliares, los sistemas de manipulación y los diferentes servicios de la planta. Estas relaciones no se limitan a la circulación de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

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

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

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

Figura 5. Tabla relacional de actividades



Fuente: Fuente www.monografias.com

Paso 4: Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades

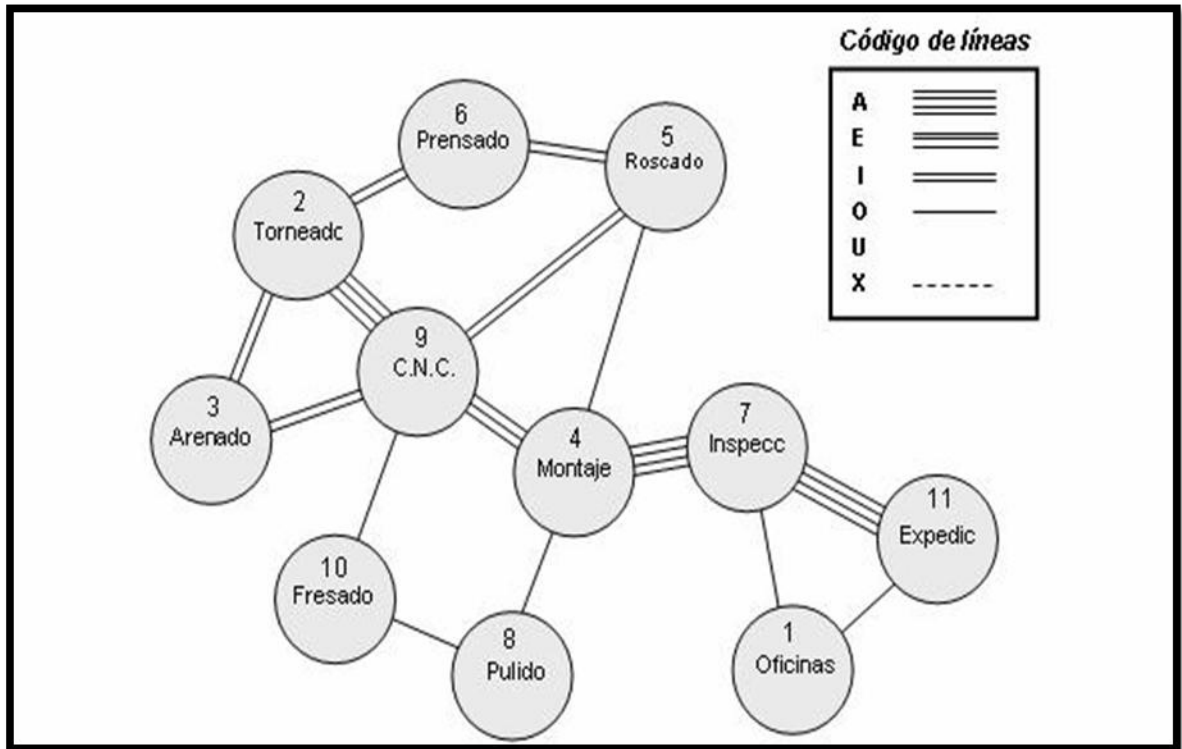
La información recogida hasta el momento, referente tanto a las relaciones entre las actividades como a la importancia relativa de la proximidad entre ellas, es recogida en el Diagrama Relacional de Actividades. Éste pretende recoger la ordenación topológica de las actividades en base a la información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

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

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

tratan, elaboran o montan los materiales (principio de la circulación o flujo de materiales).

Figura 6. Diagrama Relacional de Actividades



Fuente www.monografias.com

Paso 5: Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios

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

Realmente no existe un procedimiento general ideal para el cálculo de las necesidades de espacio. Se debe emplear el método más adecuado al nivel de detalle con el que se está trabajando, a la cantidad y exactitud de la información que se posee y a su propia experiencia previa. El espacio requerido por una actividad no depende únicamente de factores inherentes a sí misma, si no que puede verse condicionado por las características del proceso productivo global, de la gestión de dicho proceso o del mercado. Por ejemplo, el volumen de producción

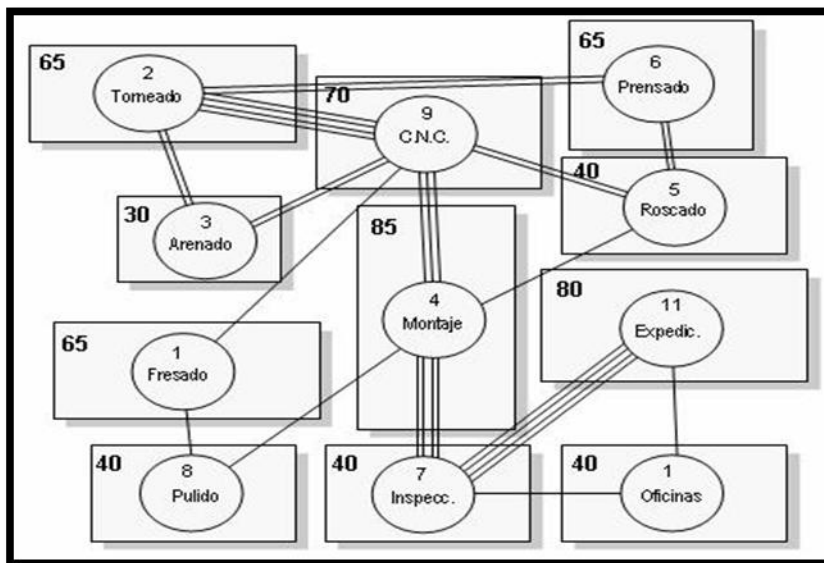
estimado, la variabilidad de la demanda o el tipo de gestión de almacenes previsto pueden afectar al área necesaria para el desarrollo de una actividad. En cualquier caso, según dicho autor, hay que considerar que los resultados obtenidos son siempre previsiones, con base más o menos sólida, pero en general con cierto margen de error.

Se puede hacer uso de los diversos procedimientos de cálculo de espacios existentes para lograr una estimación del área requerida por cada actividad. Los datos obtenidos deben confrontarse con la disponibilidad real de espacio. Si la necesidad de espacio es mayor que la disponibilidad, deben realizarse los reajustes necesarios; bien disminuir la previsión de requerimiento de superficie de las actividades, o bien, aumentar la superficie total disponible modificando el proyecto de edificación (o el propio edificio si éste ya existe). El ajuste de las necesidades y disponibilidades de espacio suele ser un proceso iterativo de continuos acuerdos, correcciones y reajustes, que desemboca finalmente en una solución que se representa en el llamado Diagrama Relacional de Espacios.

Paso 6: Desarrollo del Diagrama Relacional de Espacios

El Diagrama Relacional de Espacios es similar al Diagrama Relacional de Actividades presentado previamente, con la particularidad de que en este caso los símbolos distintivos de cada actividad son representados a escala, de forma que el tamaño que ocupa cada uno sea proporcional al área necesaria para el desarrollo de la actividad.

Figura 7. Diagrama relacional de espacios



Fuente www.monografias.com

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

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

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

La obtención de soluciones es un proceso que exige creatividad y que debe desembocar en un cierto número de propuestas (Muther, 1968 aconseja de dos a cinco) elaboradas de forma suficientemente precisa, que resultarán de haber estudiado y filtrado un número mayor de alternativas desarrolladas solo esquemáticamente.

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

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

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

c) Comparación de costos

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

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

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

Para el desarrollo de la propuesta en Bornes de Risaralda se implementará el sistema de planeación layout teniendo en cuenta todas sus etapas y pasos a excepción del último paso el cual consiste en la evaluación de varios sistemas de distribución, ya que en la propuesta se planteara una única distribución la cual está acorde con las restricciones de espacio y maquinaria ya existente en la planta actual. Así mismo a lo largo del desarrollo de la propuesta se implementaran las mejoras a los procesos antes nombrados para que la planta logre un mejor funcionamiento.

7. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

8.1 SITUACIÓN ACTUAL

8.1.1 Análisis comparativo de los principios

Una vez que se han analizado los principios de distribución de Muther, como complemento se puede realizar una comparación por pares que permite identificar si los propósitos van en la misma dirección o si se presentan contrariedades o sea objetivos que se oponen y apuntan a direcciones contrarias.

Para esto se utiliza la matriz de comparación de principios identificada por Cook¹¹, quien define una matriz similar a la matriz de correlación de variables, solo que en este caso las variables corresponden a los principios de distribución y la solución no se realiza de manera cuantitativa (0,1), sino de forma cualitativa a partir de la siguiente escala:

- Relación positiva:

Si un aumento en el principio (1) origina un incremento del principio (2).

- Relación negativa:

Si un aumento del principio (1) produce una disminución en el principio (2).

- Intensidad de la relación:

Alta, media, baja a criterio de los analistas si el incremento de (1) se da en igual proporción en (2) entonces la relación es alta. O si un alto incremento de (1) produce un pequeño incremento en (2) entonces es bajo, y así progresivamente.

¹¹ Cook. Germán. E3- Talleres aplicados a la distribución de plantas. Facultad de Ingeniería Industrial. Universidad Tecnológica de Pereira

Tabla 2. Análisis comparativo de los principios

PRINCIPIOS	MINIMA DISTANCIA	FLUJO DE MATERIALES	ESPACIO CUBICO	SATISFACCION Y SEGURIDAD	FLEXIBILIDAD	COSTOS DE OPERACIÓN
MINIMA DISTANCIA						
FLUJO DE MATERIALES	ALTA- POSITIVA					
ESPACIO CUBICO	ALTA- POSITIVA	ALTA -NEGATIVA				
SATISFACCION Y SEGURIDAD	ALTA - NEGATIVA	MEDIA -POSITIVA	ALTA - POSITIVA			
FLEXIBILIDAD	MEDIA - POSITIVA	MEDIA -POSITIVA	ALTA - POSITIVA	MEDIA - POSITIVA		
COSTOS DE OPERACIÓN	ALTA- POSITIVA	ALTA -NEGATIVA	ALTA -NEGATIVA	MEDIA - NEGATIVA	MEDIA - NEGATIVA	

Fuente elaboración propia.

Para entender un poco más del análisis comparativo de los principios expresado en la tabla anterior es necesario explicar un poco más los criterios utilizados para este análisis. A continuación veremos un análisis detallado de la comparación de los principios en Bornes de Risaralda.

- Mínima Distancia vs. Flujo de Materiales: (ALTA – POSITIVA)
- Esta es una relación positiva dado que al tener dentro de la fábrica un flujo de materiales reducidos por tener las estaciones de trabajo muy cercanas se estaría economizando altamente los costos de producción y por ende definimos esta intensidad de relación como alta.
- Mínima Distancia vs. Espacio Cubico: (ALTA – POSITIVA)
- En esta relación también encontramos que es positiva ya que podemos ver que entre más manejemos el concepto de mínima distancia aprovecharemos aun más el Espacio Cubico dentro de la planta. De igual forma su intensidad es alta por esta razón.
- Mínima Distancia vs. Satisfacción y Seguridad: (ALTA – NEGATIVA)
- Por otro lado lamentablemente el concepto de mínima distancia no va de la mano con la seguridad del trabajador dentro de la planta de Bornes de Risaralda, ya que al tener un proceso de fundición es necesario manejar ciertas

distancias que protejan al trabajador y a las demás estaciones. Por esta razón encontramos esta relación negativa y con alta intensidad.

- Mínima Distancia vs. Flexibilidad: (MEDIA – POSITIVA)
- Se entiende por flexibilidad, que el proceso se puede someter a cambios sin alterar el producto final, con este concepto tenemos que las mínimas distancias entre estaciones, permitiría ayudar a que en el proceso de maquinado del Borne para batería se puedan realizar operaciones que no tienen precedencia.
- Mínima Distancia vs. Costos de Operación: (ALTA – POSITIVA)
- Como se mostro inicialmente con el flujo de materiales y una mínima distancia se logra minimizar altamente los costos de operación, es así como esta relación también es positiva y de alta intensidad.
- Flujo de Materiales vs. Espacio Cubico: (ALTA - NEGATIVA)
- El flujo de materiales actual de la empresa está generando demasiado espacio cubico dentro de las instalaciones lo que indica una relación negativa muy alta, puesto que lo ideal es que ese flujo de materiales sea algo muy compacto que aproveche al máximo el espacio cubico.
- Flujo de Materiales vs. Satisfacción y Seguridad: (MEDIA - POSITIVA)
- El flujo de materiales que posee Bornes de Risaralda ha mantenido la seguridad y satisfacción de sus empleados, sin embargo es un punto que se puede mejorar para evitar accidentes. Es así como esta relación se describe como media positiva.
- Flujo de Materiales vs. Flexibilidad: (MEDIA - POSITIVA)
- De la misma forma que el anterior el sistema de flujo de materiales actual de la organización está siendo flexible con sus materiales lo que permite un buen desempeño en los procesos, por esto la relación entre estos principios dentro de la empresa se determinan como media positiva.
- Flujo de Materiales vs. Costos de Operación: (ALTA - NEGATIVA)
- Dado que el flujo de materiales de la empresa actualmente es demasiado flexible el costo de las operaciones incrementa sustancialmente generando una relación negativa muy alta.
- Espacio Cubico vs. Satisfacción y Seguridad: (ALTA – POSITIVA)

- Teniendo en cuenta las dimensiones de la planta de producción se puede dar una buena manipulación del espacio cubico de tal forma que se le brinde al trabajador un buen sistema de seguridad y protección. Por esto, esta relación está dada como alta y positiva.
- Espacio Cubico vs. Flexibilidad: (ALTA – POSITIVA)
- Teniendo en cuenta la ventaja de espacio cubico que se tiene se puede lograr una alta flexibilidad dentro de la empresa sin afectar de gran manera los costos de operación. Con base en esto se define esta relación de principios como alta y positiva.
- Espacio Cubico vs. Costos de Operación: (ALTA – NEGATIVA)
- Sabiendo ya la disponibilidad del espacio es posible que se presenten altos costos de operación, sin embargo si se logra un buen flujo de materiales y un mejoramiento en el espacio cubico es posible mejorar esta relación actual la cual está dada por alta y negativa.
- Satisfacción y Seguridad vs. Flexibilidad: (MEDIA – POSITIVA)
- Estos dos principios pueden llegar a ser complementarios puesto que logrando un buen sistema de seguridad dentro de la empresa se puede implementar actividades que permitan una flexibilidad adecuada en la misma. Por esto, esta relación es catalogada como positiva y de una intensidad media.
- Satisfacción y Seguridad vs. Costos de Operación: (MEDIA –NEGATIVA)
- Aunque la seguridad de los empleados dentro de una empresa es un factor algo costoso se puede asumir este costo teniendo en cuenta que el bienestar del trabajador al final del proceso será el mismo bienestar de la empresa. Es así como se cataloga esta relación como media negativa, al no dejar de ser un costo de operación.
- Flexibilidad vs. Costos de Operación: (MEDIA –NEGATIVA)
- En la mayoría de las empresas el factor de flexibilidad es sinónimo de altos costos ya que la mayoría de los sistemas están construidos para funcionar de una sola manera, sin embargo gracias al flujo de materiales que se tiene en esta empresa es posible reducir estos costos en gran medida y establecer una relación media negativa.

8.1.2 Análisis producto – cantidad

Bornes de Risaralda es una empresa encargada de fundir bronce y producir bornes para batería, por esta razón tiene dividido su proceso productivo en dos etapas. En la primera se tiene el proceso de fundición del bronce y el proceso de vaciado del mismo; para la segunda etapa, Bornes de Risaralda agrupa todas las actividades que hacen parte de la elaboración del Borne para batería. En un mes de demanda estable y según datos históricos de la empresa, se alcanzan a tener en producto terminado cerca de 20.000 bornes para batería con la distribución actual, sin embargo las proyecciones que se tienen según los datos históricos muestran que esta demanda tiende a aumentar hasta un total de 30.000 unidades por mes. Lo que se pretende con la nueva distribución es darle a Bornes de Risaralda la capacidad para cumplir con su demanda actual en una planta flexible para cualquier aumento futuro.

8.1.3 Análisis del recorrido de los productos (flujo de producción)

En este análisis se describirán los procesos actuales dentro de la planta de producción, analizados por etapas ya que en la empresa se realizan dos macro procesos para la realización del borne para batería. De la misma forma se muestran los diagramas de procesos y de flujo de materiales que actualmente funcionan en la empresa.

8.1.3.1 Descripción de los procesos.

ETAPA 1.

En esta etapa intervienen tres procesos que tienen como fin la fundición de la materia prima reciclada para luego empezar con la etapa de fabricación del borne. Para esta etapa existen recomendaciones y algunos complementos a los procesos que van a contribuir no solamente al rendimiento de la empresa sino también a la responsabilidad social de la organización, más específicamente se van a plantear algunos complementos en el proceso de fundición para recuperar parte de la escoria emitida.

- Alistamiento de materia prima:

El alistamiento consiste en revisar y seleccionar manualmente el bronce de tal manera que se eliminen los residuos de otros materiales que en el proceso de fundición puedan contaminar el producto.

- Fundición

Se toma el metal (bronce) y se funde en un horno que puede alcanzar una temperatura aproximada a los 1200 °C necesaria para el derretimiento del

metal, este proceso se lleva a cabo en un crisol ubicado previamente dentro del horno, para lograr la temperatura necesaria se utiliza una turbina que es la encargada de enviar aire para darle potencia al fuego producido por el combustible que se utilice en la fundición. Luego se retira la escoria que queda en la parte superior del crisol y se saca del proceso de producción para ser vendida. *En este punto se sugiere un reproceso de esta escoria, ya que empresas del sector utilizan nuevamente esta escoria para el proceso de fundición, obteniendo casi un 30% nuevamente del material.*

- Vaciado

Se toma el material fundido directamente del crisol, y se vierte en el molde de la pieza que se desea elaborar, hasta que gracias a la mezcla arena natural con bentonita utilizada se enfría el material y se pueden extraer las piezas.

ETAPA 2

Dentro de esta etapa se le da terminación a la elaboración del borne para batería, es así como encontramos tres procesos detallados que nos muestran como se hace para llegar hasta un producto terminado llamado borne. Dentro de esta etapa también se presentarán modificaciones en los procesos que ayudarán a mejorar la producción de empresa.

- Esmerilado:
En esta actividad se realiza una eliminación de los rebordes al igual que un pulimiento de las piezas y se le da un brillo a la misma.
- Maquinado:
En esta estación se realiza la perforación de las piezas, se hace la adecuación según el tornillo que se va a utilizar y se realiza el corte el puente.
- Ensamblado:
Finalmente se realiza el ensamblado con los tornillos correspondientes dependiendo del tipo de borne y se hace el empacado del producto final quedando listo para el despacho.

8.1.3.2 Tiempo de fabricación de bornes para batería. Para determinar los tiempos de fabricación la empresa maneja lotes de producción diferentes en cada etapa del proceso productivo ya que manejan una distribución por procesos dentro de la empresa. Estos tiempos la empresa los ha analizado de la siguiente forma:

ETAPA 1

- La limpieza del modelo se realiza cada 100 cajas de arena moldeada, para este proceso son necesarios diez minutos (10min.), esto es, para moldear 246 cajas necesarias para una fundida, se debe limpiar 2.5 veces el molde y se necesitan en total (25 minutos).
- La recolección de la arena se debe llevar a cabo después de cada fundida, el tiempo que se estima necesario para la recolección de la arena es de (40 minutos). (dos trabajadores)
- El moldeado de la pieza se lleva a cabo por cajas, en cada caja se moldean 12 bornes, el tiempo necesario para moldear 1 caja es de cinco minutos (5 min.), para 184 cajas (920 minutos).
- Cada borne lleva su respectiva chapeta, que también se moldea por cajas y con el mismo tiempo de moldeo cinco minutos (5 min.), en cada caja son moldeadas 36 chapetas, para moldear 62 cajas de chapeta (310 minutos).

ETAPA 2

- El proceso de fundición implica algunos pasos secundarios de poca relevancia, el tiempo total requerido para la transformación del bronce sólido en líquido es de 7 horas (420min.), en este tiempo se funde material necesario para fabricar 2200 bornes con su respectiva chapeta, es decir 184 cajas de borne y 62 cajas de chapeta, 246 cajas en total.

ETAPA 3

- El tiempo necesario para tomar el bronce fundido y verterlo en los 246 moldes es de (45 minutos).
- Para recoger la obra (246 cajas) y transportarla al sitio donde empezará el proceso de esmerilado son necesarios (30 minutos).

ETAPA 4

- Para eliminar los rebordes de 12 bornes con su respectiva chapeta son necesarios 4 minutos, para 2200 bornes con chapeta (733 minutos).
- Para pulir los 12 bornes con las 12 chapetas son necesarios 3 minutos, para 2200 bornes (550 minutos).
- El tiempo que se necesita para darle brillo a las 2200 piezas completas es de 9 horas (540 minutos), este paso se realiza por lotes, ya que la maquina encargada de brillar las piezas tiene capacidad de 1100 bornes o 2200 chapetas, y cada ciclo dura (160 minutos).

ETAPA 5

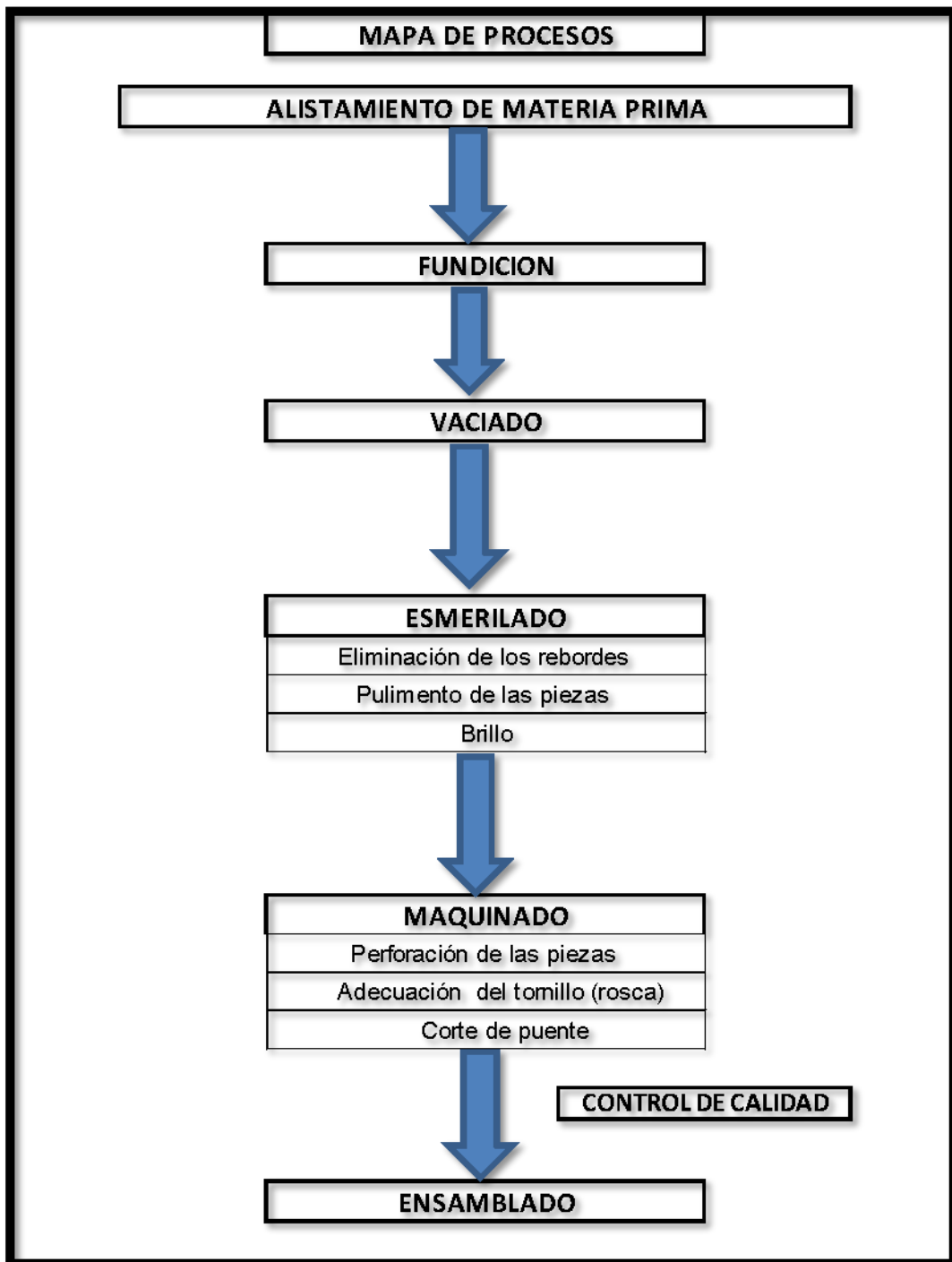
- El proceso de perforación de los bornes se lleva a cabo por lotes de 500 bornes, el tiempo estimado para perforar 500 bornes es de 120 minutos, y el tiempo para perforar un lote de 1000 chapetas es de 45 minutos, en total el tiempo requerido para perforar 2200 bornes con su respectiva chapeta es de (627 minutos).
- Para realizar la rosca de los bornes según el tornillo que se va a utilizar son necesarios 60 minutos para 500 bornes, esto es (264 minutos) para 2200 bornes, a la chapeta no se le hace este proceso.
- El corte de puente solo se le realiza al borne y son necesarios 30 minutos para 500 bornes, (132 minutos) para 2200 bornes.

ETAPA 6

- Para el ensamblado de 2200 bornes son necesarios (120 minutos).
- Los bornes se empaacan en lotes de 500 unidades y se necesitan 10 minutos, para 2200 bornes (44 minutos).

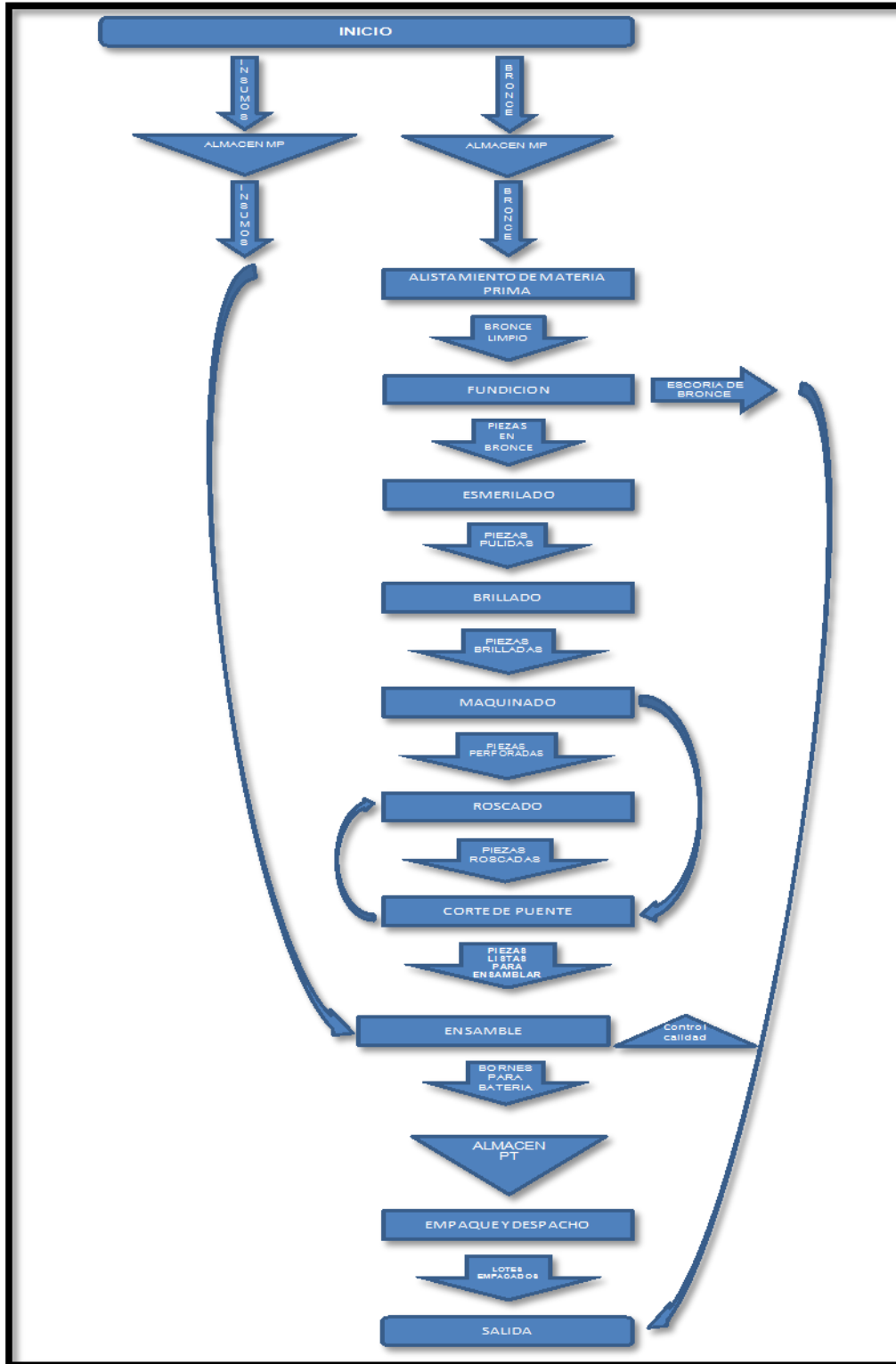
Para el soporte de los procesos y tiempos descritos anteriormente la empresa posee un mapa de procesos y de flujo de materiales mostrados a continuación:

Figura 8. Mapa de Procesos



Fuente: Bornes de Risaralda

Figura 9. Flujo de materiales



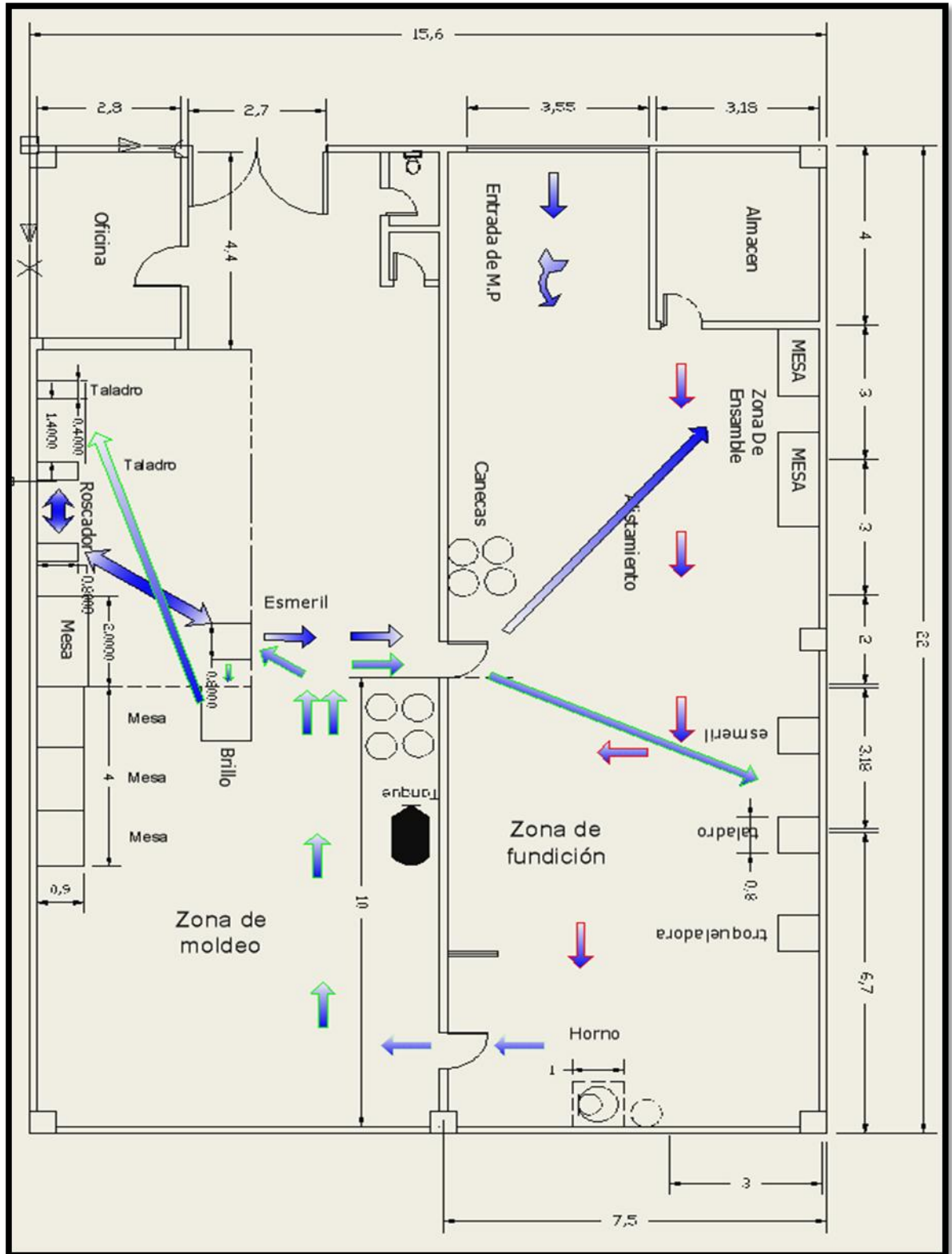
Fuente: Bornes de Risaralda

Tabla 3. Diagrama de flujo de materiales

CUADRO DIAGRAMA DE FLUJO DE MATERIALES							
ACTIVIDAD	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	CONTROL	INICIO O FIN	DESCRIPCION	RESPONSABLE	TIEMPO (LOTES)
					ENTRADA O INICIO DEL PROCESO		
					LA MATERIA PRIMA Y LOS INSUMOS SON ALMACENADOS	ALMACENISTA	
					LA MATERIA PRIMA SE TRANSPORTA PARA SER SELECCIONADA	PATINADOR	
					ALISTAMIENTO DE MATERIA PRIMA	PATINADOR	
					TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA (BRONCE LIMPIO) A LA ZONA DE FUNDICION	PATINADOR	
					FUNDICION DE BRONCE	FUNDIDOR	
					TRANSPORTE DE PIEZAS DE BRONCE A LA AREA DE ESMERILADO	OPERARIO	
					PULIMIENTO DE LAS PIEZAS	OPERARIO	
					TRANSPORTE A LA AREA DE BRILLADO	OPERARIO	
					BRILLADO DE LAS PIEZAS	MAQUINA	
					TRANSPORTE DE LAS PIEZAS BRILLADAS A LA AREA DE MAQUINADO	OPERARIO	
					MAQUINADO Y PERFORACION DE LAS PIEZAS	OPERARIO	
					TRANSPORTE A LA AREA DE ROSCADO	OPERARIO	
					ROSCADO SEGÚN EL TORNILLO A UTILIZAR	OPERARIO	
					TRANSPORTE A LA AREA DE CORTE	OPERARIO	
					CORTE DE PUNTE	OPERARIO	
					TRANSPORTE A LA AREA DE ENSAMBLE	OPERARIO	
					CONTROL DE CALIDAD	OPERARIO	
					ENSAMBLE	PATINADOR	
					TRANSPORTE A LA AREA DE ALMACENAMIENTO	PATINADOR	
					ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO	PATINADOR	
					EMPAQUE Y DESPACHO	PATINADOR	
					SALIDA FIN DEL PROCESO		

Fuente Bornes de Risaralda.

8.1.4 Distribución actual



8.1.5 Riesgos de accidentes

Actualmente la distribución de la empresa permite que existan varios riesgos de accidente para el trabajador, los cuales se pretenden eliminar con la futura distribución, algunos de estos riesgos los podemos ver en las siguientes imágenes, describiendo el peligro que le producen al empleado.

- Las instalaciones eléctricas actuales son demasiado antiguas y artesanales, poniendo en riesgo latente no solo el funcionamiento de las maquinas si no también el bienestar de los empleados al estar tan cerca los cables de las maquinas.

Figura 10. Instalaciones eléctricas



Fuente Bornes de Risaralda



Fuente Bornes de Risaralda

- La protección de los trabajadores en el área de fundición y de vaciado debe mejorarse para evitar quemaduras por el material fundido.

Figura 11. Fundición y vaciado



Fuente Borne de Risaralda



Fuente Borne de Risaralda



Fuente Bornes de Risaralda

- La falta de un área definida para la materia prima es un riesgo, ya que el apilamiento de material hace estrechos los corredores y no permite un desplazamiento confiable a los trabajadores.

Figura 12. Almacenaje de materia prima



Fuente Bornes de Risaralda



Fuente Bornes de Risaralda



Fuente Borne de Risaralda

- El apilamiento de algunos barriles de aceite dentro de la planta de producción son un riesgo latente para los empleados y aun más al estar cerca de una puerta de acceso de alta circulación.

Figura 13. Apilamiento de barriles



Fuente Bornes de Risaralda



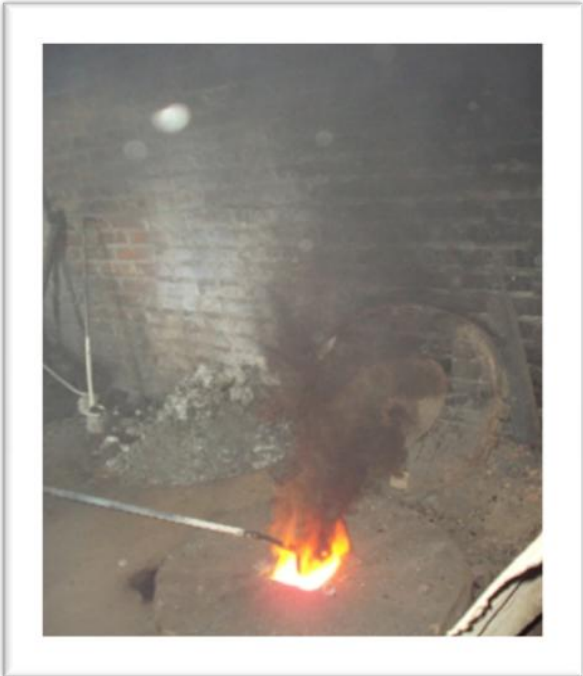
Fuentes Bornes de Risaralda

- El humo generado por los hornos se concentra en las instalaciones de la planta de producción produciendo un riesgo a largo plazo que puede causar enfermedades respiratorias de los empleados.

Figura 14. Humo de hornos



Fuentes Bornes de Risaralda



Fuentes Bornes de Risaralda

8.1.6 Cuellos de botella

Con base a los tiempos por lotes de producción tomados en el funcionamiento de la planta actual, se ha determinado que los procesos que se deben mejorar son el de esmerilado y maquinado de los bornes. Como se aprecia a continuación es necesario implementar alguna acción correctiva para que esta área sea más eficiente.

Figura 15. Cuellos de botella



Fuentes Bornes de Risaralda



Fuentes Bornes de Risaralda

8.2 SITUACIÓN CON PROYECTO

8.2.1 Proyección de demanda

Teniendo en cuenta datos históricos de las ventas por unidades de tres años anteriores, los cuales se anexan al trabajo, se establece una posible demanda para el año 2010 que debe de ser cubierta por la nueva capacidad productiva de la fábrica al rediseñarla y mejorar algunos de sus procesos. En la siguiente tabla se muestra la posible demanda para el 2010, teniendo en cuenta que la capacidad actual de la empresa no supera los 20.000 bornes mensuales se establece que la capacidad actual de la empresa no es suficiente para suplir toda la demanda oportunamente.

Tabla 4. Pronostico ventas mensuales año 2010

MES	UNIDADES
ENERO	25.200
FEBRERO	25.288
MARZO	25.377
ABRIL	25.466
MAYO	25.555
JUNIO	25.644
JULIO	25.734
AGOSTO	25.824
SEPTIEMBRE	25.914
OCTUBRE	26.005
NOVIEMBRE	26.096
DICIEMBRE	26.187
TOTAL	308.290

Fuente Bornes de Risaralda.

8.2.2 Eliminación de riesgos

Al implementar un sistema de salud ocupacional dentro de la empresa se empiezan a controlar los riesgos más notorios dentro de la planta y a prevenir otros menos evidentes, con la eliminación de los riesgos se pretende dar respuesta acertada a los problemas de distribución y de funcionamiento que se presentan, como por ejemplo; la implementación de un sistema de fundición más limpio basado en la combustión por gas natural, lo que inmediatamente nos elimina el riesgo de apilamiento de barriles dentro de la planta y nos garantiza una disminución considerable en las emisiones a la atmosfera; este sistema de gas natural se implementará a largo plazo debido a los altos costos, por lo tanto para

eliminar el riesgo de los barriles, se adecuara un tanque para almacenar el aceite utilizado en la combustión, este tanque tendrá una capacidad de 20 barriles 1.000 galones; para eliminar el riesgo que se produce al almacenar la materia prima, como se ilustra anteriormente, se pretende crear un almacén que nos garantice el total control sobre los insumos, así como también la reducción del riesgo actual debido al apilamiento; igualmente la instalación de un sistema de evacuación del humo mediante extractores y chimeneas, acordes con la normatividad establecida, permiten mejorar las condiciones ambientales, es de notar que este sistema ya ha sido instalado en la planta y ha dado excelentes resultados evacuando en gran parte el humo generado por los hornos y la extracción de escoria; finalmente la implementación de nuevas redes eléctricas trifásicas dentro de la planta permitirá un mejor rendimiento de las maquinas y mayor seguridad para los empleados dado que la instalación se hará acorde con las normas y requerimientos de la empresa prestadora del servicio como se explicará más adelante

8.2.3 Eliminación de cuellos de botella

En la nueva distribución se implementaran nuevas maquinas que apoyen en su labor a los actuales esmeriles y taladros, estas nuevas maquinas se instalarán dentro del área de maquinado como se puede observar en los planos diseñados para la nueva distribución, y garantizaran la disminución de los tiempos de ejecución ya que las distancias recorridas por la materia prima disminuirán considerablemente, además después de analizar los tiempos tomados en el proceso de fabricación se identifico la falta de estas maquinas ya que en estas estaciones la demora en el proceso era mayor. Parte de esta implantación ya se ha puesto en práctica con la adecuación de un segundo esmeril el cual ha permitido reducir en gran cantidad el tiempo de producción de esta estación aumentando la productividad de la misma.

8.2.4 Ventilación

Con el diseño de la nueva distribución se plantea una cubierta que encierra toda la fabrica pero a su vez permite el acceso de ventilación e iluminación a la planta, pues está dividida en dos partes y una cubierta quedará cuatro (4) metros debajo de la otra, como se podrá observar en los planos anexados, cumpliendo con los requerimientos mínimos de ventilación y luz natural. Con este diseño se pretende brindar una protección adicional a los empleados y a la materia prima ya que en la actualidad hay partes de la fabrica que se encuentran al descubierto y entorpecen algunos procesos como la selección de la materia prima, trasladándolos a otros espacios no destinados para este fin.

8.2.5 Aspectos positivos

Es de notar que aunque se van a realizar cambios significativos en la estructura, también se han dejado muchos procesos y actividades que permiten el buen desempeño de la fábrica, es así como el diagrama de procesos de la empresa se deja de la misma forma al igual que el de flujo de materiales, este ultimo solo sufre una modificación y es el adiconamiento de un nuevo proceso de reciclaje de la escoria el cual ya se encuentra implementado en la planta y a reducido considerablemente los costos de materia prima sin afectar la calidad del producto final.

8.2.6 Procesos de mejora

8.2.6.1 instalación eléctrica. Actualmente Bornes de Risaralda cuenta con redes eléctricas para el funcionamiento de sus maquinarias demasiado obsoletas y que representan un potencial peligro tanto para los empleados como para la planta misma, ya que no cuenta con los requisitos y normas mínimos establecidos por la ley para la instalación de redes eléctricas en una planta de producción, la empresa actualmente funciona con energía monofásica lo cual le genera sobrecostos y , disminución en el potencial productivo de las maquinas, ante esta situación lo recomendable es una transformación del sistema eléctrico de la planta, como parte del rediseño de la planta de producción se deberá cambiar de energía monofásica a energía trifásica, y para esto se investigo con la empresa encargada de prestar el servicio de energía en el sector y se conocieron las normas necesarias para llevar a cabo dicho cambio, así como también la disposición de dicha empresa para colaborarle a bornes de Risaralda en la adecuación de las instalaciones eléctricas, para poder llevar a cabo este proyecto la CHEC dispone de unas normas indispensables y una serie de formatos necesarios para la disponibilidad del servicio, por lo tanto Bornes de Risaralda deberá cumplir con dichos requisitos.

1. Diligenciar el formulario de solicitud de factibilidad de servicio de energía y punto de conexión (anexo), el cual se diligencio y se envió el día 24 de marzo del 2010, obteniendo como respuesta mediante carta de la CHEC (anexo) que la empresa cuenta con la energía solicitada, por lo tanto antes de poder efectuar las obras a la cual se refiere la solicitud., se deben tener en cuenta los aspectos legales y requisitos necesarios para la construcción de redes eléctricas (anexo).
2. Como uno de los requisitos necesarios para la adecuación de las redes eléctricas de Bornes de Risaralda la CHEC solicita la participación de una Ingeniera eléctrica titulada como encargada de la ejecución del proyecto y del

desarrollo de los planos (anexo) los cuales deberán ser revisados y aprobados por la CHEC.

3. Luego de la aprobación de los planos se solicito mediante una carta el día 27 de abril la participación de la CHEC en el proyecto de Bornes de Risaralda con la instalación de un poste de 12M y un transformador de 20kva trifásico, obteniendo mediante una carta (anexo) una respuesta positiva frente a dicha solicitud.
4. Con la aprobación y la participación en el proyecto por parte de la CHEC, mediante un documento enviado el día 7 de mayo (anexo) se recibieron unas notas complementarias a los planos aprobados como requisitos para la ejecución del proyecto.
5. Con la aprobación del proyecto de diseño de instalaciones eléctricas se solicitaron a la ingeniera eléctrica encargada, la elaboración del presupuesto de mano de obra y de cantidades de obra eléctrica necesarias en la ejecución del proyecto. (anexos).
6. Por último Bornes de Risaralda solicito la cotización de una empresa encargada de la certificación de las obras que allí se realizaran como parte indispensable por parte de la CHEC para la ejecución del proyecto (anexo).

8.2.6.2 Proceso de reciclaje de la escoria de bronce. El proceso de recuperación de la escoria es realmente sencillo y beneficiara a la empresa reduciendo sus costos y optimizando la materia prima. La escoria de bronce es un material constituido por diferentes metales y basura, que trae la chatarra desde el inicio del proceso, así mismo trae consigo un considerable porcentaje de bronce que puede ser recuperado nuevamente en la fundición hasta en un 30%. Los pasos que se sigue para la recuperación de la escoria de bronce son:

- En primer lugar se vierte la escoria sobre una zaranda rectangular que hace las veces de colador de los trozos de materiales grandes diferentes al bronce.
- Como segundo paso tenemos el lavado en el cual se eliminan las pequeñas partículas de tierra o de otros materiales que no fueron retenidos en la zaranda, mediante el uso de unas canecas con agua.
- Por último tenemos el secado en el cual el material obtenido se expone al sol para eliminar el agua, y obtener finalmente el material que se va a fundir nuevamente.

Luego de hacer este reproceso queda nuevamente escoria de bronce la cual ya es vendida a una empresa para la obtención de sulfato de cobre se utiliza con fines industriales.

Según análisis realizados con algunas empresas del sector dedicadas a la fundición de bronce, pudimos establecer que la escoria de bronce está siendo vendida a empresas encargadas de recuperarla o que simplemente no le están dando el manejo óptimo, causando daños al medio ambiente, en el caso de Bornes de Risaralda esta escoria se está vendiendo a una empresa dedicada a la recuperación de escorias de metales no ferrosos, evitando obtener un valor agregado para la empresa en este proceso.

Como se explico anteriormente el proceso es realmente sencillo, y de bajo costo y la empresa tiene la capacidad para reprocesar la escoria de bronce que produce, y de adquirir a otras empresas la escoria para su transformación. Actualmente Bornes de Risaralda genera 500 Kg de escoria de bronce mensuales en 8 procesos de fundición que llevan a cabo durante este mismo mes. A continuación algunos valores aproximados de las utilidades obtenidas a partir del reprocesamiento de la escoria de bronce.

Tabla 5.Cantidad de escoria producida

ESCORIA DE BRONCE BORNES DE RISARALDA DATOS APROXIMADOS						
Vr \$/Kg ESCORIA	CTD KG/ MES	TOTAL VENTA \$	% RENDIMIENTO	BRONCE OBTENIDO KG	Pr. BRONCE \$	Vr BRONCE \$
1.000	500	500.000	30	150	8.000	1.200.000

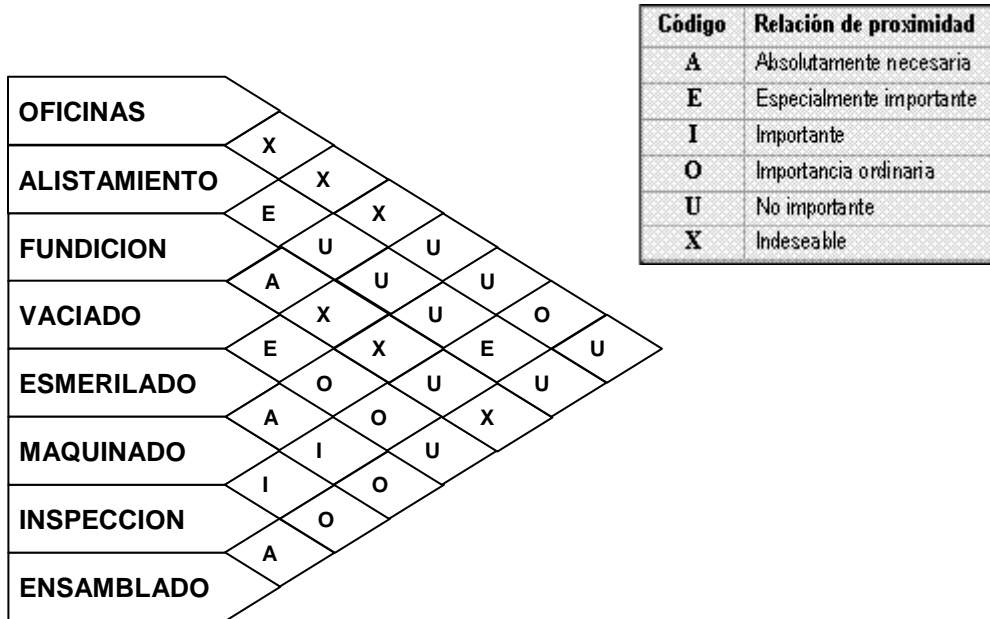
Fuente Los autores.

Al analizar el valor del total de la venta de la escoria y el valor del bronce obtenido a partir del proceso de recuperación, se observa una diferencia de \$ 700.000 pesos, y si se tiene en cuenta que un empleado necesita de 2 días para llevar a cabo el proceso, además de otros costos necesarios que suman aproximadamente \$ 150.000 pesos, resulta una utilidad mensual de \$550.000 pesos que la empresa está dejando de recibir al no implementar el proceso.

Al contactar algunas empresas de la región se identificó el interés de algunas de estas en vender la escoria de bronce a Bornes de Risaralda, tal es el caso de Bujes de Pereira, empresa que mensualmente genera 1.500 Kg de escoria de bronce y que está dispuesta a venderla a un precio de \$ 1.000 pesos, generando materia prima para la fabricación de los Bornes para batería y una utilidad adicional para la empresa.

8.2.6.3 Análisis de las relaciones entre actividades

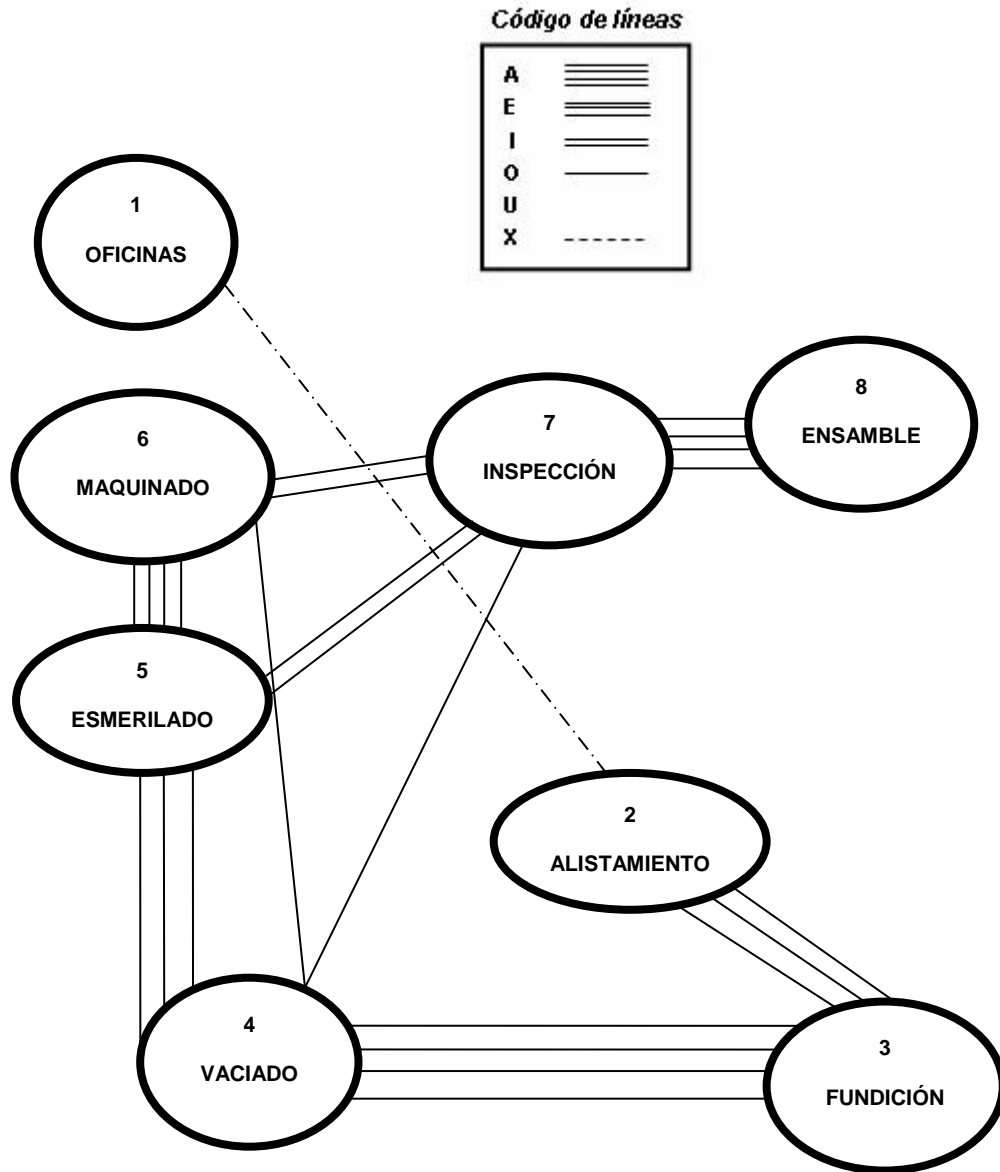
Figura 16. Relaciones entre actividades



Fuente Bornes de Risaralda

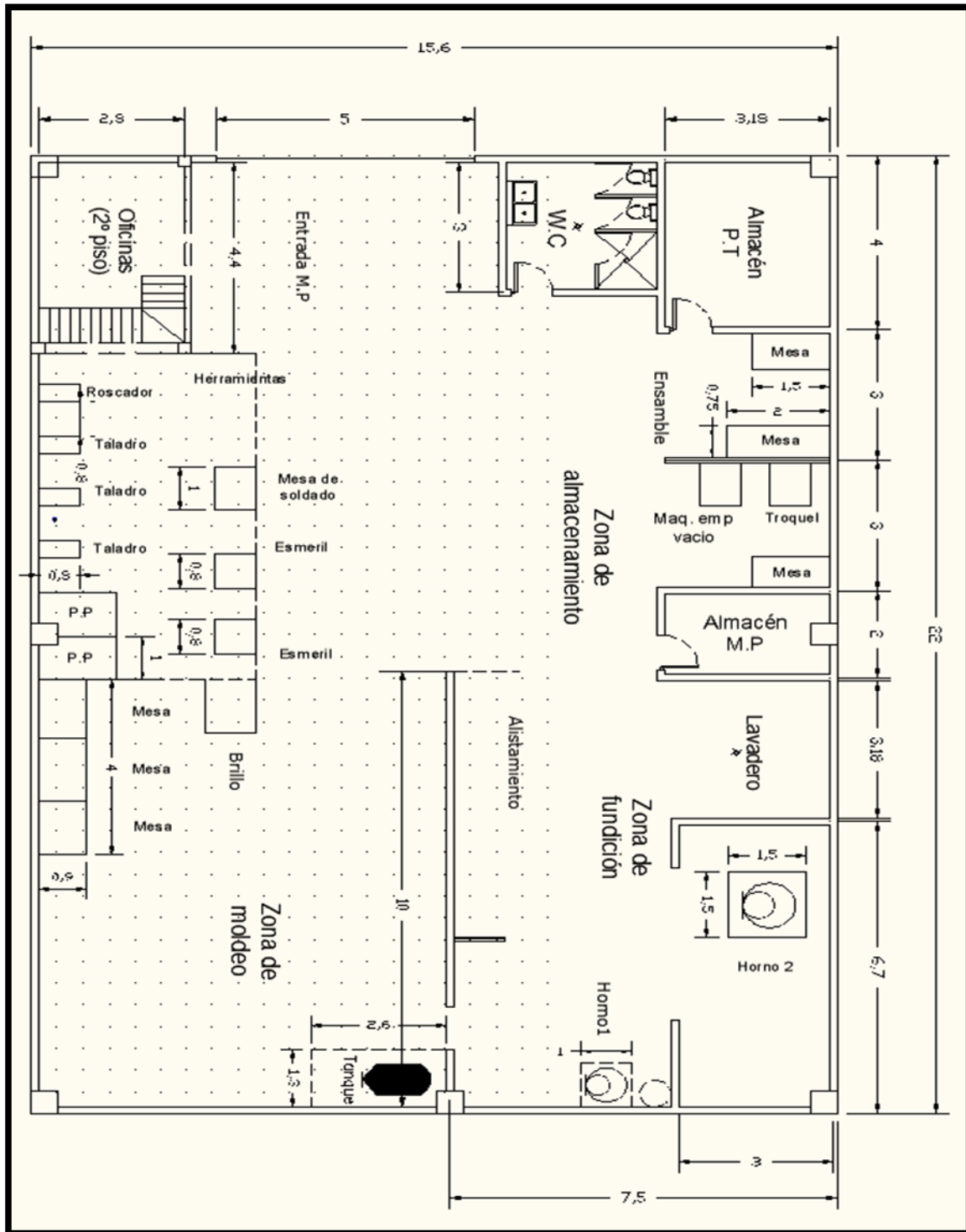
8.2.6.4 Desarrollo del diagrama relacional de actividades

Figura 17. Diagrama relacional de actividades



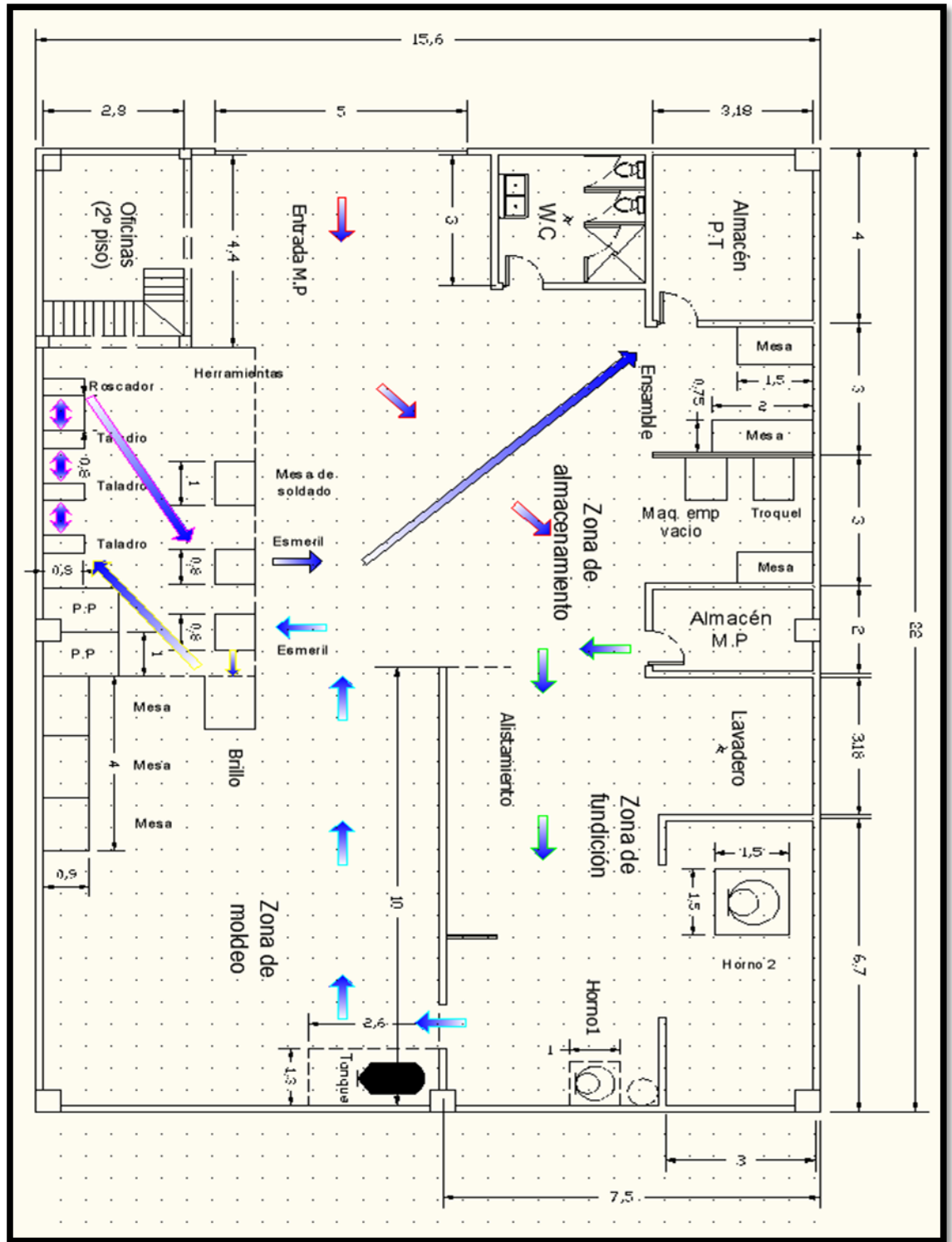
Fuente Bornes de Risaralda

Figura 18. Distribución futura



Fuente elaboración propia

Figura 19. Distribución futura, flujo de materiales



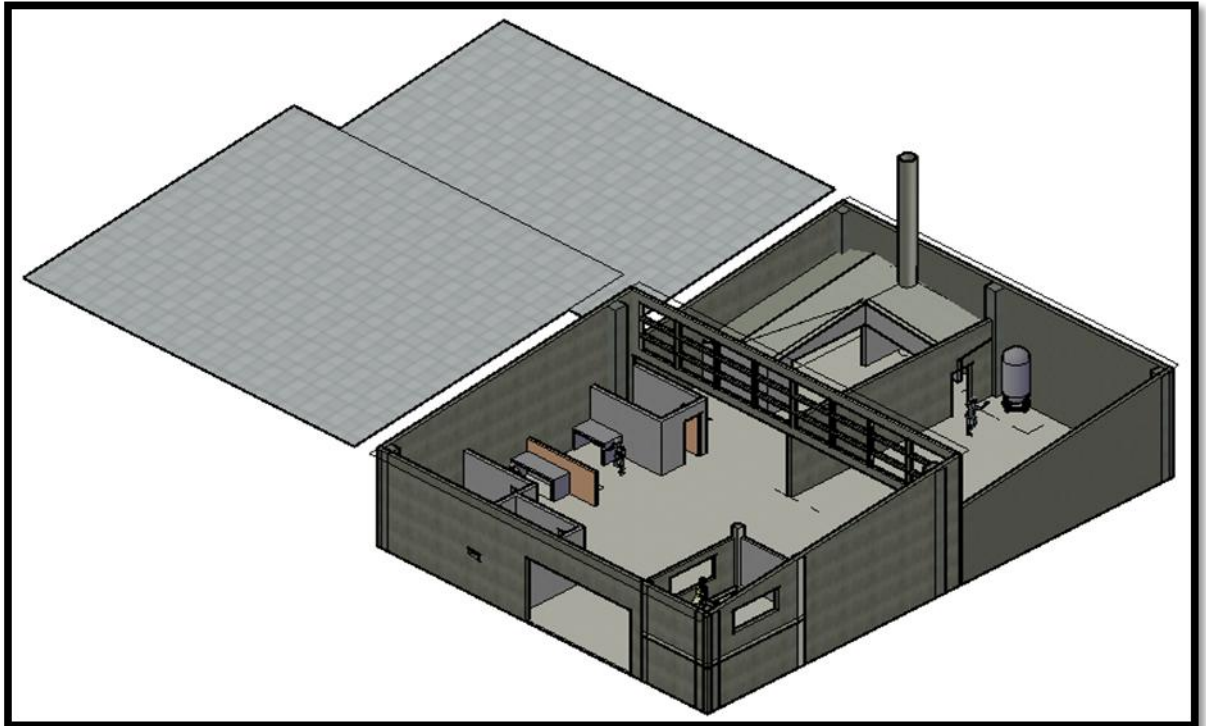
Fuente elaboración propia

En los anteriores planos se puede apreciar la nueva planta de Bornes de Risaralda, se realizaron los cambios respectivos y acordes con la información suministrada por el Diagrama relacional de actividades y teniendo en cuenta la elación entre actividades también hecha anteriormente, es así como vemos que el área de alistamiento ha quedado más amplia y mucho más cercana de los hornos de fundición, otro de los grandes cambios y más notorios se aprecian en el plano del flujo de materiales donde observamos que en material en el área de maquinado ya no realiza ni tantos ni tan largos movimientos de una maquina a otra.

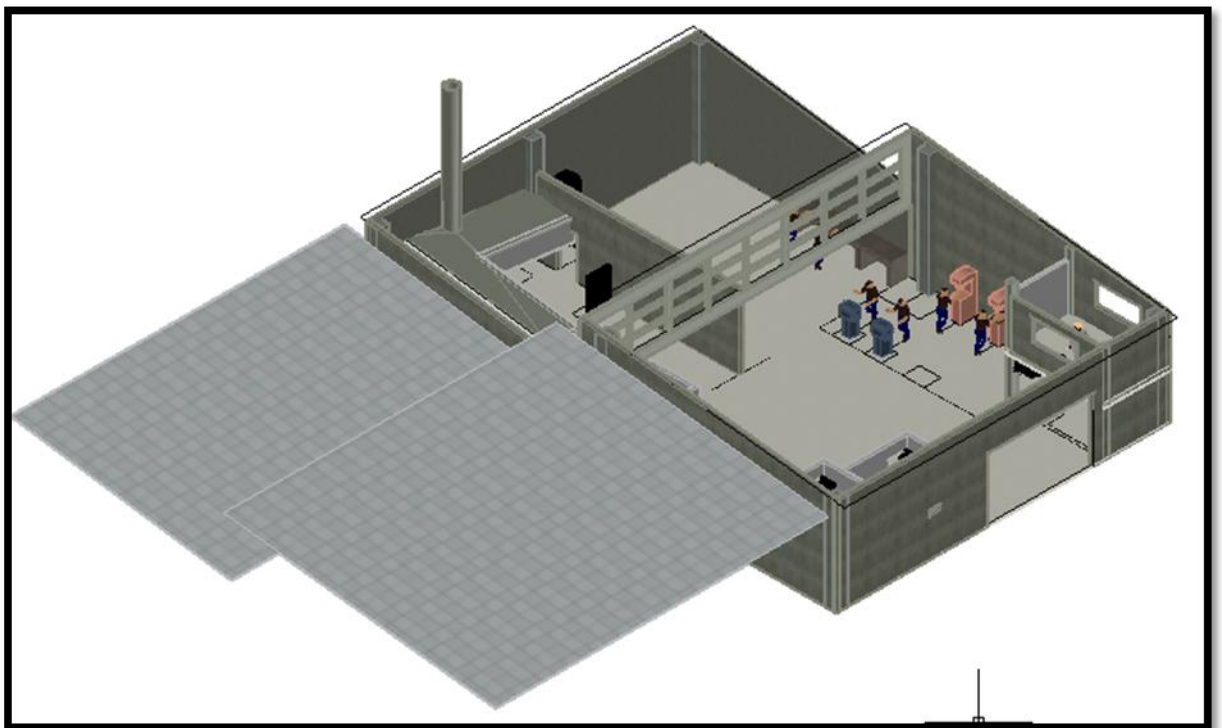
En cuanto a la parte de salud ocupacional y seguridad industrial, notamos como la colocación del tanque de combustible para los hornos en una parte más alejada del área de maquinado reduce enormemente los índices de accidentalidad de los empleados por causa de apilamiento de las canecas de combustible, al igual que la realización de la cámara para los hornos ya que brinda un aislamiento del calor para los demás trabajadores y permite que es humo y los vapores de este proceso sean inmediatamente canalizados hacia la chimenea, reduciendo así futuros problemas respiratorios de los empleados. Otro de los cambios más notorios de la planta se muestra en la ampliación de su entrada lo que permite un mayor espacio y comodidad para la recepción de materia prima y el despacho de la mercancía.

Finalmente podemos destacar que la nueva distribución aunque con grandes cambios físicos sus procesos continúan siendo básicamente los iniciales con la diferencia de que se han mejorado en gran parte para lograr una mayor productividad.

Figura 20. Distribución futura, 3D



Fuente elaboración propia



Fuente elaboración propia

CONCLUSIONES

Para el planteamiento de un rediseño de planta existen innumerables métodos para establecer la distribución que más se ajusta a las restricciones de espacio o económicas; dentro de estos métodos encontramos planteamientos como el de Muther y su sistema Layout para el diseño de una planta de producción, el cual es el sistema más apropiado para ser utilizado dentro del desarrollo del trabajo. Por otro lado se determinaron las normas que rigen el sistema productivo de la empresa Bornes de Risaralda como lo es la normatividad en los hornos de fundición y algunas de las NTC para la distribución de la planta.

Se planteo un rediseño de la planta de producción acorde con las necesidades de la empresa y teniendo en cuenta los lineamientos y restricciones de la planta actual. Así mismo se realizo un mejoramiento notorio en algunos de sus procesos que ayudaran a un mejor y más limpio sistema de producción dentro de la empresa.

Dentro del desarrollo del proyecto se revisaron los procesos que se desarrollan dentro de la empresa para determinar en cuál de ellos se podía realizar algún tipo de mejora, en este orden de ideas se establecieron varias actividades que ayudaban a la mejora de cada proceso y se implementaron nuevos procesos para hacer del sistema de producción un sistema más limpio; una de estas nuevas aplicaciones es la implementación del reciclaje de la escoria de bronce para la reutilización de este material.

Finalmente se determino que la nueva distribución plantea no solo aumenta el nivel de productividad sino que también es muy viable económicamente puesto que realiza las mejoras y los cambios sobre las mismas estaciones de trabajo permitiendo un mayor aprovechamiento del área de trabajo.

RECOMENDACIONES

- Al terminar el desarrollo del proyecto sobre el rediseño de la planta actual de Bornes de Risaralda, se recomienda inicialmente la implantación de el proyecto, ya que la empresa en este momento no está cumpliendo con los estándares mínimos requeridos para su funcionamiento, dentro de dichos estándares encontramos como principal recomendación la implantación de un programa de salud ocupacional, que dado el tamaño de la empresa solo es necesario capacitar y registrar un vigía y un suplente que garantice la seguridad e higiene industrial indispensables en la planta de producción; así mismo el manejo del flujo de materiales planteado en la nueva distribución es muy recomendable que se implemente inmediatamente, pues este cambio generaría un aumento en la producción al reducirse notablemente los tiempos de desplazamiento.
- Se recomienda la instalación de un sistema de redes eléctricas acordes a las normas básicas para este tipo de instalaciones, ya que la empresa en este momento no cuenta con un sistema optimo que garantice la seguridad de los empleados, para esto se ha avanzado mediante las solicitudes correspondientes ante la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica en el sector y para esto realizaron los planos correspondientes basados en las normas y los estándares requeridos por la ley; esta parte eléctrica de la empresa se encuentra adelantada ya que la empresa prestadora del servicio se ha encargado de realizar los planos y la las distribuciones pertinentes de acuerdo a la normatividad.
- Es conveniente implantar un sistema de producción más limpio en el área de fundición, que garantice una disminución del impacto ambiental negativo generado por Bornes de Risaralda, para esto se recomienda la transformación del combustible utilizado en el proceso a un sistema que disminuya los niveles de emisiones atmosféricas, por esta razón y luego de los análisis correspondientes se concluyo que el gas natural es el combustible que mejor satisface las necesidades de la empresa, puesto que alcanza altos niveles de calor necesarios para la fundición de bronce.
- La empresa Bornes de Risaralda debe implementar en el futuro algunos estudios que complementen aun más este proyecto como lo sería una simulación para obtener resultados completamente óptimos que permitan hacer de esta distribución una línea de producción ideal; así mismo implementar un modelo matemático que permita minimizar aun mas los costos de producción en la planta, teniendo en cuenta restricciones de materia prima, espacio recorrido, entre otros factores que limitan de cierta manera la producción, pero que sin embargo es necesario primero un estudio para poder tomar decisiones

sobre ellos. Al complementar el proyecto con estos estudios futuros, se le dará al proceso productivo una armonía en cuanto a nivel de producción y disminución de costos lo que le daría una gran liquidez adicional a la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Richard, Muther. "DISTRIBUCION EN PLANTA". Ordenación racional de los elementos de producción industrial. Tercera Edición. EDITORIAL HISPANO EUROPEA. Pág. 14 - 30
2. <http://www.monografias.com/trabajos65/resolucion-distribucion-planta/resolucion-distribucion-planta.shtml>
3. <http://www.monografias.com/trabajos15/sistema-kaizen/sistema-kaizen.shtml>
4. <http://www.misionpyme.com/cms/content/view/3069/61/>
5. <http://www.mimevanicapopular.com/verherr.php?n=91>
6. Ingeniería Metalúrgica, Tomo II, Por: Raymundo A. Higgins. Tecnología de moldeo de fundición, Por: Luis A. Olivia. Metalúrgica, Por: Luigi Losana. http://www.rincondelvago.com/metalurgia_3.html
7. Cook. German. E3- Talleres aplicados a la distribución de plantas. Facultad de Ingeniería Industrial. Universidad Tecnológica de Pereira
8. Pagina web Cámara de Comercio de Dosquebradas, www.camado.org.co
9. Página Web Universidad Tecnológica de Pereira, www.utp.edu.co
10. ICONTEC, Tesis y otros trabajos de grado. Colombia, 2008
11. <http://www.laseguridad.ws/consejo/consejo/home.htm>
12. Kong Sthepha. DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES EDITORIAL LIMUSA. Noriega Editores. Pág. 11-28.