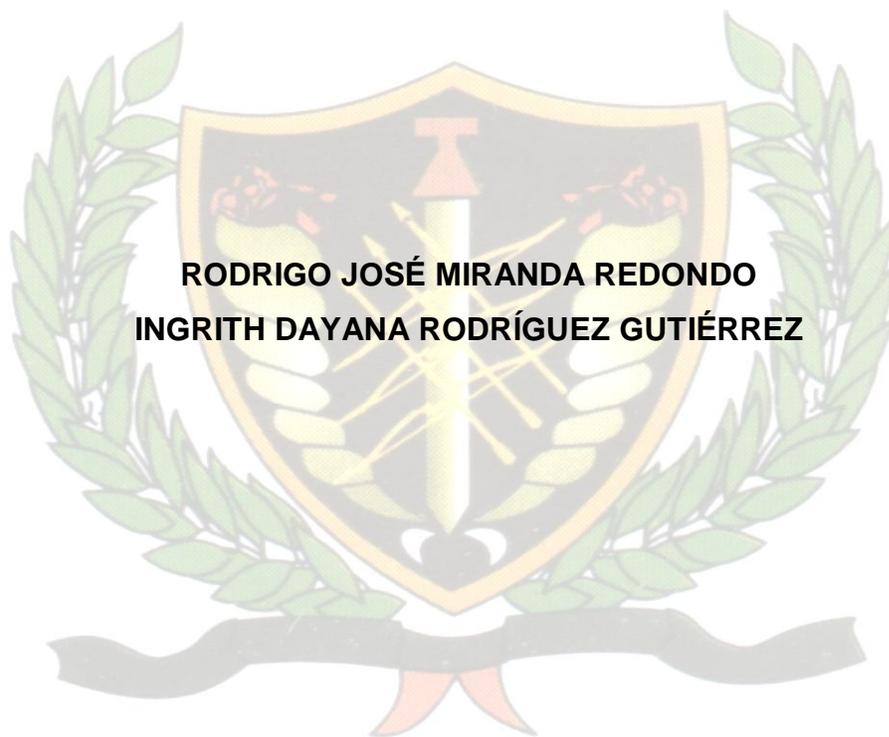


**REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA FÍSICA
DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN Y ALMACÉN DE LA
EMPRESA TUBOS Y METALES & CIA LTDA.**



**RODRIGO JOSÉ MIRANDA REDONDO
INGRITH DAYANA RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL
CARTAGENA D.T. Y C.**

2008

**REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA FÍSICA
DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN Y ALMACÉN DE LA
EMPRESA TUBOS Y METALES & CIA LTDA.**

**RODRIGO JOSÉ MIRANDA REDONDO
INGRITH DAYANA RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ**



**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL
CARTAGENA D.T. Y C.**

2008

Nota de Aceptación:

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Cartagena de Indias D.T. y C., Septiembre 11 de 2008

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Oscar Naranjo Gerente de Tubos y Metales & Cía. Ltda., por permitirnos la elaboración de este proyecto en la empresa.

A la Dra. Katia Marrugo More, Jefe de Recursos Humanos de Tubos y Metales & Cía., por su atención y gestión durante todo el proceso.

A toda la planta de personal de la empresa por suministrarnos toda la información y por aclarar tantas dudas que surgieron durante la realización del proyecto.

A Francisco Maza por apoyarnos y por todos sus sabios consejos.

Al Ingeniero Fuad Muhammad Hamidan nuestro Asesor, por aclarar las dudas y por orientarnos durante todo este proceso.

A Marina Fontalvo, por ser nuestro apoyo directo en el programa, no solo durante la realización de este proyecto, sino durante toda nuestra carrera.

Gracias a Dios por regalarme fortaleza y permitir realizar este trabajo

Gracias a mi familia por brindarme incondicionalmente su amor en todo momento y permitir que mis sueños se hagan realidad

Gracias a Dayana por creer y trabajar en equipo en este proyecto especial

Gracias a todas las personas que con su ejemplo y sus sabias palabras han contribuido a mi desarrollo personal y profesional hasta el momento

Gracias a todas las personas que han creído en mi y me han dado la oportunidad de demostrar mis capacidades

Gracias todos los anteriores por impactar positivamente mi vida, por ser personas tan maravillosas

Rodrigo José Miranda Redondo

*A mi familia por su apoyo constante e incondicional en todo momento, pero
sobre todo por su gran amor y compañía en todos los pasos de mi vida.*

A mi compañero de tesis por su compañía y entera colaboración en este proyecto.

*A mis amigos(a) por cada lagrima y sonrisa con la que nos acompañamos o
simplemente por los silencios en compañía, a todas las personas que conocí en el
camino y que siempre me dejaron grandes enseñanzas.*

*A los amigos que se fueron antes de tiempo dejando muchos recuerdos y a quienes
hoy solo me queda por citarles "Oh, capitán, mi capitán", quienes con cada palabra
en el momento justo me dieron fuerza para concluir esto hoy.*

Ingrith Dayana Rodríguez Gutiérrez

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

0.	ANTEPROYECTO.....	15
0.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
0.1.1	Enunciado del problema.....	16
0.1.2	Descripción del problema.....	16
0.1.3	Formulación del problema.....	19
0.2	JUSTIFICACIÓN.....	20
0.3	OBJETIVOS.....	22
0.3.1	Objetivo general.....	22
0.3.2	Objetivos específicos.....	22
0.4	MARCO REFERENCIAL.....	23
0.4.1	Antecedentes de investigación.....	23
0.4.2	Marco teórico.....	25
0.4.3	Marco conceptual.....	44
0.5	DISEÑO METODOLÓGICO.....	47
0.5.1	Delimitación del problema.....	47
0.5.2	Tipo de investigación.....	47
0.5.3	Técnicas de recolección de datos.....	48
0.5.4	Fuentes de recolección de datos.....	49
0.5.5	Metodología.....	50
0.5.6	Operacionalización de variables.....	51
1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	53
1.1	RESEÑA HISTÓRICA.....	53
1.2	MISIÓN.....	53
1.3	VISIÓN.....	54
1.4	ORGANIZACIÓN INTERNA.....	54
1.5	CLIENTES.....	56
1.6	PRODUCTOS Y SERVICIOS.....	57
1.7	LA EMPRESA Y EL SECTOR METALMECÁNICO.....	60
1.7.1	Ventajas y desventajas.....	61
1.7.2	Determinantes del desarrollo de la MIPYME en Cartagena.....	61
1.7.3	Clasificación de la empresa.....	62
1.7.4	Gestión de producción en la MIPYME metalmecánica.....	63
1.7.5	Composición de los costos.....	64
2.	DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA PLANTA.....	65
2.1	PLANOS DE LA EMPRESA.....	67
2.2	MAQUINARIA DISPONIBLE.....	71

3.	PRODUCTO Y PROCESO.....	73
3.1	DEFINICIÓN DEL PRODUCTO	75
3.1.1	Caja Estacionaria	75
3.2	ESTRUCTURA DEL PRODUCTO	76
3.3	DISEÑO DEL PROCESO.....	77
3.4	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	81
3.6	DIAGRAMACIÓN DEL PROCESO	87
3.6.1	Diagrama de Operaciones del Proceso	87
3.6.2	Diagrama de Flujo del Proceso	89
3.6.3	Diagrama de Recorrido	90
4.	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES.....	91
4.1	ORGANIZACIÓN DE MATERIALES	93
4.2	MEDIOS DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES.....	97
4.3	HERRAMIENTAS PARA EL MANEJO DE MATERIALES.....	98
5.	ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE RIESGO	99
5.1	ÁREA COMERCIAL O VENTAS	100
5.2	OPERADOR DE DOBLADORA	101
5.3	OPERADOR DEL PANTÓGRAFO	102
5.4	PUESTO DE JEFE DE PATIO	104
5.5	OPERADOR DE PUENTE GRÚA.....	105
5.6	OPERADOR DE SOLDADURA.....	107
6.	PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE LA DISTRIBUCIÓN MÉTODO S.L.P.....	109
6.1	DIAGRAMA DE RELACIONES	110
6.2	DIAGRAMA ADIMENSIONAL DE BLOQUES	112
6.3	REQUERIMIENTOS DE ESPACIO.....	114
6.3.1	Verificación de espacio disponible.....	119
7.	SIMULACIÓN EN FACILITY LOCATION AND LAYOUT (WINQSB)	120
8.	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS.....	134
9.	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS CON BASE EN CRITERIOS O MÉTODOS CUANTITATIVOS	139
9.1	EVALUACIÓN POR ADYACENCIA DE DEPARTAMENTOS.....	139
9.2	EVALUACIÓN POR LA FORMA DE LOS DEPARTAMENTOS.....	141
9.3	EVALUACIÓN POR LAS DISTANCIAS ENTRE DEPARTAMENTOS.....	143
9.4	RESULTADO DE LAS EVALUACIONES DE ALTERNATIVAS.....	152
10.	CONCLUSIONES	154
11.	RECOMENDACIONES	156
12.	GLOSARIO	165
	BIBLIOGRAFÍA.....	169
	ANEXOS.....	171

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Catálogo de Maquinaria y Equipo de Producción
Tabla 2	Distribución promedio de las ventas
Tabla 3	Lista de Materiales para elaboración de Caja Estacionaria
Tabla 4	Diseño general del proceso de producción
Tabla 5	Características de las estanterías
Tabla 6	Relaciones de cercanía
Tabla 7	Razones de cercanía
Tabla 8	Cálculo de área para los trabajadores
Tabla 9	Aplicación de evaluación de adyacencias de departamentos
Tabla 10	Aplicación de evaluación de forma de departamentos
Tabla 11	Número de interacciones entre departamentos
Tabla 12	Número de interacciones entre departamentos (matriz acumulada)
Tabla 13	Distancias entre departamentos distribución actual
Tabla 14	Distancias entre departamentos alternativa I
Tabla 15	Distancias entre departamentos alternativa II
Tabla 16	Distancias entre departamentos alternativa III
Tabla 17	Resultados de las evaluaciones de alternativas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Organigrama de Tubos y Metales & Cía. Ltda.
Figura 2 (a-b)	Imágenes área de producción
Figura 3	Área de producción
Figura 4	Área Administrativa, Comercial y Bodega. Primer Piso
Figura 5	Área Administrativa. Segundo Piso
Figura 6	Productos y Servicios Vs. Ventas
Figura 7	Caja Estacionaria
Figura 8 (a-e)	Imágenes desarrollo del proceso
Figura 9	Diagrama de operaciones del proceso
Figura 10	Diagrama de flujo del proceso
Figura 11	Diagrama de recorrido
Figura 12	Organización zona de almacenamiento
Figura 13	Imágenes de Estanterías tipo esqueleto de hierro
Figura 14	Procedimientos de cargue / descargue de materiales metálicos pesados
Figura 15	Diagrama de relaciones
Figura 16	Modelo de bloque de diagrama adimensional
Figura 17	Diagrama adimensional de bloques
Figura 18	Plano bodega propuesto general
Figura 19	Alternativa I
Figura 20	Alternativa II
Figura 21	Alternativa III
Figura 22	Distribución inicial
Figura 23	Entrada de datos software
Figura 24	Entrada de la base de datos
Figura 25	Ubicaciones de departamentos
Figura 26	Especificaciones del problema
Figura 27	Evaluación distribución inicial
Figura 28	Primera iteración
Figura 29	Segunda iteración
Figura 30	Tercera iteración
Figura 31	Cuarta iteración
Figura 32	Quinta iteración
Figura 33	Sexta iteración
Figura 34	Distribución final
Figura 35	Señales visuales para empresas metalmecánicas
Figura 36	Programa de las 3R
Figura 37	Diagrama de manejo de residuos sólidos industriales

LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 1	Valor de activos en industria metalmecánica
Grafico 2	Sistemas de producción en empresas metalmecánica
Gráfica 3	Composición de costos industria metalmecánica
Gráfica 4	Diagrama de Pareto
Grafica 5	Factores de riesgo área comercial
Grafica 6	Factores de riesgo operador de dobladora
Grafica 7	Factores de riesgo operador del pantógrafo
Grafica 8	Factores de riesgo jefe de patio
Grafica 9	Factores de riesgo operador de puente grúa
Grafica 10	Factores de riesgo operador de soldadura

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Formato cuestionario para determinar las razones que sustentan la distribución actual.

ANEXO B. Formato cuestionario para describir el proceso de fabricación

ANEXO C. Hojas de observaciones para identificar los requerimientos de los usuarios en relación a la redistribución de las instalaciones.

ANEXO D. Formato para la recolección de información - Diagnóstico condiciones de trabajo. Panorama de riesgo

INTRODUCCIÓN

Tubos y Metales & Cía. Ltda., es una empresa del sector metalmeccánico de la ciudad de Cartagena dedicada a la compra y venta de materiales metálicos tales como varillas, tubos y láminas; y a la fabricación y reparación de estructuras metálicas en general.

Tubos y Metales & Cía. Ltda., se sitúa en el sector con grandes expectativas de crecimiento debido a la creación de nuevas empresas y la puesta en marcha de grandes proyectos de ampliación en la zona Industrial de Cartagena tales como la constitución de nuevas zonas francas y la ampliación de la refinería de Cartagena, los cuales requieren el suministro de materias primas y contratar la fabricación de estructuras y piezas.

El presente trabajo es un estudio de distribución de instalaciones de manufactura consistente en el estudio del sistema de producción de la empresa Tubos y Metales & Cía. Ltda., para proponer una mejor ubicación de los elementos que conforman el sistema de producción de la empresa a fin de crear un ambiente de trabajo más eficiente, ordenado, seguro y cómodo.

El concepto de Planeación de Instalaciones es un área muy compleja que abarca muchas disciplinas especializadas, como arquitectura, Ingeniería Civil, Consultoría, Contaduría, entre otras. En este trabajo no se aplicará la Planeación de las Instalaciones desde ninguno de estos puntos de vista, sino que se desarrollará desde un enfoque analítico de tipo administrativo industrial.

El presente trabajo cuenta básicamente de dos etapas:

Una fase inicial cuya finalidad es diagnosticar la situación actual del sistema de producción de la empresa a través del análisis de la secuencia de las operaciones, la ubicación de las maquinas, los equipos, la materia prima, productos en procesos y productos terminados; y de la situación actual de los factores de salud ocupacional y seguridad industrial en los puestos de trabajo.

Una segunda fase consistente en la aplicación de la metodología SLP (System Layout Planning / Planeación Sistemática de la Distribución) por medio de la cual se logra proponer alternativas de reubicación basadas en un análisis cualitativo de las relaciones entre las áreas funcionales de la empresa, generando varias alternativas de disposición de los elementos del sistema productivo. Siendo posteriormente evaluadas con el uso de herramientas de tipo cuantitativo que permitan tener una valoración explícita y confiable de los niveles de eficiencia de cada una de ellas.

0. ANTEPROYECTO

0.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

0.1.1 Enunciado del problema

TUBOS Y METALES & CIA LTDA., carece de una Distribución Planificada de sus Instalaciones de Producción y Almacén, repercutiendo negativamente sobre la productividad, el orden, la seguridad de las personas y los tiempos y costos de operación.

0.1.2 Descripción del problema

En el proceso de globalización las empresas de tipo metalmecánico tienen presentes factores como la productividad, calidad y competitividad, por las necesidades de crecimiento y consolidación, por lo anterior las empresas se ven en la necesidad de implementar Sistemas de Gestión como ISO 9000, ISO 14000 u OSHAS 18000 que permiten estandarizar procesos, y proporcionar a los empleados seguridad en los puestos de trabajo disminuyendo sustancialmente el número de accidentes y enfermedades laborales que generan traumatismo o cuellos de botella en la producción.

Para que pueda funcionar un Sistema de Gestión debe desarrollarse sobre una adecuada disposición de los elementos del sistema productivo, puesto que la adquisición de maquinaria y equipos, productos de alta calidad y un posicionamiento en el mercado puede verse sacrificado por una inadecuada Distribución en Planta.

TUBOS Y METALES & CIA LTDA., recientemente fue certificada con la ISO 9001:2000, buscando la optimización de sus procesos y la calidad en su servicio.

Debido al rápido crecimiento obtenido desde su creación en el 2004 y las proyecciones de aumento en el nivel de ventas, la empresa planea una ampliación de la planta de producción y almacén, extensión de su portafolio de servicios y una consecuente inversión en maquinaria y equipos.

El estudio que se plantea responde a una necesidad de gran prioridad para TUBOS Y METALES & CIA LTDA., ya que ésta desea ampliar sus instalaciones y optimizar el uso de las mismas. Esta empresa como muchas del sector metalmeccánico, comenzaron siendo pequeños locales de depósitos que se dedicaban a la compra y venta de metales, y han crecido rápidamente sin ninguna noción administrativa acerca de optimización de la disposición física de los elementos del ciclo productivo. Por lo cual se requiere de una correcta reorganización de las instalaciones de manera eficiente, ordenada, segura y económica; que dicha reorganización sea flexible para la atención de toda clase de clientes (particulares e institucionales) y que a su vez esta pueda ser modificada en el futuro con los menores costos posibles.

Adicionalmente, se ha identificado la existencia de una desorganización en el área de producción y almacenamiento, la cual ha traído consigo menores niveles de productividad reflejados en aspectos tales como:

- Demora en los tiempos de elaboración y entrega de pedidos, con consecuente inconformidad por parte de los clientes.
- Congestión en el tránsito por el área de producción y almacén debido a la ubicación no planificada de nuevos equipos y maquinarias, y excesivas distancias a recorrer para la realización de operaciones o actividades.
- Acumulación abundante de inventario de productos en proceso sin identificación, ni lugar de depósito preestablecido.

- Pérdida y/o difícil localización de materiales y herramientas menores en la zona de almacén.
- Exposición permanente al riesgo de accidentes al transitar por la zona de producción y almacén para los trabajadores, debido al inadecuado manejo de material en proceso y de materiales en el almacén de la empresa. Se constituye un riesgo a su vez para los clientes y visitantes de la empresa en la medida en que el almacén general de TUBOS Y METALES & CIA. LTDA., es lugar de depósito de materias primas y productos terminados y adicionalmente es la vitrina para los clientes que a diario ingresan a la empresa.
- Deficiencia en las condiciones laborales relacionadas con poca iluminación, ventilación, exceso de ruido, fatiga visual y corporal que aumentan las probabilidades de accidentes o enfermedades laborales, teniendo en cuenta que los trabajadores son en su mayoría soldadores, mecánicos y maquinistas; que en la actualidad se quejan por las condiciones de desorden en que trabajan.
- Incipiente señalización y demarcación en las áreas de producción y almacén para el tránsito seguro entre las mismas.
- Complejidad en la programación y control de la producción para garantizar el cumplimiento de tiempos de producción debido a la congestión en los procesos, frecuentes cuellos de botella y ociosidad en centros de trabajo.

Teniendo en cuenta lo anterior, el Rediseño de la Distribución de la Planta Física del Área de Producción y Almacén de la empresa TUBOS Y METALES & CIA LTDA., contribuye con el mejoramiento integral de su sistema de producción, a

través de un eficiente uso de los recursos y el cumplimiento de las cuotas de producción; propende por el bienestar y seguridad ocupacional de sus empleados; permite crear un ambiente propicio para la realización del trabajo y la estandarización de los procesos en marco del Sistema de Gestión de Calidad; disminuye los tiempos de entrega, permitiendo satisfacer las necesidades de sus clientes; y agrega valor al proceso misional de producción de la empresa.

0.1.3 Formulación del problema

¿Cómo distribuir la Planta Física del Área de Producción y Almacén de la empresa TUBOS Y METALES & CIA LTDA., de forma eficiente, ordenada, segura y económica?

0.2 JUSTIFICACIÓN

La disposición de los elementos del ciclo productivo es un problema fundamental e ineludible en cualquier etapa del desarrollo de una empresa, puesto que la distribución de las instalaciones es considerada la plataforma sobre la cual se desarrollará la productividad, competitividad y calidad. Una Planta bien organizada es además una excelente carta de presentación para atraer nuevas inversiones.

Con el estudio de Distribución de Planta se da la oportunidad para analizar plenamente la eficiencia de las operaciones de producción de la empresa TUBOS Y METALES & CIA LTDA., lo cual ayudara a detectar y resolver deficiencias en los procesos. Por lo tanto, este estudio se constituye en una estrategia competitiva que permite que la empresa optimice sus procesos y genere valor en cada uno de ellos, mejorando la calidad de los servicios y sus utilidades.

Con la realización del estudio “REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA FÍSICA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN Y ALMACÉN DE LA EMPRESA TUBOS Y METALES & CIA. LTDA.”, se espera orientar las decisiones de inversión de los socios con respecto a la ampliación de las instalaciones y la adquisición de equipos, que permita atender la demanda creciente del sector metalmecánico en la ciudad. De igual forma se espera conseguir los siguientes beneficios:

- *Motivación y Seguridad a los Empleados:* Los empleados del área operativa de TUBOS Y METALES & CIA. LTDA., son en su mayoría soldadores, mecánicos y maquinistas. Con adecuadas condiciones de orden, iluminación, desplazamiento y seguridad estarán más motivados y disminuirá los riesgos de enfermedades profesionales y accidentes laborales.

- *Incremento de los Niveles de Productividad:* Al buscar optimizar la distribución se reduce costos, tiempos de operación y tiempo ocioso; se facilita la identificación de cuellos de botella, se aceleran los flujos de materiales, se aprovecha racionalmente el espacio tanto horizontal como el cúbico y se disminuye el recorrido de distancias innecesarias.
- *Mejoramiento de la Gestión de Almacén:* el almacén general de TUBOS Y METALES & CIA. LTDA., es lugar de depósito de materias primas y productos terminados y adicionalmente es la vitrina para los clientes que a diario visitan la empresa. De manera que el sistema de almacenamiento de la empresa debe estar en capacidad de atender los requerimientos de trabajadores, proveedores y clientes, disminuir los tiempos de recepción de insumos, facilitar la ubicación de insumos, herramientas y productos, y reducir la acumulación de material en proceso.
- *Cooperación con los demás procesos de la empresa:* Con una adecuada Distribución de Planta el departamento de producción elaborará la programación teniendo en cuenta la participación de los demás departamentos como Talento Humano, Finanzas, Mercadeo con el fin de eliminar demoras en los tiempos de elaboración y entrega de pedidos a los clientes.

0.3 OBJETIVOS

0.3.1 Objetivo general

Diseñar una Distribución de Planta en el área de Producción y Almacén de la empresa TUBOS Y METALES & Cía. Ltda., que permita mejorar la disposición de los elementos del ciclo productivo de forma eficiente, ordenada, segura, y económica.

0.3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar las condiciones actuales de la distribución de las áreas de producción y almacén en la empresa TUBOS Y METALES & CIA LTDA.
- Realizar un estudio de Métodos con el fin de analizar los procesos de producción y almacenamiento en la empresa TUBOS Y METALES & CIA LTDA., e identificar patrones de comportamiento del proceso intermitente que optimicen el desplazamiento dentro de la planta.
- Proponer alternativas de Distribución de Planta, evaluando las que mejor se acomoden a las necesidades presentes y futuras de TUBOS Y METALES & CIA LTDA.

0.4 MARCO REFERENCIAL

0.4.1 Antecedentes de investigación

Durante la elaboración del estudio se ha realizado una búsqueda de diferentes trabajos relacionados con el tema específico del proyecto así como relacionados con el sector investigado, los cuales han proporcionado información de gran utilidad, sirviendo como referencia y documentación histórica del sector.

REDISEÑO DE LA PLANTA FÍSICA DEL LABORATORIO DE PRODUCCIÓN DE DESINFECTANTES EN LA COOPERATIVA DE DISCAPACITADOS DE BOLÍVAR “COODISBOL” CALDERÓN JIMÉNEZ, Ana Milena y GÓMEZ MARTÍNEZ, Germán Antonio. Programa Administración Industrial. Universidad de Cartagena. Año 2003.

En la investigación se realizan análisis de los procesos productivos por medio de estudios de tiempos y movimientos, se propone una distribución de planta teniendo en cuenta que las personas que laboran en la empresa presentan algún tipo de discapacidad y del tipo de materias primas que se usan para el proceso productivo, de igual forma se realizó el panorama de riesgos que presenta la planta de producción de la Cooperativa de Discapacitados de Bolívar “COODISBOL”

REDISTRIBUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE INDUSTRIAS QUÍMICAS REAL S. A. COMO TÉCNICA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD BUELVAS MARINO, Martha Julia; SALOM MARTÍNEZ, Mónica Patricia y PAUTT OSORIO, Nancy. Programa Ingeniería Industrial. Universidad Tecnológica de Bolívar. Año 1995.

Proyecto de rediseño de las instalaciones operativas y administrativas de la empresa Industrias Químicas Real S.A., bajo el enfoque de Distribución por Proceso en un sistema de producción intermitente, a través del estudio del flujo de las operaciones y el análisis de proximidades entre oficinas basado en la diagramación de Relaciones. Incluye un programa de implementación del proyecto de reordenamiento de las instalaciones y un plano para construir una nueva planta, en caso de ser requerido.

DIAGNÓSTICO Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD EN LA PLANTA DE LAVADO DE LA BASE NAVAL ARC. BOLÍVAR. GÓMEZ VARGAS, Ricardo Alfonso y MORALES ARRIETA, Juan Antonio. Programa Ingeniería Industrial. Universidad Tecnológica de Bolívar. Año 1999.

Diagnóstico general de la Planta de Lavado en la Base Naval A.R.C. Bolívar, formulando opciones de acción y sugerencias expuestas lo largo del proyecto para mejorar la productividad y calidad de la misma. Se abarcan los siguientes contenidos: Materiales, Maquinaria, Recursos Humanos, Manejo de Materiales y Distribución de la instalación; para la cual se realizó un estudio de tiempos de los procesos, se utilizó el método S.L.P., se diseñó un modelo de seguridad para el trabajador y al final se hizo una comparación entre las distancias recorridas actuales y las distancias a recorrer con la distribución propuesta.

DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE IMEC LTDA PARA OBTENER UN SISTEMA PRODUCTIVO ORDENADO Y EFICIENTE. IBÁÑEZ LAGO, José Luis; OSORIO DEGIOVANNI, Emperatriz y MORA, Pedro. Programa Ingeniería Industrial. Universidad Tecnológica de Bolívar. Año 1999.

Diagnostico de la distribución de las instalaciones de la empresa, estudio de tiempos y estudio de mercado. Permitiendo estandarizar el sistema productivo,

diseñar una nueva distribución, calcular el retorno sobre la inversión para los cambios de maquinas y diseñar un sistema de planificación, programación y control de la producción.

0.4.2 Marco teórico

0.4.2.1 Distribución de planta

La Distribución en Planta implica la ordenación física y racional de los elementos productivos garantizando su flujo óptimo al más bajo costo. Esta ordenación, ya practicada en proyecto incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, máquinas, equipos de trabajo, trabajadores y todas las otras actividades o servicios¹.

El *diseño de las instalaciones* de manufactura se refiere a la organización de las instalaciones físicas de la compañía con el fin de promover el uso eficiente de sus recursos, como personal, equipo, materiales y energía. El diseño de instalaciones incluye la ubicación de la planta y el diseño del inmueble, la distribución de la planta y el manejo de materiales.

La distribución es el arreglo físico de máquinas y equipos para la producción, estaciones de trabajo, personal, ubicación de materiales de todo tipo y en toda etapa de elaboración, y el equipo de manejo de materiales. La *distribución de la planta* es el resultado final del proyecto de diseño de la instalación de manufactura. Además de la necesidad de desarrollar nuevas instalaciones de fabricación, las plantas ya existentes experimentan cambios continuos. En

¹ MUTHER, Richard. Distribución en planta. Ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea. Barcelona (España).1981

promedio, cada 18 meses ocurren redistribuciones importantes en las plantas, como resultado de modificaciones en el diseño del producto, métodos, materiales y proceso².

En líneas generales la Distribución en Planta persigue dos intereses: un interés económico, con el que se busca aumentar la productividad y competitividad; y un interés social con el que busca proporcionar seguridad al trabajador y satisfacción por el trabajo que realiza.

0.4.2.2 Ventajas de una adecuada distribución de planta

El uso de una eficiente distribución de planta permite enmarcar las ventajas en dos grupos principalmente como lo son, los beneficios económicos (aumento de la producción, satisfacción del cliente, optimización en los procesos productivos y la reducción de costos) y los beneficios sociales (proporcionar a los trabajadores una mayor seguridad al trabajador):

- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Genera un aumento en la moral y la satisfacción de los trabajadores.
- Incremento de la producción, mediante la disminución de recorridos y optimización en los tiempos de producción.
- Disminución de los retrasos en la producción.
- Genera ahorro de espacio, al disminuirse las distancias de recorrido (producción, almacenamiento y servicio).
- Reducción del manejo de materiales.
- Optimización en el uso de la maquinaria, de la mano de obra y de los servicios.

² MEYERS Fred E., STEPHENS Matthew P. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. Editorial Pearson Prentice Hall. 2006

- Disminución del inventario de productos en proceso, así como los tiempos de fabricación.
- Facilita el proceso de supervisión en todo el proceso productivo.
- Reducción de los riesgos de deterioro del material y aumento en la calidad del producto.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios en los cambios en la oferta y demanda que impliquen ampliación y variaciones en la producción.
- Mejora y facilita el control de costos.
- Disminución del riesgo durante el proceso productivo para el material y su calidad, así como mejores condiciones sanitarias para los trabajadores.
- Obtención de un mejor aspecto de las zonas de trabajo, mejorando la impresión que reciban los visitantes a la planta y la de los mismos trabajadores.

0.4.2.3 Principios básicos de la distribución de planta

Con el fin de realizar la ordenación más eficiente, ordenada, segura, económica y satisfactoria para los empleados se deben tener en cuenta³:

- *Principio de la Integración de Conjunto:* Se debe integrar al hombre, materiales, maquinaria, actividades, así como cualquier otro factor, de modo que funcione de forma sincronizada, no solo, en un centro de trabajo sino también para los demás centros de trabajo que interactúan con el mismo.
- *Principio de la Mínima Distancia Recorrida:* Se deben disminuir las distancias de recorrido tanto del material como de los trabajadores por lo que la mejor distribución va a ser la que optimice estos recorridos.

³ MUTHER, Richard. Distribución en planta. Ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea. Barcelona (España).1981

- *Principio de la Circulación o Flujo de Materiales:* La distribución debe ordenar las áreas de trabajo de tal manera que cada operación o proceso se realice en forma progresiva, estando en la misma secuencia en que se transforma o montan los materiales, evitando retrocesos, sin implicar esto que siempre deba existir un desplazamiento en línea recta ni en una sola dirección.
- *Principio del Espacio Cúbico:* Se debe aprovechar de modo efectivo todo el espacio disponible (las tres dimensiones), para maquinaria, materiales y trabajadores.
- *Principio de la Satisfacción y de la Seguridad:* La distribución debe propender a que el trabajo sea más satisfactorio y seguro para los productores y trabajadores. La distribución nunca puede ser efectiva si se somete a los trabajadores a riesgos o accidentes.
- *Principio de la Flexibilidad:* La distribución mas adecuada es aquella que pueda ser ajustada o reordenada con menos costos o inconvenientes según lo requerido por la empresa y los trabajadores.

0.4.2.4 Tipos de distribución en planta

0.4.2.4.1 Distribución por Producto, en Cadena, Ensamble o en Masa

En este caso, toda la maquinaria y equipos necesarios para fabricar un determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordenan de acuerdo con el proceso de fabricación. Se emplea principalmente en los casos en que exista una elevada demanda de uno o varios productos más o menos normalizados.

El uso de este tipo de distribución es recomendable cuando la demanda es constante y cuando el suministro de materiales es de fácil acceso y continuo.

Ventajas

- El trabajo se mueve siguiendo rutas definidas y directas, lo que hace que sean menores los retrasos en la fabricación y se optimizan las distancias a recorrer.
- Menor manipulación de materiales debido a que el recorrido es mas corto sobre una serie de maquinas sucesivas, contiguas o puestos de trabajo adyacentes.
- Menores cantidades de trabajo en curso, poca acumulación de materiales en las diferentes operaciones y por ende menos inventario en proceso.
- Cantidad limitada de inspección, quizá solamente una antes que el producto entre en la línea, otra después que salga de ella y poca inspección entre ambos puntos.
- Se obtiene una mejor utilización de la mano de obra debido a que existe mayor especialización del trabajo.

Desventajas

- Elevada inversión en maquinaria, debido a la compra de la misma, para la realización de procesos específicos. Esta maquinaria no pueden ser usada en la fabricación de otros productos.
- Menos flexibilidad en la ejecución del trabajo porque las tareas no pueden asignarse a otras maquinas similares, como en la disposición por proceso.
- Menos pericia en los operarios. Cada uno aprende un trabajo en una maquina determinada o en un puesto que a menudo consiste en maquinas automáticas que el operario sólo tiene que alimentar.
- Peligro que se pare toda la línea de producción si una máquina sufre una avería.

- El ritmo de producción es fijado por la maquina mas lenta o de menor capacidad de producción (la que genera el cuello de botella)

0.4.2.4.2 Distribución por Proceso o por Función

En este tipo de distribución todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas, como seria un área para los tornos, maquinas de estampado. Este sistema de disposición se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto, o en la producción de piezas en pequeños grupos o lotes. También se usa cuando la maquinaria es costosa y no puede moverse fácilmente y cuando se tiene una demanda intermitente.

Ventajas

- Todos los productos que se fabrican en la planta usan la misma maquinaria por lo que la capacidad de cada una de ellas puede emplearse al máximo, optimizando el tiempo de producción y estandarizando los procesos realizados en las mismas.
- Alta flexibilidad para ejecutar los trabajos. Es posible asignar tareas a cualquier maquina de la misma clase que este disponible en ese momento.
- Adaptable a gran variedad de productos. Cambios fáciles cuando hay variaciones frecuentes en los productos o en el orden en que se ejecuten las operaciones.
- Los operarios son mucho mas hábiles porque tienen que saber manejar cualquier maquina (grande o pequeña) del grupo, realizando funciones como el alistamiento de maquinaria y trabajo, ejecución de operaciones especiales, calificar el trabajo, lo que proporciona mayores incentivos individuales.
- Una avería en la maquina no influye de forma decisiva en la planificación, ya que la carga del recurso averiado se reparte entre las demás maquinas.

Desventajas

- Existe mayor dificultad para fijar las rutas y los programas de trabajo.
- La separación de las operaciones y las mayores distancias que tienen que recorrer para el trabajo, dan como resultado un aumento en la manipulación de materiales y costos elevados, empleándose una mayor mano de obra.
- Para optimizar el transporte se fabrica en lotes grandes, anticipando la entrega a otros departamentos antes de lo necesario, por lo que aumentan los inventarios en proceso.
- La falta de disposiciones compactas de producción en línea y el mayor esparcimiento entre las unidades del equipo en departamentos separados, implica una mayor superficie ocupada.
- Sistemas de control de la producción mucho más complicados, que requieren de un control visual permanente.

0.4.2.4.3 Distribución por Posición Fija

El producto, por cuestiones de tamaño o peso, permanece en un lugar, mientras que la maquinaria puede ser trasladada a donde está el producto. Esta clase de distribución es típica de los artilleros y la construcción de carreteras, industrias donde el producto es voluminoso y pesado, y solo se producen pocas unidades al mismo tiempo. Se requiere poca especialización en el trabajo, pero gran habilidad y trabajos calificados.

Ventajas

- Responsabiliza al trabajador de la calidad de su trabajo, y la inspección es inversamente proporcional a sus habilidades.

- Altamente flexible, permitiendo cambios frecuentes en el diseño y secuencia de los productos ya que las empresas que poseen este tipo de distribución tienen una demanda intermitente.
- Bajos costos en estudios de distribución en planta

Desventajas

- Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación, el flujo de fabricación no puede ser más rápido que la actividad considerada cuello de botella.
- Inversión elevada en maquinaria especializada
- El conjunto depende de cada una de las partes, la parada de alguna maquina o la falta de personal en algunas de las estaciones de trabajo puede parar la cadena completa
- Trabajos muy monótonos que afectan la moral y el rendimiento de los trabajadores.

0.4.2.4.4 Distribución por Células de Trabajo

Es un híbrido de las distribuciones en planta por proceso y por producto. Se basa en la agrupación de productos con las mismas características en familias y asigna grupos de máquinas y trabajadores para la producción de cada familia (Célula).

Agrupar máquinas diferentes en centros de trabajo (o celdas), para trabajar sobre productos que tienen formas y necesidades de procesamiento similares. La T.G., se parece a la distribución por proceso, ya que se diseñan las celdas para realizar un conjunto de procesos específicos. También es semejante a la distribución por producto, pues las celdas se dedican a una gama limitada de productos. Ejemplo: manufactura de circuitos impresos para computador, confecciones.

Para la formación de células de trabajo es necesario: Identificar productos que pertenecen a una misma familia (similitudes en la fabricación, formas, tamaños), definir máquinas y trabajadores que formarán la célula de trabajo y definir la distribución interna de cada célula.

Ventajas

- Mejora de las relaciones de trabajo. Las celdas consisten en unos cuantos hombres, que forman un pequeño equipo de trabajo: un equipo produce unidades completas.
- Disminución de los tiempos de fabricación y preparación.
- Menos manejo de materiales e inventario en proceso. Viajan menos piezas por el taller.
- Simplificación de la planificación.
- Facilita la supervisión y el control visual.

Desventajas

- Incremento de los costos por la reorganización.
- Reducción de la flexibilidad.
- Incremento de los tiempos inactivos de las máquinas.

0.4.2.4.5 Distribución Justo a Tiempo (JIT)

Puede ser de dos tipos:

- Una línea de flujo semejante a una línea de montaje.
- O una distribución por proceso o taller de trabajo.

En la distribución en línea se disponen en secuencia el equipo y las estaciones de trabajo. En la distribución por proceso, el objetivo es simplificar el manejo de materiales y crear rutas normales que enlacen el sistema con movimiento frecuente de materiales.

Cuando la demanda es continua y están relativamente equilibradas las tareas de cada secuencia de trabajo, es posible colocar las estaciones de trabajo una junto a otra. En teoría cuando se toma cierta cantidad de productos del extremo final de la línea, el sistema opera arrastrando la línea para reemplazar las unidades que se quitaron. En la práctica significa que el movimiento y la producción de piezas se efectúan a un ritmo programado más o menos fijo, pero sólo cuando cada trabajador ha terminado y liberado la pieza.

En el caso de agrupación por función, el arrastre se obtiene por medio de un procedimiento de manejo de materiales.

CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES CLASES DE DISTRIBUCIÓN									
TIPO DE DISTRIBUCIÓN	PRODUCTO	FLUJO DE TRABAJO	MANO DE OBRA	PERSONAL STAFF	MANEJO DE MATERIALES	INVENTARIOS	UTILIZACIÓN DEL ESPACIO	NECESIDAD DE CAPITAL	COSTO DEL PRODUCTO
POR PRODUCTO	Estandarizado	Línea continua o cadena de producción	Altamente especializada y poco calificada	Numeroso personal auxiliar en supervisión, control y mantenimiento	Previsible, sistematizado y, a menudo, automatizado	Alto inventario de productos terminados	Eficiente: elevada salida por unidad de superficie	Elevada inversión en procesos y equipos altamente especializados	Costos fijos relativamente altos
	Alto volumen de producción	Todas las unidades siguen la misma secuencia de operaciones	Capaz de realizar tareas rutinarias y repetitivas a ritmo constante			Alta rotación de inventarios de materias primas y material en proceso			Bajo costo unitario por mano de obra y materiales
	Tasa de producción constante								
POR PROCESO	Diversificados	Flujo variable	Fundamentalmente calificada, sin necesidad de estrecha supervisión y moderadamente adaptable	Necesario en programación, manejo de materiales y control de la producción y los inventarios		Escaso inventario de productos terminados	Ineficiente: baja salida por unidad de superficie	Inversiones más bajas en proceso y equipos de carácter general	Costos fijos relativamente bajos
	Volumenes de producción variables	Cada ítem puede requerir una secuencia de operaciones propia			Variable, a menudo hay duplicaciones, esperas y retrocesos	Altos inventarios y baja rotación de materias primas y materiales en curso	Gran necesidad de espacio del material en proceso		Alto costo unitario por mano de obra y materiales
	Tasas de producción variables								
POR POSICIÓN FIJA	Normalmente, bajo pedido	Mínimo o inexistente	Alta flexibilidad de la mano de obra (la asignación de tareas es variable)	Fundamental en la programación y coordinación de actividades	Variable, y a menudo, escaso. En ocasiones se requieren equipos para cargas pesadas	Inventario: variables y frecuentes	Generalmente toda la superficie es requerida por un único producto (una sola unidad)	Equipos y procesos móviles de carácter general	Costos fijos relativamente bajos
	Volumen de producción bajo (con frecuencia una sola unidad)	El personal, la maquinaria y los materiales van al producto cuando se necesitan				movilizaciones (ciclo de trabajo largo)			Alto costo unitario por mano de obra y materiales

Fuente: Adam y Ebert. Características Fundamentales de los tipos de Distribución de Planta. 1992

0.4.2.5 Planeación sistemática de la distribución en planta (S.L.P. - Systematic Layout Planning)

Es una forma organizada para realizar la planeación de una distribución y está constituida por cuatro fases, en una serie de procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la mencionada planeación⁴. Fue desarrollada por *Richard Muther* en el año 1961. Esta técnica puede ser aplicada en todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza: plantas industriales, oficinas, laboratorios, áreas de servicio, almacén u operaciones manufactureras y es igualmente aplicable a mayores o menores readaptaciones que existan o en el nuevo sitio de planta planeado.

0.4.2.5.1 Fases para la Aplicación de la S.L.P.

- *Localización*: Se determina el área de estudio, este no debe ser necesariamente un problema de una nueva infraestructura física. Conocer las estrategias, y la planeación de la empresa en cuanto a posibilidades de compra de maquinaria o ampliación de la planta, así como variaciones en la oferta y demanda.
- *Planeación de la Organización General Completa*: Esta establece el patrón o patrones básicos de flujo para el área de que va a ser organizada. Esto también indica el tamaño, relación entre áreas y configuración de cada actividad general, departamento o área.
- *Preparación en Detalle del Plan de Organización*: Consiste en establecer donde va a ser ubicada cada herramienta, maquina o equipo.

⁴ MUTHER, Richard. Distribución en planta. Ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea. Barcelona (España).1981

- *La Instalación:* Esto implica la planeación la instalación y la realización de seguimiento a la ejecución de los cambios propuestos. Indica los detalles de la distribución y se realizan los ajustes necesarios conforme se van colocando los equipos.

0.4.2.5.2 Pasos para el Diseño de Distribución en Planta

PASO 1 *Obtención de Datos Básicos:* Contempla la identificación de información requerida, el análisis de los distintos diagramas de proceso y los datos proyectados hacia futuro.

PASO 2 *Análisis de Factores:* Constituye el levantamiento de información de acuerdo a cada uno de los factores como: material, maquinaria, operarios, manejo de materiales, almacenamiento, retrasos, y características de las instalaciones físicas, que afectan la distribución, siendo uno de los pasos fundamentales para el éxito del diseño.

PASO 3 *Análisis de Flujos y Áreas:*

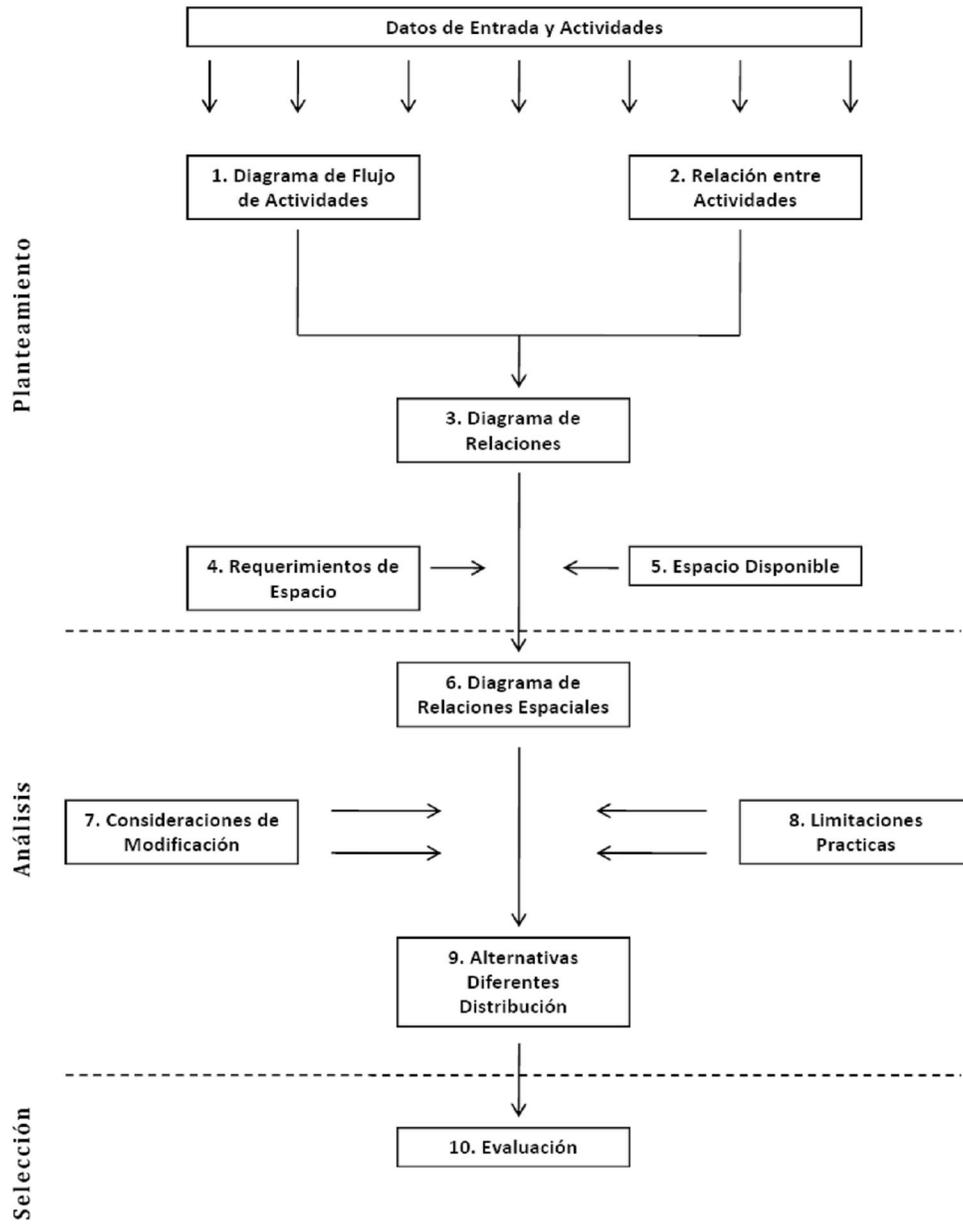
- a) Establecer los Factores de Proximidad, que indiquen que áreas deben estar localizadas cercas unas de otras, y construir la *Matriz de Relaciones de cercanía*, herramienta que refleja cualitativamente los factores de proximidad de áreas.
- b) Elaboración del Diagrama Espacial de Relaciones de Actividades, a partir de la *Matriz de Relaciones de cercanía*, el cual permite un panorama visual más claro del análisis de flujo e interrelación de actividades.

PASO 4 Desarrollo del Diagrama General de Conjunto:

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

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

PASO 6 Presentación del Diseño Final de la Distribución: Se preparan los planos finales de la distribución para proceder posteriormente a la instalación.



Fuente: MUTHER, Richard. Distribución en planta Editorial Hispano Europea. Barcelona (España).1981

0.4.2.6 Análisis cuantitativo en la distribución de planta

En la Planeación de la Distribución de Instalaciones por Procesos a menudo se utilizan métodos que permiten justificar cuantitativamente la elección de una alternativa determinada. Son métodos de evaluación, complementarios al método cualitativo S.L.P., y su uso es indispensable para vender una distribución y tomar decisiones en las organizaciones. El análisis general es simple y se basa en la construcción de matrices donde se organiza información numérica acerca de las relaciones entre los centros de trabajo o departamentos. Unas de las Matrices más utilizadas son: Matriz Intensidad de Tráfico y Matriz Costos⁵.

- La *Matriz Intensidad de Tráfico* muestra el número total de productos o movimientos entre los centros de trabajo. Surge del producto de las Matrices de Distancias y Cantidades (o interacciones) entre departamentos. Las mejores distribuciones deben de tener una calificación baja de tráfico.
- La *Matriz de Costos* surge del producto de la Matriz Intensidad de Tráfico y el costo unitario de transporte (por unidad de distancia). Para llegar a la Matriz de Costos que represente la mejor alternativa, teóricamente debe reorganizarse los centros de trabajo de todas las formas posibles. El método sugiere escoger las relaciones interdepartamentales que tengan mayores interacciones y proponer opciones de distribución hasta calcular el costo mas bajo.

⁵ MEYERS Fred E., STEPHENS Matthew P. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. Editorial Pearson Prentice Hall. 2006

0.4.2.7 Simulación de la distribución en planta

La simulación puede usarse para predecir el comportamiento de un sistema de manufactura o servicio mediante el registro real de los movimientos y la interacción de los componentes del sistema y ayuda en la optimización de éste. El software de simulación genera reportes y estadísticas detallados que describen el comportamiento del sistema en estudio. Con base en dichos reportes, pueden evaluarse distribuciones físicas, selección de equipos, procedimientos de operación, asignación y utilización de recursos, políticas de inventario y otras características importantes del sistema⁶.

0.4.2.7.1 Uso de Computadoras en el Proceso de Distribución

Debido al número elevado de factores que han de ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar una distribución la ayuda de la computadora facilita enormemente el desarrollo de los cálculos y alternativas de distribución.

Los programas desarrollados para asistir a la distribución en planta pueden utilizar criterios cuantitativos (debiendo ser especificadas entonces las matrices de distancias e intensidades de tráfico) o cualitativos (en cuyo caso se utiliza la escala de prioridades de cercanía de Muther), entre los paquetes informáticos para el análisis de las distribuciones existentes en el mercado se encuentran los siguientes⁷: CRAFT, ALDEP, CORELAP y PREP.

6 MEYERS Fred E., STEPHENS Matthew P. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. Editorial Pearson Prentice Hall. 2006

7 MUÑOZ CABANILLAS, Martín. Diseño de distribución en planta de una empresa textil (online). Lima. 2004.
<http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibVirtual/monografias/Ingenie/munoz_cm/contenido.htm>

CRAFT “*Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques*”: Desarrollado por Buffa y Gordon, es un programa heurístico que puede operar hasta con 40 departamentos, siendo su desarrollo casi idéntico al algoritmo básico de transposición.

Este programa parte de una distribución previa que ha de tomarse como punto de partida y supone que el costo de las interrelaciones entre operaciones o departamentos es producto de las matrices de distancia e intensidades de tráfico, que son los inputs del problema. Tras calcular el costo que genera la distribución inicial, intercambia los departamentos de dos en dos, evaluando el costo de cada cambio y adoptando de entre todos, aquél con menor costo, aplicándoles a éste el mismo proceso. Cuando el costo no puede ser disminuido o se ha alcanzado un total de iteraciones específicas, la mejor ordenación conseguida se imprime como solución.

ALDEP “*Automated Layout Design Procedure*”: Desarrollado por Seehof y Evans, tiene una capacidad para distribuir 63 departamentos. Usa una matriz de código de letras similar a las especificaciones de prioridad de cercanía de Muther. Dicha clasificación es traducida a términos cuantitativos para facilitar la evaluación. Los inputs del programa son la planta del edificio y la situación de elementos fijos, permitiendo seleccionar emplazamientos para determinados departamentos. Utiliza un algoritmo de barrido, de forma que selecciona aleatoriamente un primer departamento y lo sitúa en la esquina noroeste de la planta, colocando los demás de forma sucesiva en función de las especificaciones de proximidad dadas.

CORELAP “*Computerized Relationship Layout Planning*”: Puede ordenar hasta 45 departamentos, entre otros requiere como inputs la especificación de los tamaños de aquellos y algunas dimensiones de la planta. En lo que será el centro de la distribución sitúa el departamento que está más interrelacionado con el resto y, en sucesivas iteraciones, va colocando los demás en función de su necesidad de

cercanía con los ya colocados. Las soluciones obtenidas se caracterizan por la irregularidad en las formas.

PREP “*Plant Relayout and Evaluation Package*”: Puede analizar un total de 99 departamentos. Los resultados se basan en las distancias realmente recorridas en el manejo de materiales, es decir, no considera caminos rectos entre los centros de los departamentos, pudiendo trabajar con diferentes recorridos.

0.4.2.8 Distribución de planta y calidad

La distribución de una instalación solo es tan eficaz como el equipo administrativo y el plan que se sigue para dirigir la empresa. Un sistema eficaz de administración por calidad refuerza y complementa los aspectos físicos de las instalaciones y permite maximizar el rendimiento de la inversión de los activos físicos de la organización, como el equipo para la producción.

Una distribución planificada de instalaciones permite crear un ambiente propicio para desarrollar, documentar, implantar y mantener un Sistema de Gestión de Calidad. Sobre la distribución se definen los procesos y procedimientos correctos para producir un artículo de calidad y se garantiza que los requerimientos del cliente estén determinados y sean satisfechos.

0.4.3 Marco conceptual

ALMACÉN: Área de la empresa, establecida para arrumar repuestos, herramientas, materias primas, inventario en proceso y productos terminados. El almacén a su vez cumple la función de muestrario de mercancías para la venta directa al cliente.

DISEÑO DE INSTALACIONES: Es un proceso de planeación en el cual se realiza un bosquejo o descripción de la organización de los elementos del sistema productivo (personal, equipos, materiales, procesos, tecnología) buscando optimizar el uso de las instalaciones físicas.

DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES: También conocida como disposición de instalaciones. Es el resultado final del proyecto de diseño de una instalación de manufactura. Este concepto está presente tanto en proyectos de diseño como de construcción de instalaciones.

ESPACIO CUBICO: Óptica o modo de utilización eficiente del espacio, según la cual se aprovecha el espacio disponible tanto horizontal como vertical, usando las tres dimensiones disponibles para el uso de maquinarias, materiales y los trabajadores.

ESTACIONES DE TRABAJO: También conocidas como centros de trabajo. Son cada una de las secciones o departamentos en los cuales se agrupan recursos que desarrollan tareas afines.

ESTANDARIZACIÓN: Proceso en el cual se establecen modelos de métodos y procedimientos que buscan optimizar los procesos, y que continuamente se revisan para mejorarlos.

FLEXIBILIDAD: Característica de las distribuciones en planta según la cual esta debe ser adaptable a las necesidades presentes y futuras de la organización con los menores costos e inconvenientes.

FLUJO: En Producción se entiende por flujo, el movimiento multidireccional de elementos interdependientes del ciclo productivo: personas, materiales, inventarios, productos, herramientas, información.

INSTALACIÓN: Área física cuyo fin es servir de recinto para disponer los elementos que integran una empresa y para que se puedan llevar a cabo sus actividades diarias.

OPERACIÓN: Agrupación de tareas, pasos o actividades con un objetivo específico. Un conjunto de operaciones conforman un proceso.

OPTIMIZACIÓN: Proceso en el que se busca la mejor manera de realizar una actividad. La optimización suele soportarse en métodos analíticos reconocidos cuando el objetivo es elegir la mejor combinación de factores de un sistema de producción.

ORDENACIÓN: También conocida como disposición. Consiste en la colocación de los elementos de una planta de producción, en lugares apropiados que permitan la optimización de recursos.

PROCESO INTERMITENTE: Naturaleza del sistema de producción (como el de muchas empresas metalmecánicas), en el cual el producto pasa por los centros de trabajo en una secuencia variable según las especificaciones dadas por el cliente.

REORGANIZACIÓN: También conocida como redistribución. Consiste en realizar una nueva ubicación de los elementos de la planta con el fin de obtener mejores niveles de productividad.

SEGURIDAD: Criterio o requisito que deben cumplir las instalaciones diseñadas para que seres humanos cumplan sus labores sin riesgos de sufrir enfermedades o accidentes. Se dice que una instalación es segura cuando protege la integridad física y mental del empleado.

SIMULACIÓN: La Simulación de la Distribución en Planta permite diseñar y evaluar diferentes alternativas de distribución físicas, teniendo en cuenta situaciones o factores de la realidad que afectan la distribución tales como selección de equipo, procedimientos de operación, asignación y utilización de recursos, políticas de inventario y otras características importantes del sistema. La simulación proporciona la oportunidad de tener una serie de juegos del tipo “que pasaría si...” y de observar los efectos de distintos cambios o manipulaciones en el modelo para optimizar o mejorar el sistema real.

0.5 DISEÑO METODOLÓGICO

0.5.1 Delimitación del problema

0.5.1.1 Delimitación de espacio

Este proyecto se realizara en la empresa TUBOS Y METALES & CIA LTDA., ubicada en el Bosque Tr 54 23 - 35 L -1 Sector San Isidro de la ciudad de Cartagena - Bolívar.

0.5.1.2 Delimitación de tiempo

El desarrollo del estudio de “REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA FÍSICA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN Y ALMACÉN DE LA EMPRESA TUBOS Y METALES & CIA LTDA.”, se llevará acabo en el tiempo transcurrido entre los meses de Mayo a Agosto de 2008.

0.5.2 Tipo de investigación

La investigación que se desarrollará es un estudio técnico o tecnológico de carácter descriptivo, que permita dimensionar con precisión características del diseño del sistema de producción en la empresa TUBOS Y METALES & CIA LTDA.

Las causas más frecuentes que llevan a la realización de estudios de Distribución de Planta se pueden clasificar en cuatro: Proyecto de una planta completamente nueva; Expansión o traslado a una planta ya existente; Reordenación de una distribución ya existente; y Ajustes menores en una distribución ya existente. Esta investigación se enmarcada en el tipo de estudios de Reorganización de una

Distribución Existente⁸ en el que se busca determinar una organización que busque optimizar el flujo de materiales, personas, tecnología en la empresa; teniendo en cuenta las limitaciones físicas de las instalaciones, utilizando el método de Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (SLP -Systematic Layout Planning), la técnica de Estudio de Métodos. Y herramientas tales como Diagrama de Operaciones, Diagrama de Flujo o Flujograma, Diagrama de Recorrido, Diagrama de Relaciones (para Analizar el Grado de Cercanía), y las Matrices de interacciones y distancias.

0.5.3 Técnicas de recolección de datos

La investigación estará apoyada en técnicas específicas para la recolección de datos tales como:

- La Investigación Documental que permita conocer las características y variaciones de los productos que elabora la empresa por su condición de producción intermitente, los registros históricos de volúmenes de ventas por cada tipo de producto, las proyecciones de ventas esperadas, los procesos principales de acuerdo a su aporte a las utilidades, y planos de las instalaciones. Además se consultan informes y documentos realizados por otros investigadores, como son las tesis relacionadas con el tema de investigación.
- La Entrevista con personal administrativo, supervisores, operarios y clientes que utilizan el área de producción y almacén, que permita definir las condiciones de salud y seguridad en los puestos de trabajo y recabar

⁸ MUTHER, Richard. Distribución en planta. Ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea. Barcelona (España). 1981. Pág. 22

información con respecto a la solución del problema de Distribución de la Planta.

- La Observación en el área de estudio con el fin de tener un conocimiento directo del desarrollo de los procesos rutinarios en ella.
- El estudio del proceso productivo, para la realización de Diagramas que permitan determinar con la mayor exactitud posible el tiempo para llevar a cabo los procesos y que sirva de base para el diseño de alternativas de distribución.

0.5.4 Fuentes de recolección de datos

0.5.4.1 Fuentes primarias

El Personal Administrativo, Supervisores, Operarios y Clientes; manejan información de primera mano relacionada con las causas, consecuencias y alternativas de solución al problema de Distribución de Planta.

El Comportamiento de los Procesos de Producción es indispensable por cuanto permite obtener información para disponer eficientemente los elementos del ciclo productivo en coherencia con el día a día de la planta. Esto se logra a través de una buena Observación y Toma de Tiempos.

0.5.4.2 Fuentes secundarias

Los Planos de las Instalaciones de TUBOS Y METALES & CIA LTDA., las fichas técnicas de maquinas y equipos, los Estudios de Productividad, los trabajos en Salud Ocupacional y los Estudios de Mercado realizados por la empresa.

La información requerida para profundizar en teorías, métodos, experiencias y tecnologías de Distribución de Planta, se consigue en Libros, Tesis, Páginas Web, Periódicos, Revistas relacionadas con el tema, y La disposición que siempre han tenido los docentes de la Universidad de Cartagena en brindar asesorías y colaboración.

0.5.5 Metodología

La metodología general de esta investigación se desarrollará aplicando el modelo de Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (SLP -Systematic Layout Planning). Bajo este modelo son cuatro las fases para desarrollar un proyecto de Distribución de Planta, fases que son adaptables a las particularidades de cualquier proyecto de este tipo⁹.

De acuerdo a las características generales del sistema de producción de TUBOS Y METALES & CIA LTDA., el Diseño de la Distribución de Planta pertinente es la Distribución Orientada al Proceso, en la cual se agrupa equipos y funciones similares; teniendo en cuenta que el Sistema de Producción es Intermitente.

La Metodología a desarrollar inicia con el *Levantamiento de Información*, etapa en la que se espera diagnosticar la situación actual y determinar cuál es el espacio requerido y cuál es el disponible en el área de producción y en el almacén. Basándose en Planos de las Instalaciones, Descripción del Personal, de Maquinas y Equipos; Diagramas de Operaciones, Flujogramas de Procesos, Diagramas de Recorrido. También se tendrá en cuenta los factores de riesgo a los que están

^{9 9} MUTHER, Richard. Distribución en planta. Ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea. Barcelona (España).1981.

expuestos los empleados a través de la definición de las condiciones de salud y seguridad en los puestos de trabajo.

Con los datos procesados del Estudio de Métodos se procede a la elaboración de las alternativas de *Diseño de Distribución*, a través de la aplicación de Factores Cualitativos de Prioridades de Cercanía entre secciones (Método S.L.P.) y la simulación con software de distribución de planta.

Finalmente se realiza la *Evaluación de Diseños*, etapa en la cual se evalúan las alternativas de Distribución de la Planta Física del Área de Producción y Almacén de la Empresa.

0.5.6 Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	FUENTES
DEMANDA	Mercado del Sector Metalmecánico	Volumen de Ventas	Documentos, Registros de la empresa y Entrevista con los clientes
		Precio	
		Tipos de Productos	
		Número de Pedidos	
		Competidores	
CAPACIDAD	Aprovechamiento de Tecnología y Recurso humano	Personal Operativo	Documentos, Registros y Estudios de Producción
		Maquinaria y Equipos	
		Métodos de Trabajo	
		Diseño de Productos	
		Dimensiones de Instalaciones	
		Tasa de Producción	
		Capacidad de Diseño	
		Eficiencia	
		Utilización	
		Cuellos de Botella	

GESTIÓN DE PRODUCCIÓN	Desarrollo de Procesos	Productividad	Registros y Estudios
		Tipo de Proceso	
GESTIÓN DE ALMACÉN	Administración Eficaz de Materiales y Productos Terminados	Política de Inventario	Documentos, Registros y Estudios del Sistema de Almacenamiento
		Materia Prima	
		Productos en Proceso	
		Productos Terminados	
		Herramienta y Repuestos	
		Área de Atención al Cliente	
GESTIÓN DE CALIDAD	Mejoramiento Continuo de Procesos	Política de Calidad	Documentos y Registros
		Tasa de Desperdicio	
		Tasa de Retrabajo	
SALUD OCUPACIONAL	Comodidad de los Trabajadores	Iluminación	Estudios de identificación de Factores de Riesgo
		Demarcación	
		Señalización	
		Ventilación	
		Ruido	
		Servicios Sanitarios	

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA



1.1 RESEÑA HISTÓRICA

La compañía fue registrada en la Cámara de Comercio con matrícula número 09-193833-03 con NIT 806.16.321-3, domicilio en la ciudad de Cartagena en escritura publica No. 154 del 27 de febrero de 2004 otorgada por la notaria 6ª de Cartagena, inscrita en la Cámara de Comercio el 1 de junio de 2004 bajo el No 41.654 del libro respectivo, fue constituida como sociedad limitada **TUBOS Y METALES & CIA. LTDA.**, es una empresa dedicada a la prestación de servicios y comercialización al por mayor de materiales metálicos.

1.2 MISIÓN

Tubos y Metales una empresa dedicada a la fabricación de estructuras y partes metálicas de alta calidad, usando equipos y herramientas calibradas adecuadamente, operadas por personal calificado y comprometido, preocupada por la calidad de vida de su empleados y de su entrono, responsable con sus proveedores y clientes, respetando las normas y leyes de los países donde opera y posee relaciones comerciales.

La comercialización de productos metal mecánicos ofrece una gran variedad, atención oportuna y precios razonables y competitivos de acuerdo a las necesidades de sus cliente. Toda la actividad de la empresa está enfocada a satisfacer las necesidades de sus clientes, el bienestar de sus empleados y la seguridad de sus socios.

1.3 VISIÓN

Ser al 2012 una compañía metalmecánica altamente competitiva en la fabricación de estructuras y la comercialización de productos metálicos, enfocadas en la constante innovación y satisfacción del cliente.

1.4 ORGANIZACIÓN INTERNA

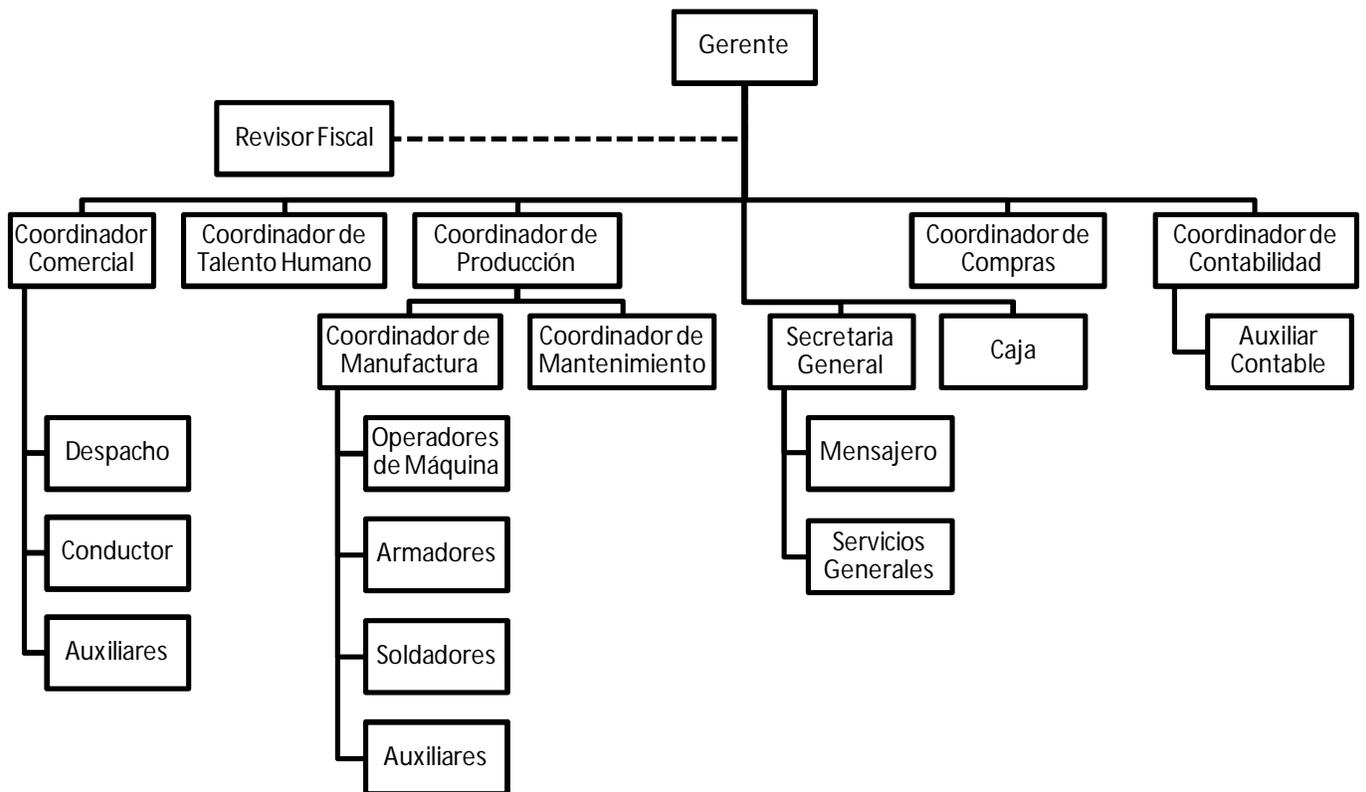


Figura No. 1. Organigrama
Fuente: Tubos y Metales & Cía. Ltda.

Con el fin de cumplir con sus propósitos, TUBOS Y METALES & CIA. LTDA., organiza sus diferentes departamentos en las áreas de gestión administrativa, comercial y de producción.

GESTIÓN ADMINISTRATIVA:

Se encarga de promover el desarrollo y cumplimiento de metas y objetivos estratégicos de la empresa; del manejo de los recursos financieros generados por la misma y de la coordinación y dirección los procesos relacionados con el personal tales como nomina, reclutamiento, selección y evaluación del personal, velando por su integridad física y motivacional. Hacen parte de la Gestión Administrativa: la Gerencia General, la Coordinación de Talento Humano y la Coordinación Contable. Físicamente, consta de 6 oficinas y una sala de juntas asentadas en el edificio administrativo, el cual es compartido con las oficinas de gestión comercial. Dicha edificación esta constituida por 2 pisos y comprende una superficie de 43.12 m².

GESTIÓN COMERCIAL:

Se encarga de la atención pertinente de los clientes en la compra y venta de productos como las tuberías negras y galvanizadas, láminas, varillas, elementos abrasivos, elementos de herrerías, entre otros productos. Así como la cotización, atención y despacho oportuno de productos y servicios ofrecidos por la empresa. A esta área de gestión pertenecen la Coordinación Comercial y la Coordinación de Compras. La gestión comercial está a cargo de una bodega de materiales, una ferretería y de 4 oficinas ubicadas en el edificio administrativo, completando un área de 527.48 m².

GESTIÓN DE PRODUCCIÓN:

Se encarga de los procesos de manufactura que requieren los clientes contando con una variedad de servicios como corte, soldadura, fresado, taladro, plegado de lámina y de tubería, así como la fabricación de estructuras metálicas entre otros

servicios. Cabe recordar que los procesos se realizan conforme sea requerido por la pieza a elaborar con las especificaciones del cliente y los requerimientos del material. Hacen parte de la Gestión de Producción: la Coordinación de Planificación y Programación de Producción, subdividida a su vez en Coordinación de Manufactura y Coordinación de Mantenimiento. Las actividades de fabricación y reparación se llevan a cabo en un patio de 697.4 m². Ubicado al lado y paralelamente a la bodega de materiales. En el interior del mismo se encuentra una oficina móvil del coordinador de producción.

1.5 CLIENTES

Recuperaciones Naranjo Pérez e Hijos LTDA.

Bosque, Transversal 54 # 23 – 35 L2

Tel: 6695269 – 6695105

Cel.: 300 7311839



URBASER COLOMBIA S.A. E.S.P.

Mamonal Km. 2A No. 56-581

PBX. 6687375

Tel: 6687383



1.6 PRODUCTOS Y SERVICIOS

PRODUCTOS

✓ TUBERÍAS



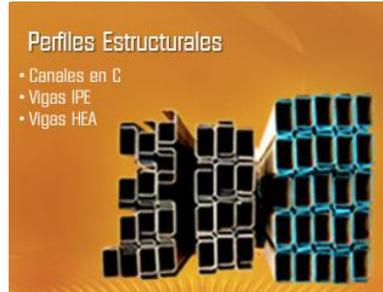
✓ LÁMINAS



✓ VARILLAS, EJES, PLATINAS



✓ PERFILES ESTRUCTURALES



✓ ELEMENTOS ABRASIVOS



✓ ELEMENTOS DE HERRERÍA



✓ EJES, PLATINAS, SOLDADURA, ÁNGULOS, ENTRE OTROS



SERVICIOS

- ✓ CORTE CON CIZALLA MANUAL Y CNC
- ✓ CORTE CON PANTÓGRAFO



- ✓ CORTE CON SEGUETA ELÉCTRICA



- ✓ CORTE CON DISCO DE ACERO RÁPIDO



- ✓ CORTE CON TORTUGA



- ✓ OXICORTE Y PLASMA



- PLEGADO DE LÁMINAS MANUAL Y CNC



✓ TALADRADO



✓ FRESADO



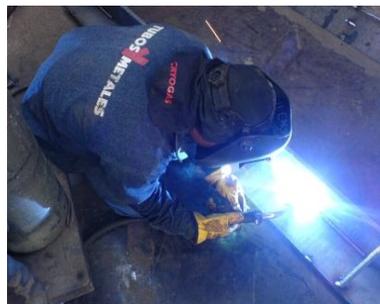
✓ TORNO



✓ PUNZONADO



✓ SOLDADURA ELÉCTRICA, MIG, TIG



✓ ENSAMBLE MEDIANTE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO



✓ FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS PARA TODO TIPO DE APLICACIONES



1.7 LA EMPRESA Y EL SECTOR METALMECÁNICO

Situación actual del sector metalmecánico en la ciudad de Cartagena y posición de la empresa en niveles comparativos, capacidad e inversión en tecnología.

Conocer los niveles de desarrollo presentes en empresas del mismo sector permite estar al tanto de las tendencias administrativas y productivas existentes en el mismo; permitiendo crear estrategias competitivas oportunas, así como realizar reestructuraciones internas que generen valor agregado a los productos y servicios ofrecidos por Tubos y Metales & Cía. Ltda.

En los últimos años, la ciudad de Cartagena ha presentado un aumento en el número de empresas metalmecánicas que no solo se dedican a la prestación de servicios de fabricación y reparación a grandes empresas sino también a ventas al por menor que le generan ingresos constantes y que requieren en muchos casos de poco tiempo de operación. Estas empresas en su mayoría son dirigidas por un gerente/propietario.

Con los procesos de globalización e innovación en tecnologías, las empresas del sector han considerado que las principales características y exigencias nuevas, para las empresas de productos industriales manufacturados, son las siguientes¹⁰:

- Los productos tienen un ritmo muy elevado de renovación y de innovación.
- Los productos se diversifican porque deben estar cada vez más adaptados a funciones y usos, así como cada vez más diversificados y precisos.
- El contenido en servicios de los productos tiene tendencia a acrecentarse.
- La transformación de los servicios en productos.

¹⁰ AIT-EL-HADJ, S. (1990). *Gestión de la Tecnología, la Empresa Ante la Mutación Tecnológica*. Barcelona: Addison-Wesley.

1.7.1 Ventajas y desventajas

Las MIPYMES se caracterizan por su flexibilidad administrativa, diseño de nuevos productos, atención personalizada a los empleados y a los clientes, así como la capacidad de crear un clima de innovación dentro de la empresa (tanto en sus procesos productivos como en estructura administrativa). Sin embargo vale la pena anotar que así como pueden considerarse una ventaja, un inadecuado uso de la misma puede ocasionar una desventaja. Otras desventajas que se consideran son la falta de organización y reglamento de la documentación, limitación en el acceso a créditos bancarios, atraso tecnológico por sus altos costos e insuficientes habilidades técnicas para su aprovechamiento.

1.7.2 Determinantes del desarrollo de la MIPYME en Cartagena

En este sector industrial, los grados de complejidad tecnológica y las capacidades organizativas, son factores cambiantes y variables pero, al mismo tiempo, pueden ser medidas identificables y relevantes, que permitan acercarse a los umbrales de la realidad de dicho sector y así, a través de ello, dar inicio a la construcción de indicadores sobre competitividad y desarrollo tecnológico que posibiliten entrar en nuevas dinámicas de cambio empresarial.¹¹

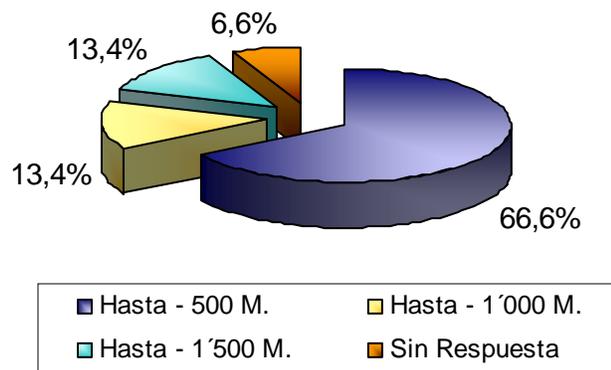
La mayor parte de las materias primas e insumos provienen de otras regiones del país, por lo que parte de su proceso de innovación y diversificación de productos de las empresas metalmeccánicas de la ciudad requieren de asesorías de las empresas proveedoras. Hoy en día en procesos de globalización se considera vital la inversión en tecnología por parte de las empresas, como también lo es tener

¹¹ JIMÉNEZ OCAMPO, Sandro, y MOLINA, Cecilia. Gestión del cambio empresarial en la Mipyme a partir del estudio de caso de la industria metalmeccánica en Cartagena. Revista N°3 USB.

una adecuada selección de proveedores de materias primas que garanticen la calidad en sus productos y el cumplimiento de medidas y calibres de mismos.

1.7.3 Clasificación de la empresa

A nivel de Cartagena el sector metalmecánico se puede observar que en su mayoría las empresas son Microempresas con un 66%, de acuerdo a la ley MIPYME¹², y solo un 26,8% están en el rango de pequeñas empresa.



Gráfica No. 1. Valor de activos en industria metalmecánica
Fuente: JIMÉNEZ, S. y MOLINA, C.

Clasificación de la MiPYME

	Micro	Pequeña	Mediana
Rango De activos	Menos de 500 SMLV.	Entre 501 y 5000 SMLV.	Entre 5001 y 30000 SMLV.
Número de empleados	Menos de 10	Entre 11 y 50	Entre 51 y 200

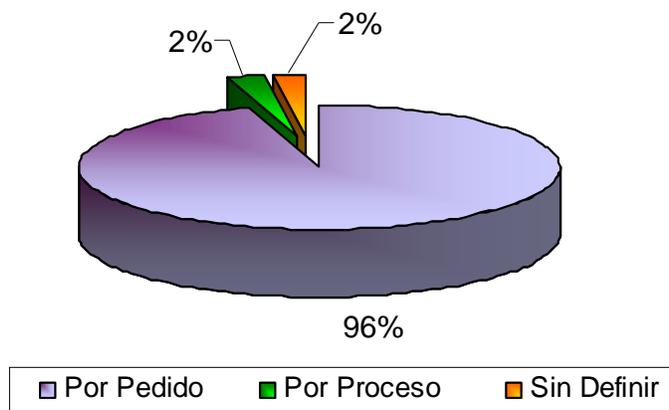
Fuente: Ley 905 de 2004

¹² Para mayor información consultar: <http://www.mindesarrollo.gov.co/mipymes03.htm>

De acuerdo con la clasificación de las MIPYMES que dicta el gobierno por medio de la ley 905 de 2004¹³ la empresa Tubos y Metales & Cía. Ltda., es considerada como una **Pequeña Empresa**, puesto que actualmente cuenta con un total de 34 trabajadores de planta que laboran en los diferentes departamentos de la empresa. Y conforme a la necesidad de producción, se realizan contratos temporales aumentando el total de trabajadores hasta 50 personas aproximadamente.

1.7.4 Gestión de producción en la MIPYME metalmecánica

Este factor permite ver el cumplimiento de la estrategia de programación y control de la producción así como la estrategia de control de calidad y el cumplimiento de las mismas en las empresas del sector.



Gráfica No. 2. Sistemas de producción en empresas metalmecánica
Fuente: JIMÉNEZ, S. y MOLINA, C.

Como se aprecia en la gráfica anterior, el sistema de producción más usado es por “pedidos”, lo cual es comprensible cuando la organización de planta tipo “taller”, es

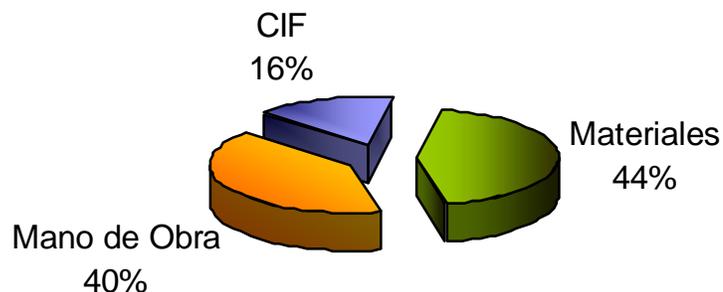
¹³ LEY 905 de 2004. Cabe resaltar que esta Ley constituye la modificación de la Ley 590 de 2000 en algunas disposiciones como la definición de la MiPyME.

la dominante. El problema del sistema de producción por pedido es que puede generar temporadas de mucha congestión y temporadas de ocio¹⁴.

Al igual que la mayoría de las empresas pertenecientes al sector metalmeccánico de la ciudad Tubos y Metales & Cía. Ltda., tiene un sistema de producción **Por Pedidos**, los cuales se realizan según los requerimientos presentados por los clientes.

1.7.5 Composición de los costos

La estructura de costos de producción utilizada en la empresa tiene una tendencia marcada en un 44% por Materiales, en un 40% por Mano de Obra y en un 16% por Costos Indirectos, como se indica en la grafica 3. Lo destacable dentro de la línea de argumentación que estamos presentando en este factor es que en el sector metalmeccánico en general, la mayor proporción de los costos de producción están dados por la compra de materiales.



Gráfica No. 3. Composición de costos industria metalmeccánica
Fuente: JIMÉNEZ, S. y MOLINA, C.

¹⁴ JIMÉNEZ OCAMPO, Sandro, y MOLINA, Cecilia. Gestión del cambio empresarial en la Mipyme a partir del estudio de caso de la industria metalmeccánica en Cartagena.. Revista N°3 USB.

2. DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA PLANTA

La empresa está ubicada en un lugar privilegiado de fácil acceso para recibir y entregar productos, facilitándose el desplazamiento de todo tipo de vehículos.

El área de producción tiene una superficie de 697.4 m². Es de un piso, cuenta con 2 entradas, una externa por medio de la cual se hace la entrega de productos terminados que requieren de suficiente espacio para ser desplazados con el puente grúa y despachados al cliente; y otra interna, que comunica con el área de almacenamiento y de allí al edificio administrativo. Esta entrada interna permite el tránsito de los trabajadores y de materiales. De igual forma en esta área se encuentran los casilleros para los operarios, una planta eléctrica y un parqueadero al cual se accede desde el exterior de la empresa, estas dos últimas tienen paredes y rejas con las cuales se limita su acceso.

En el área de trabajo de producción existen goteras, pisos y paredes agrietados, además se encuentra constantemente materiales en procesos sin ubicación fija los cuales en ocasiones son apoyados en las paredes o colocados en el suelo de la zona de producción obstaculizando total o parcialmente el tránsito de los trabajadores haciendo que el mismo sea demorado y aumentando a su vez las posibilidades de ocurrencia de accidentes dentro de la empresa; de igual manera se encuentran cables no protegidos los cuales se encuentran en los pisos sin ninguna ubicación u orden aumentando las probabilidades de accidentes. El área de producción carece de demarcación de las zonas de trabajo para la maquinaria utilizada, no existen rutas de tránsito seguro para los trabajadores ni una adecuada señalización de salidas de emergencia.

El área de almacén y comercial tiene una superficie de 527.48 m². Comparte una puerta interna con el área de producción. Cuenta con una puerta externa, entrada principal de la empresa, por medio de la cual se realiza la compra y venta de

materiales y se accede directamente al área administrativa y comercial. A diferencia del resto de la planta, el área administrativa consta de dos pisos.



Figura No. 2 (a). Imágenes área de producción
Fuente: Tubos y Metales & Cía. Ltda

El acceso a esta área se dificulta debido a que el suelo no está pavimentado, lo cual pueden generar caídas a clientes y trabajadores de la empresa. En toda la empresa en general el techo es alto, y se filtra mucha luz propiciando la entrada de agua en épocas de lluvia, interrumpiendo el proceso productivo en la empresa.



Figura No. 2 (b). Imágenes área de producción
Fuente: Tubos y Metales & Cía. Ltda

2.1 PLANOS DE LA EMPRESA

La empresa Tubos y Metales & Cía. Ltda., no posee una distribución de planta definida, puesto que la maquinaria adquirida por la empresa es colocada conforme se adquiera y exista espacio suficiente para el funcionamiento de las mismas. Actualmente, la gerencia no ha definido áreas de trabajo diferenciadas. La organización actual representa una distribución no planificada, repercutiendo negativamente sobre la productividad, el orden, la seguridad de las personas, los tiempos y costos de operación.

La distribución actual de todas las áreas de la empresa se presenta en los siguientes planos:

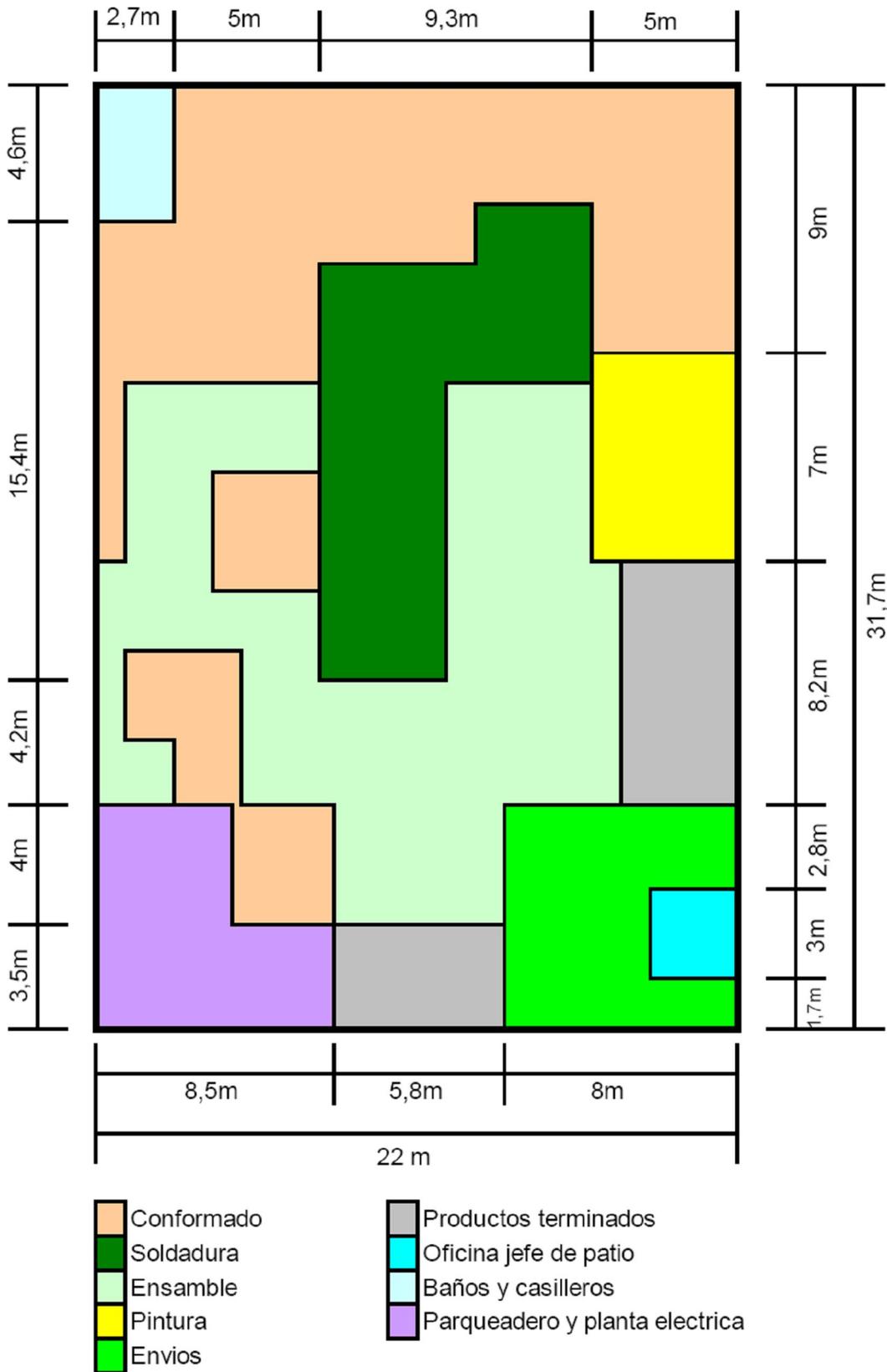


Figura 3. Área de producción
Fuente: Los autores

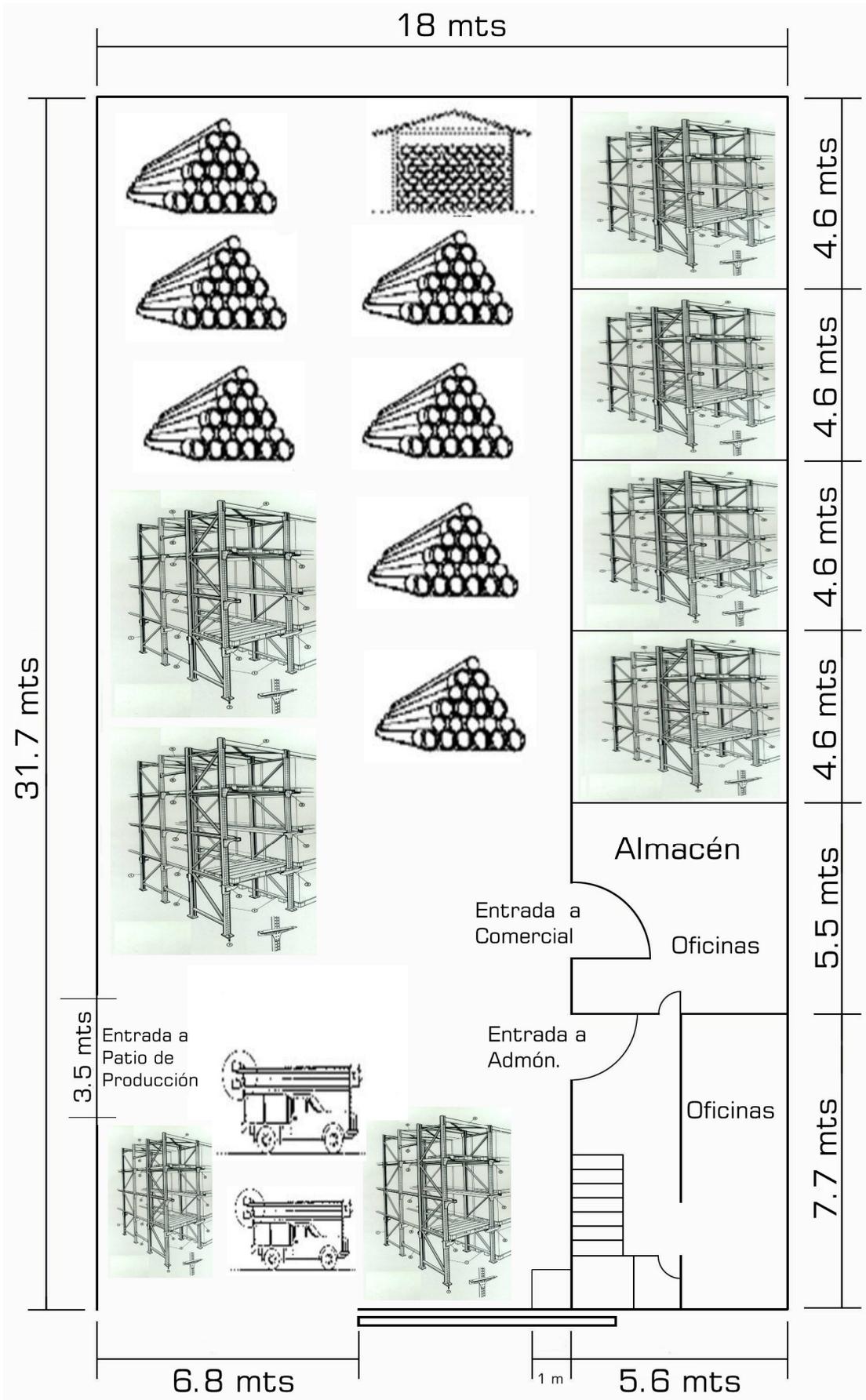


Figura 4. Área Administrativa, Comercial y Bodega. Primer Piso
Fuente: Los autores

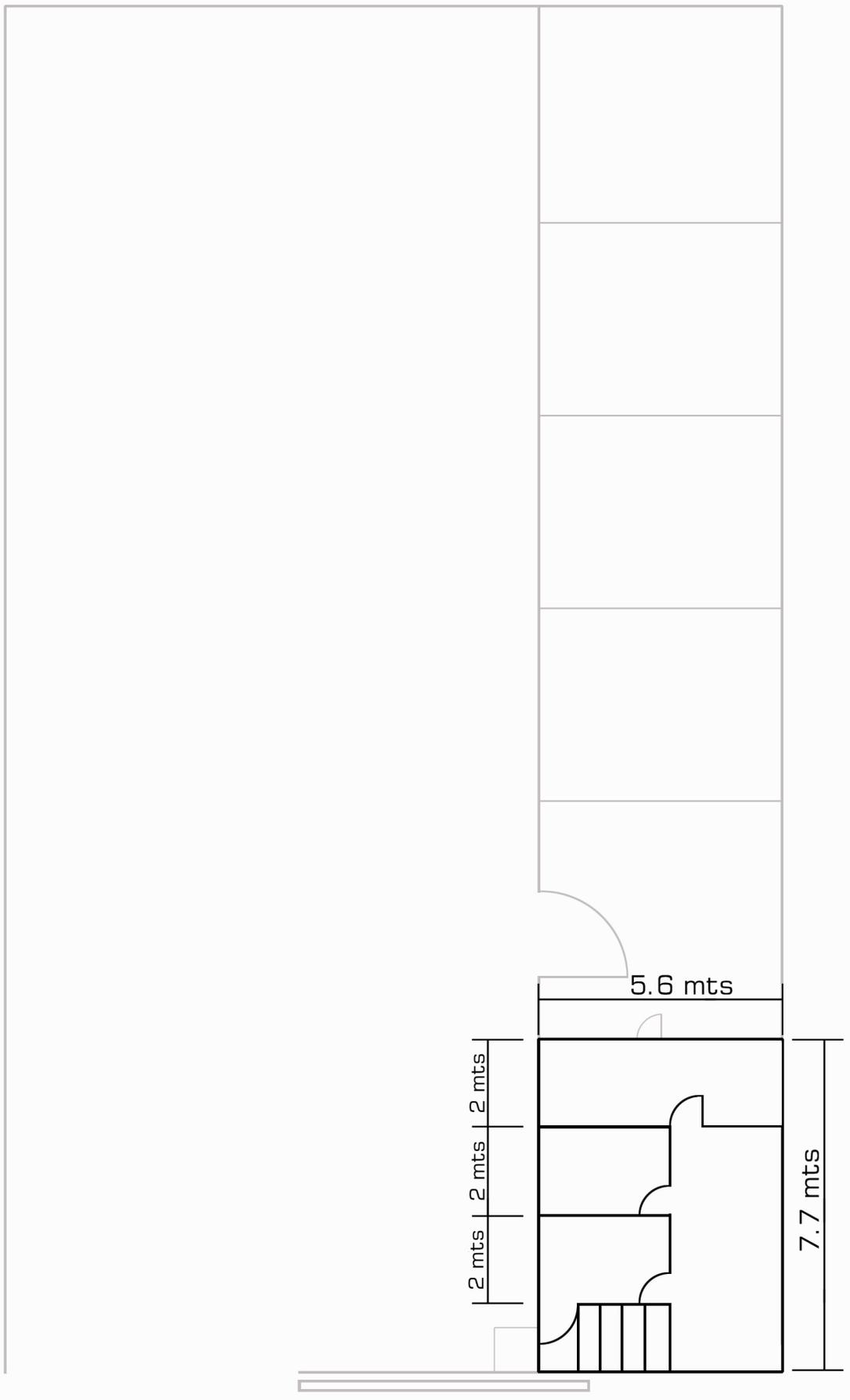


Figura 5. Área Administrativa. Segundo Piso

Fuente: Los autores

2.2 MAQUINARIA DISPONIBLE

La maquinaria utilizada en TUBOS Y METALES & CIA. LTDA., está conformada fundamentalmente por maquinas herramientas, equipos de soldadura y de desplazamiento de materiales, las cuales están ubicadas en su totalidad en el área de producción y ocupa dentro de esta un área de 146.9 m², que equivale al 21.06% del total del área de producción.

No.	CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	UBICACIÓN	FUNCIÓN	ÁREA (m ²)
1	CZ- 201	Cizalla de lámina	Hidráulica con control numérico	Conformado de lámina	Corte de lámina metálica	9,00
2	ES- 202	Maquinas de soldar	MIG	Soldadura	Soldar piezas metálicas	0,22
3	PL- 201	Plegadora de lámina	Hidráulica con control numérico	Conformado de lámina	Plegado de lámina metaliza	11,15
4	ES- 201	Maquinas de soldar	MIG	Soldadura	Soldar piezas metalizas	0,37
5	ES- 203	Maquinas de soldar	MIG	Soldadura	Soldar piezas metálicas	0,35
6	ES- 202	Maquinas de soldar	MIG	Soldadura	Soldar piezas metálicas	0,35
7	ES- 101	Maquinas de soldar	Arco eléctrico con electrodo revestido	Ensamble	Soldar piezas metálicas	0,12
8	ES- 102	Maquinas de soldar	Arco eléctrico con electrodo revestido	Ensamble	Soldar piezas metálicas	0,29
9	ES- 103	Maquinas de soldar	Arco eléctrico con electrodo revestido	Ensamble	Soldar piezas metálicas	0,12
10	ES- 104	Maquinas de soldar	Arco eléctrico con electrodo revestido	Ensamble	Soldar piezas metálicas	0,41
11	PL- 101	Plegadora manual	Manual	Conformado	Plegado de lámina	5,01

No.	CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	UBICACIÓN	FUNCIÓN	ÁREA (m ²)
12	CZ- 101	Cizalla manual	Manual	Conformado	Corte de lámina	2,03
13	P-101	Punzón adora	Hidráulica	Conformado	Punzonado de láminas y perfiles	0,47
14	EC- 101	Pantógrafo	Automático	Conformado	Corte de lámina	18,4
15	EC- 102	Pantógrafo	Automático	Conformado	Corte de lámina	18,4
16	EC- 103	Pantógrafo	Automático	Conformado	Corte de lámina	18,4
17	EC- 201	Cortadora de plasma	Plasma	Conformado	Corte de lámina	0,80
18	TL- 201	Taladro	Columna	Conformado	Perforado de lámina	0,33
19	C- 201	Compresor	Pistón	Conformado	Suministro de aire comprimido	0,46
20	Es-205	Maquina de Soldar	SMAW-GTAW-GMAW	Ensamble	Soldar pieza metálica	0,41
21	Es-105	Maquina de Soldar	Arco eléctrico con electrodo revestido	Ensamble	Soldar pieza metálica	0,41
22	S-01	Sierra Sin Fin	Corte	Ensamble	Cortar piezas metálicas	1,80
23	CT-201	Torno	Horizontal	Conformado	Desbastado o acabado	0,54
24	CF-120	Fresa	Vertical	Conformado	Desbastado, afinado y acabados	0,67
25	CF-121	Fresa	Vertical	Conformado	Desbastado, afinado y acabados	0,67
23	GE-101	Generador eléctrico	Generador	Sub-estación eléctrica	Proveer energía	0,27
24	PG-101	Puente Grúa	Automático	Patio Producción	Transporte de carga	55,2
25	TL-102	Taladro	Perforado	Ensamble	Perforar piezas metálicas	0,33

Tabla 1. Catálogo de Maquinaria y Equipo de Producción
Fuente: Tubos y Metales & Cía. Ltda.

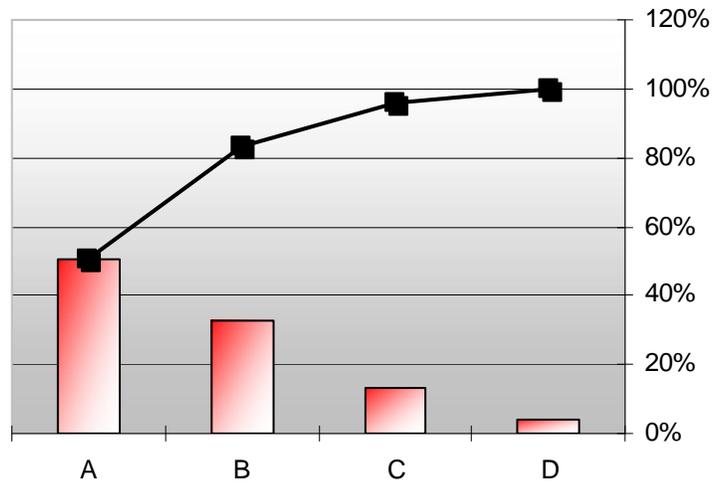
3. PRODUCTO Y PROCESO

TUBOS Y METALES & CÍA. LTDA., es una organización de planta tipo taller que usa el Sistema de Producción por Pedidos y está sujeta a temporadas de mucha congestión y temporadas de ocio; lo cual dificulta la realización de confiables pronósticos de ventas. En lugar de ello, la empresa le apuesta a los proyectos institucionales, entendiéndose estos como la elaboración de productos solicitados por grandes empresas y en grandes cantidades en un periodo determinado de tiempo, por ejemplo las solicitudes realizadas por Urbaser y Recuperaciones Naranja de una determinada cantidad de Cajas Estacionarias y/o Amplirroll con requerimientos diferentes.

Entre los proyectos que realiza la empresa, la elaboración de las cajas estacionarias demanda mayor capacidad en cuanto a maquinas, mano de obra y materiales y requiere del recorrido por todos los procesos que se ejecutan en la planta. Las cajas estacionarias han sido para la empresa, el mayor renglón en generación de utilidades; mientras que las ventas de materiales son generalmente menores, pero de flujo constante.

Fuentes de Ingreso		Ventas Mensuales (\$)	%	% Acumulado
A	Fabricación de estructuras metálicas (mayores)	32.000.000	50%	50%
B	Fabricación de estructuras metálicas (menores)	20.800.000	33%	83%
C	Ventas de materiales	8.250.000	13%	96%
D	Reparaciones	2.500.000	4%	100%
Total Ventas		63.550.000	100%	

Tabla 2. Distribución promedio de las ventas
Fuente: Los autores



Grafica 4. Diagrama de Pareto
Fuente: Los autores

Los productos con mayor demanda en la actualidad son las Cajas Metálicas, las cuales se solicitan en los modelos Estacionarias y para Amplirroll. Pese a ser un número pequeño de productos, la fabricación de Cajas Metálicas derivan entre el 80 y 100% de sus ventas. Simultáneamente a la fabricación de Cajas Metálicas (estructuras metálicas mayores) se elaboran otros productos tales como piezas de maquinarias, reparaciones, entre otras (estructuras metálicas menores).

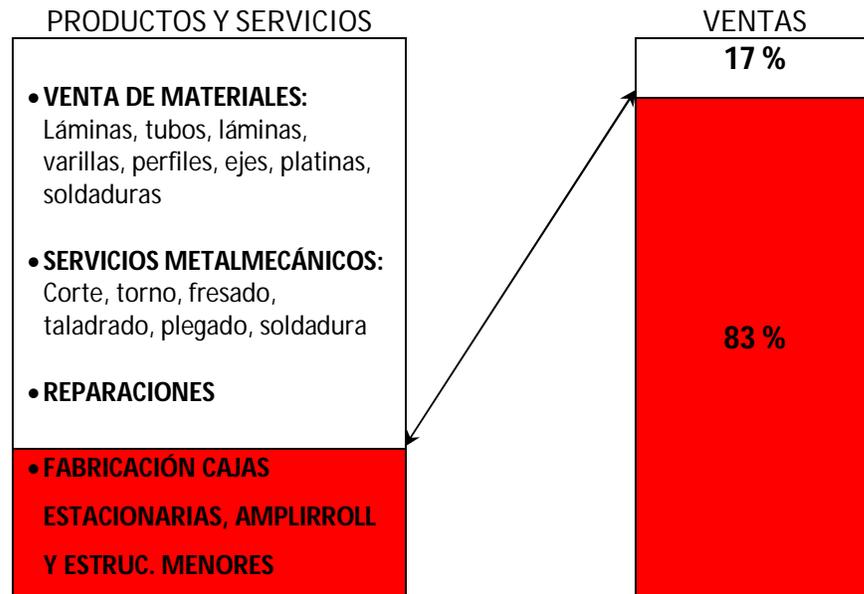


Figura 6. Productos y Servicios Vs. Ventas
Fuente: Los autores

3.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

3.1.1 Caja Estacionaria

Se entiende por caja estacionaria, el recipiente metálico técnicamente apropiado, para el depósito temporal de residuos sólidos de origen comunitario, ubicado en lugar accesible y apartado, compatible con los equipos de recolección y que es provisto por las empresas encargadas del aseo en una ciudad¹⁵.

Actualmente, la empresa tiene una capacidad máxima de 24 cajas estacionarias al año, considerando que para cumplir con esto tiene que contratar personal adicional. Este es un producto con una demanda que se ha sostenido en el tiempo, cuyos procesos requieren utilizar toda la maquinaria disponible y ocupar la totalidad del área de producción. En promedio demoran 15 días en hacer la caja estacionaria incluyendo el tiempo en que se realiza la cotización, orden de compra y la adquisición de la materia prima.



Figura 7. Caja Estacionaria
Fuente: Tubos y Metales & Cía. Ltda.

¹⁵ DECRETO NÚMERO 1713 DE 2002. por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

3.2 ESTRUCTURA DEL PRODUCTO

Lista de Materiales		
Cantidad /Unidad	Nombre de Parte	Hacer o Comprar
3 ½	Láminas de 1,2 m (ancho) * 6 m (largo) * 3 mm (espesor)	Comprar
1	Lámina de 1,2 m * 6 m * 4,5 mm	Comprar
2	Channels (Canales) de 6 " (diámetro) *6 m (largo) * 4,5 mm (espesor)	Comprar
1	Eje de 90 cm (largo) * 2 " (diámetro)	Comprar
2	Ejes 40 cm * 1 ¼ "	Comprar
2	Ejes 30 cm * 1 ½ "	Comprar
2	Tubos de 20 cm (largo) * 8 " (diámetro)	Comprar
1	Angulo de 1 ¼ " (diámetro) * 4,5 mm (espesor)	Comprar

Tabla 3. Lista de Materiales para elaboración de Caja Estacionaria
Fuente: Tubos y Metales & Cía. Ltda.

3.3 DISEÑO DEL PROCESO

Los productos elaborados en Tubos y Metales y Cía. Ltda., pasan por una serie de etapas de manufactura de acuerdo a su geometría y las especificaciones del cliente.

Estas etapas son ejecutadas en forma secuencial teniendo presente los procedimientos aplicables a cada uno de ellos. El proceso de fabricación no siempre es el mismo por la gran variedad de productos que se fabrican y las especificaciones particulares de cada cliente, por lo que el diseño de la planta debe ser enfocado al proceso. Para pasar de una etapa a otra, el producto debe ser revisado por el coordinador de manufactura.

a. Etapa de Preparación:

En esta etapa la materia prima es llevada a dimensiones que vienen descritas en los planos de despiece entregados por el cliente. Aquí se incluye el proceso de Corte, Plegado y Punzonado. Cada pieza debe ser identificada con marcamental indicando la orden de trabajo o servicio al que pertenece, su número de posición, y en caso requerido el plano de referencia.

b. Etapa de Ensamble:

En esta etapa cada pieza obtenida de la etapa de preparación es ubicada en las posiciones definidas en los planos de ensamble entregado por el cliente y de esta manera, darle forma final al producto. Para su sujeción se aplicará el método de unión especificado para la etapa siguiente.

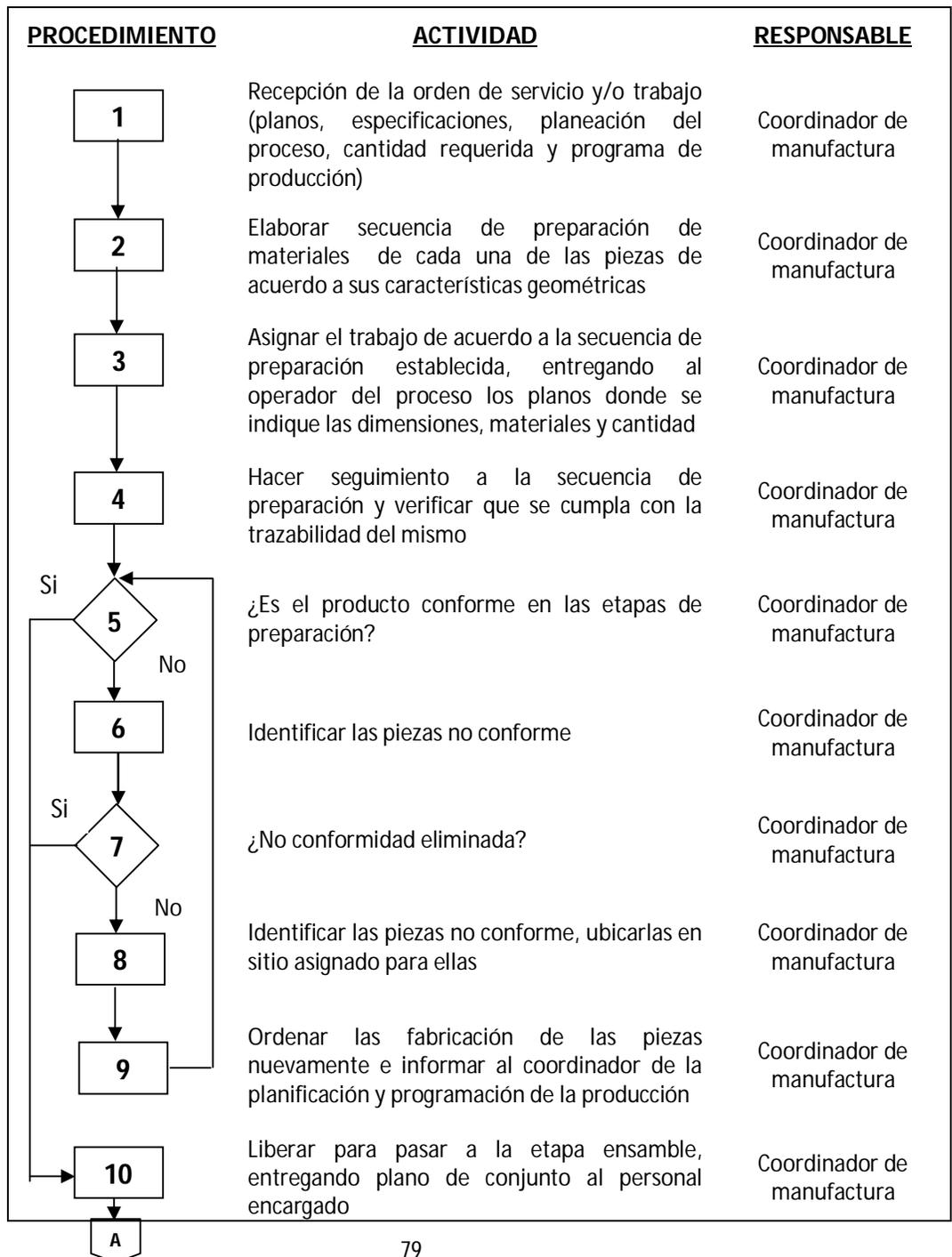
Una vez verificada las posiciones de cada pieza y dimensiones del conjunto en general por parte del coordinador de manufactura, se liberará para pasar a la siguiente etapa.

c. Etapa de Soldadura:

En los planos de fabricación se indica el tipo de unión soldada y de soldadura a aplicar a si como el proceso requerido (Electrodo revestido MIG/MAG o GMAW) se debe especificar cuales deben llevarse a cabo en taller y las que deben efectuarse en campo.

d. Si el cliente no especifica la norma aplicable, se tomará como base la norma AWS y se seguirá el procedimiento de soldadura determinado para los trabajos de este tipo.

La inspección se realizará de forma visual y cuando sea requerido se aplicará ensayos no destructivos tales como tintas penetrantes. Una vez liberado el producto por parte del coordinador de manufactura se prepara para hacer entrega al cliente.



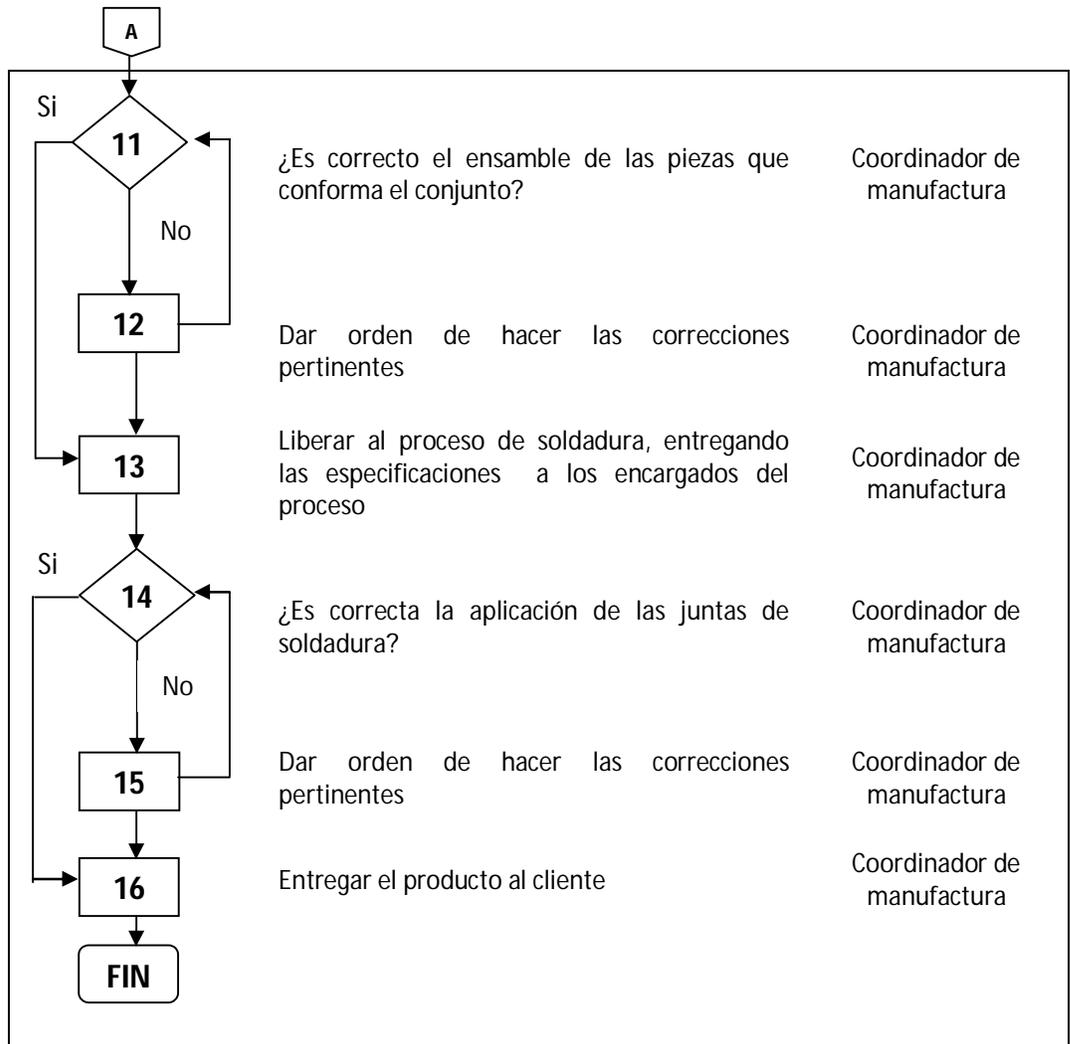


Tabla 4. Diseño general del proceso de producción
Fuente: Tubos y Metales & Cía. Ltda.

3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

a. *Recepción de solicitud del Cliente y determinación de condiciones de venta.*

El cliente presenta el diseño de la pieza o producto solicitado con sus respectivas especificaciones al departamento comercial, en conjunto, gerente, jefe de producción y asesor comercial, definen las condiciones de la venta: anticipos, forma de pago, descuentos, plazos, fecha y hora de entrega. En los casos en que el cliente no dispone de un plano, Tubos y Metales y Cía. Ltda., propone al cliente un diseño de acuerdo a las especificaciones que este presente en su solicitud.

El departamento comercial o gerencia, de forma personal, por teléfono, fax o e-mail; envía la cotización al cliente

b. *Entrega de Orden de Servicio a Producción.* Una vez el cliente acepta la cotización generada por el departamento comercial, este envía a la empresa una Orden de Compra. Cuando la orden de compra llega a la empresa, el departamento comercial remite una Orden de Servicio con el plano del diseño del producto a elaborar al departamento de producción para que este comience a ejecutar el trabajo.

c. *Aprovisionamiento de Materiales.* Basándose en la información que proporciona el plano del diseño del producto, el Jefe de Producción solicita al de compras los materiales necesarios para llevar a cabo el trabajo, Generalmente se deben adquirir previo a cada trabajo accesorios como graseras y ejes, que por poca rotación no se disponen en bodega.

d. *Programación de Producción.* Con la información del plano y los requerimientos de trabajo a realizar el jefe de producción realiza la

programación de las actividades, coordinando con los trabajadores las secuencias de las tareas y los tiempos de ejecución.

El jefe de producción se encarga durante la ejecución de las operaciones de inspeccionar que estas sean realizadas de manera eficiente y se ajusten a los tiempos planificados para la entrega oportuna.

- e. *Preparación de Materiales.* En la producción de las Cajas Estacionarias se realiza inicialmente la preparación del material lo cual requiere de 1 día y consiste en trazar con precisión el material a cortar valiéndose de los elementos adecuados tales como regla, punta de trazar, cordel, granete, compás, granil, trazador y calibrador con el fin de tener una materia prima en optimas condiciones cumpliendo con los requisitos técnicos y de calidad necesarios para la adecuada utilización del material y de las maquinas en las operaciones a realizar e inspeccionando que la materia prima cuente con las especificaciones solicitadas al proveedor.
- f. *Corte de Lámina.* Una vez trazado el material se procede a cortar las láminas. Estos cortes se realiza conforme lo requiera el material los métodos utilizados para este fin son: cizallado, corte con segueta eléctrica, corte con disco de acero rápido, oxicorte y plasma sobre medida, corte con pantógrafo y taladrado.
- g. *Plegado de Lámina.* Se realiza el proceso de plegado con el fin de dar la forma especificada en el diseño de la pieza teniendo en cuenta los bordes y acabados del material. Este proceso se lleva a cabo con el uso de la Plegadora Hidráulica de lámina con control CNC. Este proceso se realiza de manera simultánea al del corte ya que no todas las piezas requieren de la realización de cortes.

Los procesos de corte y plegado se llevan a cabo en 1 día, estos son realizados por dos operadores en sus respectivas maquinas sin producir cuellos de botella puesto que son pocas las piezas que requieren de los dos procesos (láminas y tubos). Durante los procesos de corte y plegado se realizan controles para verificar la precisión de las operaciones.

- h. *Armado de Estructura.* Una vez terminado los procesos de corte y plegado se realiza el proceso de Armado, construyendo la estructura o esqueleto de la caja estacionaria la cual sirve de soporte y da forma a la misma. Este proceso se realiza en forma ascendente, el material se ensambla por medio de soldaduras las cuales son inspeccionadas constantemente, y se realizan constantes mediciones para obtener una mayor precisión en el acople de las láminas; este proceso es desarrollado por 3 operarios durante 4 días.



Figura 8 (a). Imágenes desarrollo del proceso
Fuentes: Tubos y Metales & Cía. Ltda.

- i. *Soldadura.* Una vez terminado el esqueleto de la caja estacionaria, se procede a colocar las láminas. Este proceso es realizado por 2 soldadores durante 2 días, realizando constantes inspecciones a la unión de las láminas y al cordón de soldadura y con el fin de mantener uniformidad, moderar longitud y controlar avance en la soldadura, en la empresa se utilizan tres tipos de soldadura: soldadura eléctrica, soldadura MIG (soldadura de gas y metal) y soldadura TIG (gas inerte tungsteno).

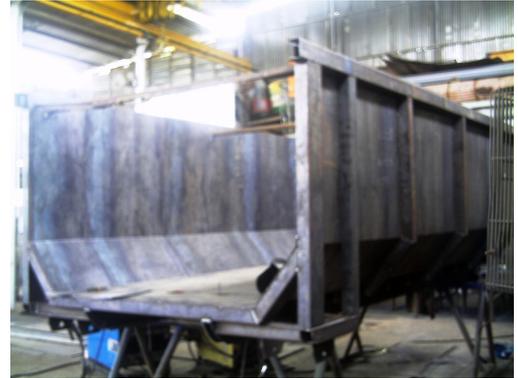


Figura 8 (b). Imágenes desarrollo del proceso
Fuentes: Tubos y Metales & Cía. Ltda.

- j. *Instalación de Accesorios.* Después de colocar todas las láminas de la caja estacionaria se instalan accesorios solicitados por el cliente tales como ángulo de sujeción y ruedas, entre otros.



Figura 8 (c). Imágenes desarrollo del proceso
Fuente: Tubos y Metales & Cía. Ltda.

- k. *Preparación para Pintura.* Teniendo ya lista la caja estacionaria se realizan los acabados los cuales inician con el lijado de toda la caja, luego se procede a realizar el grateado de la lámina el cual consiste en pulir la

superficie de la lámina de acero para así obtener una superficie uniforme, terminado el grateado se lava la caja estacionaria para eliminar el polvo y viruta que quedan en la superficie tras los procesos a que fue sometida la misma.



Figura 8 (d). Imágenes desarrollo del proceso
Fuente: Tubos y Metales & Cía. Ltda.

- I. *Aplicación de Pintura.* Cuando la caja estacionaria ya se encuentra completamente seca se procede a aplicar la pintura (anticorrosivo y pintura) de acuerdo al color especificado por el cliente así como letras o avisos. Todos estos procesos de acabado son realizados por 2 trabajadores en 3 días.
- m. *Inspección Final.* Cuando se termina completamente la Caja Estacionaria el Jefe de patio realiza una inspección final teniendo en cuenta los planos y las especificaciones suministradas por el cliente en la Orden de Servicio para de esta forma hacer la entrega la misma.
- n. *Ubicación de Caja Estacionaria.* La Caja estacionaria ya terminada se coloca en una posición especial de tal manera que cuando el cliente llegue por ella, su desplazamiento sea corto y fácil de realizar por el Puente Grúa.

Desde la realización del proceso de armado la caja estacionaria se debe colocar en una posición tal que pueda ser fácilmente desplazada por el Puente Grúa hasta el medio de transporte que de acuerdo a las condiciones de venta de Tubos y Metales & Cía. Ltda., debe ser suministrado por el cliente, ya que por sus dimensiones se dificulta el movimiento de la misma y generaría demoras en el proceso.

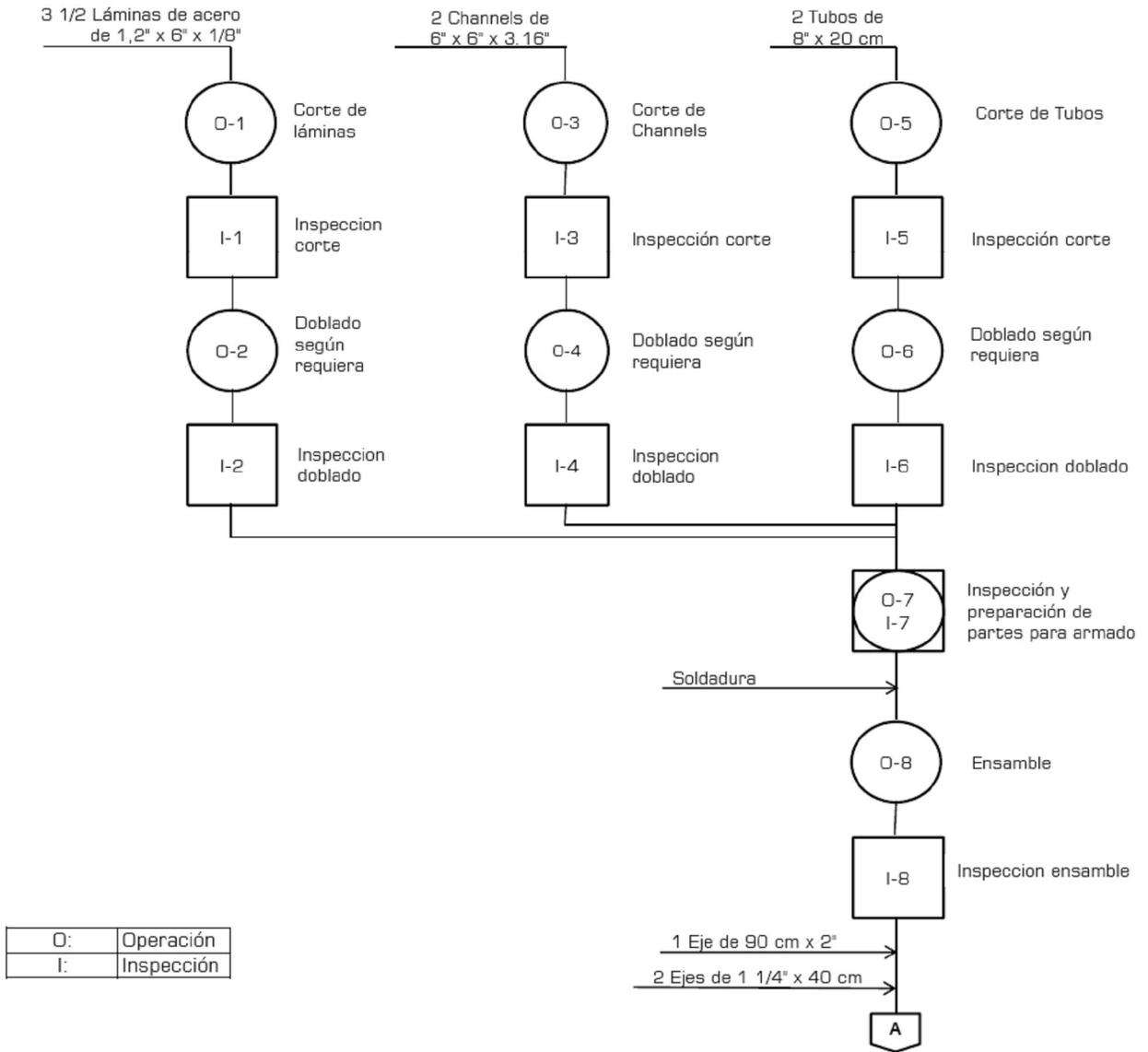


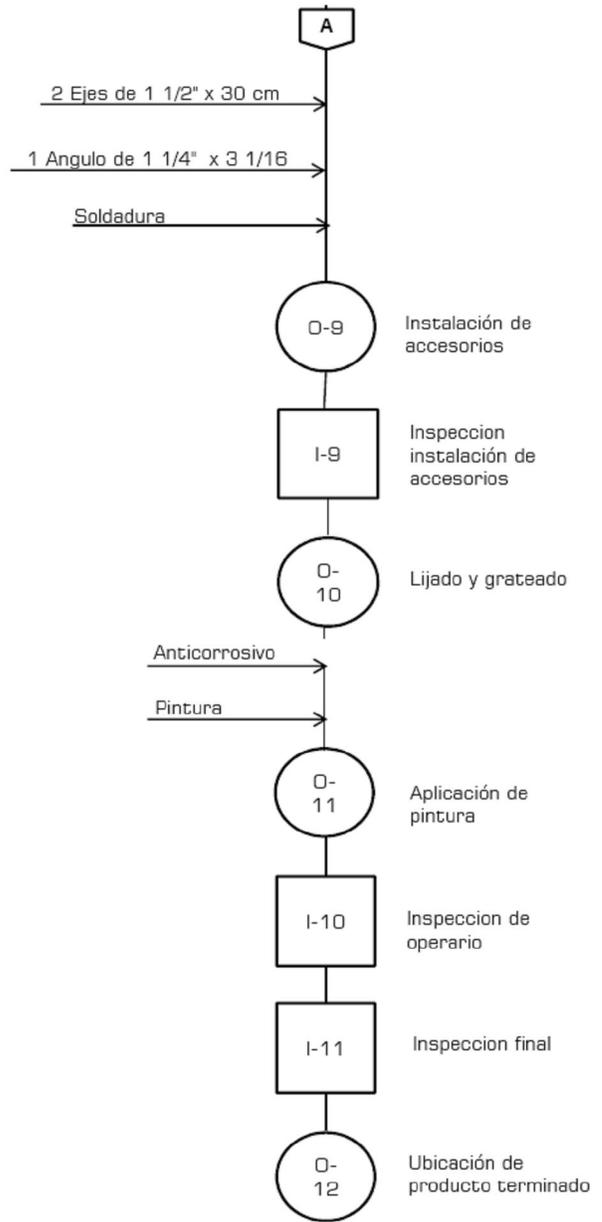
Figura 8 (e). Imágenes desarrollo del proceso
Fuente: Tubos y Metales & Cía. Ltda.

- o. *Recepción a satisfacción del Cliente.* Cuando el cliente ingresa a la empresa a recoger el producto solicitado realiza una inspección y firma la Orden de Servicio dejando constancia de la recepción a satisfacción del producto, por las dimensiones producto el cliente debe ingresar con un camión para poder recogerlo, la caja estacionaria es embarcada en el camión con el uso del Puente Grúa.

3.6 DIAGRAMACIÓN DEL PROCESO

3.6.1 Diagrama de Operaciones del Proceso





O:	Operación
I:	Inspección

Figura 9. Diagrama de operaciones del proceso
Fuente: Los autores

3.6.2 Diagrama de Flujo del Proceso

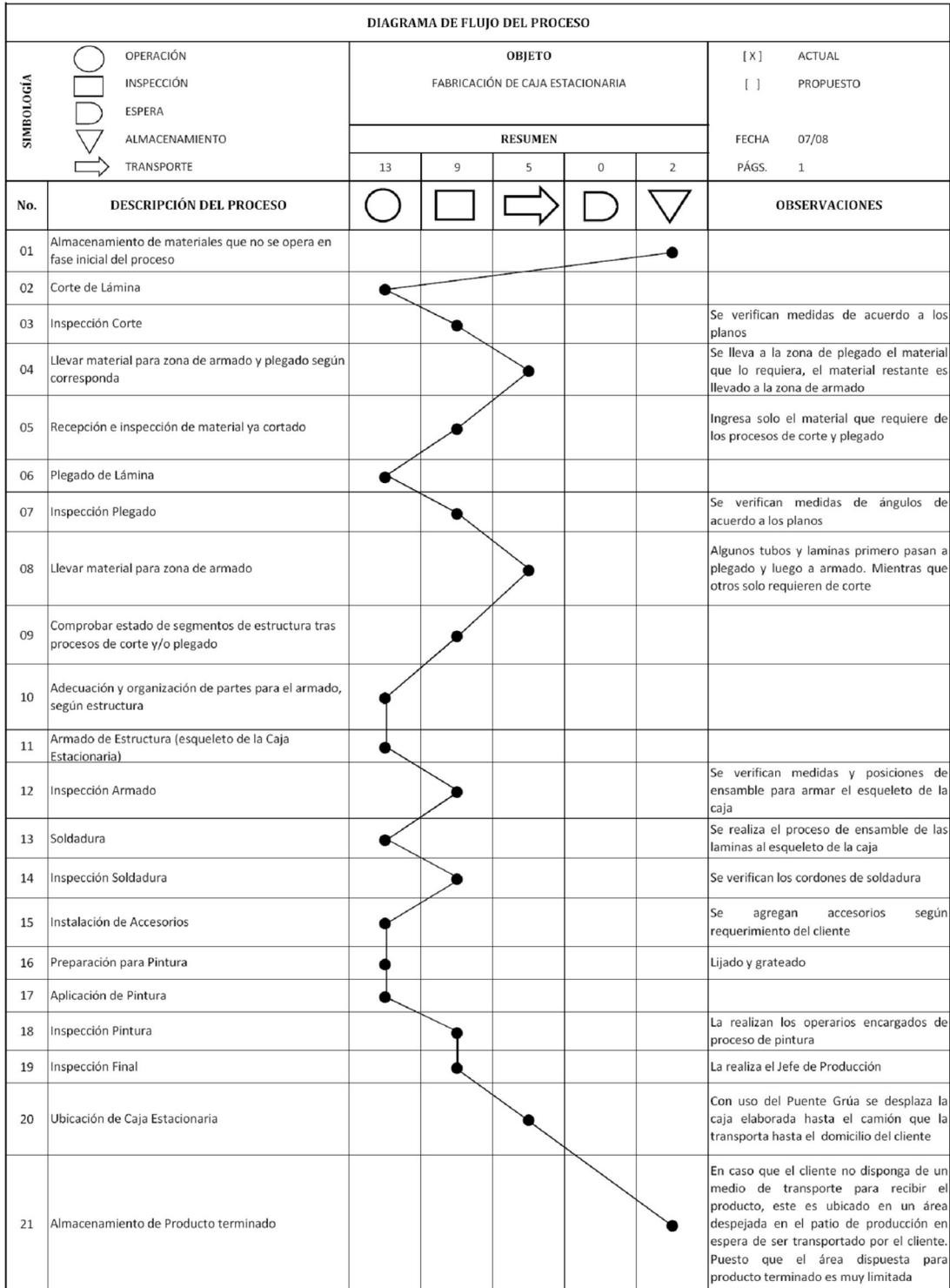
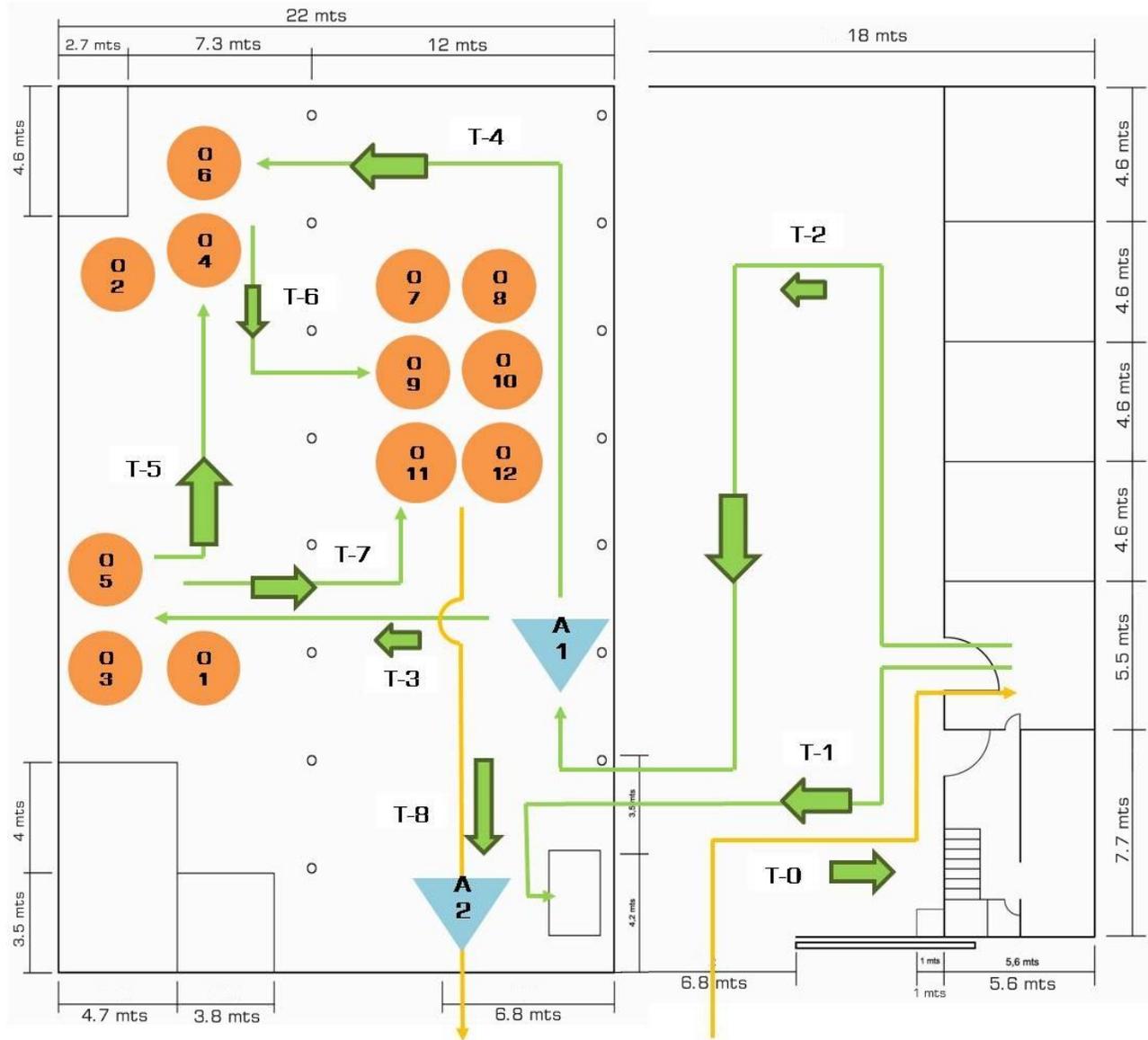


Figura 10. Diagrama de flujo del proceso
Fuente: Los autores

3.6.3 Diagrama de Recorrido



- OPERACIONES**
- O-1 Corte de láminas
 - O-2 Doblado de láminas
 - O-3 Corte de channels
 - O-4 Doblado de channels
 - O-5 Corte de tubos
 - O-6 Doblado de tubos
 - O-7 Preparación de partes
 - O-8 Ensamble
 - O-9 Instalación de accesorios
 - O-10 Lijado y grateado
 - O-11 Aplicación de pintura
 - O-12 Ubicación p. terminado
- TRANSPORTES**
- T-0 Ingreso a oficinas
 - T-1 Orden de servicio
 - T-2 Provisión de materiales
 - T-3 Materiales a cortar
 - T-4 Materiales a plegar
 - T-5 Materiales a plegar
 - T-6 Partes a armar
 - T-7 Partes a armar
 - T-8 Ubicación de producto
- ALMACENAMIENTOS**
- A-1 Alm. de materias primas
 - A-2 Alm. de p. terminado
- DISTANCIAS**
- | | |
|-----|--------|
| T-0 | 26.1 m |
| T-1 | 30.3 m |
| T-2 | 60.9 m |
| T-3 | 12.5 m |
| T-4 | 23.1 m |
| T-5 | 12.7 m |
| T-6 | 11.5 m |
| T-7 | 11.4 m |
| T-8 | 18.9 m |

Figura 11. Diagrama de recorrido
Fuente: Los autores

4. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES

Dentro de la Planeación del Almacenamiento¹⁶, se deben destinar zonas con estantes, áreas para productos a granel, equipos para movilización interna como patines, carretillas, carros de mano, gruas, montacargas manuales con motores de combustión interna (gasolina o diesel), puentes grúa y/o la asignación de personal exclusivo para las labores de recepción, almacenaje y distribución al interior de la fábrica.

Se debe evitar bloquear temporalmente las salidas del almacén, el material deberá estar apilado, puesto en cunas, atado, empaquetado, puesto en estantes, calzado o bloqueado, de manera que no pueda caer o deslizarse. Es recomendable disponer extintores de acuerdo con el material almacenado (multipropósito, dióxido de carbono u otros) a una altura de 1,5 metros.

En el área de almacenamiento se deposita temporalmente los materiales e insumos que hacen parte de cada una de las actividades de transformación, como son los metales ferrosos y no ferrosos, así como los materiales auxiliares de producción como lubricantes, pinturas, químicos, herramientas, etc.

Tubos y Metales & Cía. Ltda., presenta una bodega relativamente amplia caracterizada, principalmente por la disposición obstaculizada de estanterías, y la incidencia de otros aspectos tales como:

¹⁶ ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Oportunidades de producción más limpia en el sector de metalmecánica. Guía para empresarios. Año 2007

- Suelo no pavimentado, presentando huecos y desniveles que propician accidentes.
- Techo agrietado que permite la entrada de agua y la formación de charcos dificultando las labores en época de lluvias obligando en la mayoría de los casos a suspender las actividades;
- Pasillos no identificados para realizar el tránsito de personas y el movimiento de materiales. Ausencia de zonas de tránsito seguro dando una impresión negativa al cliente que ingresa a la empresa y lo expone a un accidente por el constante y voluminoso flujo de materiales.
- Constante circulación de automóviles y acelerado tránsito de coteros encargados de cargar y descargar materiales.

4.1 ORGANIZACIÓN DE MATERIALES

Tubos y Metales & Cía. Ltda., dispone de un deposito que funciona como ferreteria y una Bodega de materiales. En la zona de almacenamiento se encuentran básicamente las siguientes clases de materiales:

- MATERIALES PARA LA VENTA:

Láminas: Galvanizadas, negras, hierro y corrugadas

Varillas: Cuadradas, redondas, lisas, corrugadas

Tuberías: Redonda, cuadrada, rectangulares, hexagonal (negras y galvanizadas)

Otros: Angulos, Canales, Tornillos, Platinas y Soldadura

- MATERIA PRIMA PARA PRODUCCIÓN:

Láminas, Varillas, Tuberías, Angulos, Channeles, Platinas, Soldadura, Pintura, Anticorrosivo, Lijas, Lubricantes, Herramientas, Tornillos, Tuercas

- PRODUCTO TERMINADO:

Piezas menores elaboradas de acuerdo a especificaciones de los clientes

El almacén, también conocido como depósito o ferreteria está ubicado en el primer piso del edificio administrativo, es un salón de un área de 15 m² donde se acopian Soldadura, Pintura, Anticorrosivo, Lijas, Lubricantes, Herramientas, Tornillos, Tuercas; los cuales están dispuestos para la venta y se utilizan como insumos para el departamento de producción. Es un sitio seco y protegido de la luz.

La Bodega de materiales es de un piso, con una superficie de 494.88 m². Está organizada por estanterías. La bodega es paralela y adyacente al patio de producción, comunicada con éste por medio de una puerta de 3.5 m de ancho por

2.85 m de altura, espacio que permite el normal desplazamiento de materiales de gran dimensión de un área a otra.

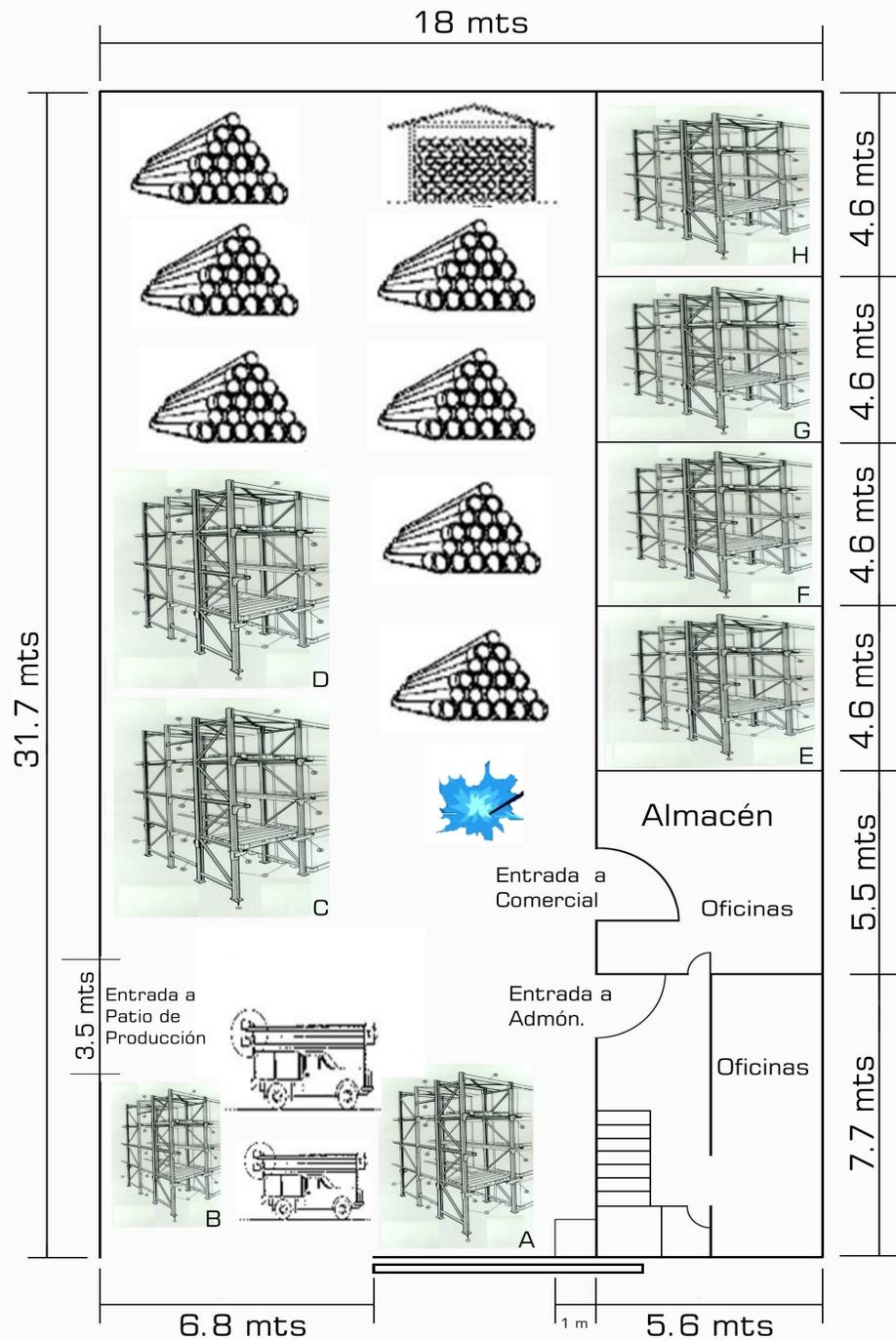
De acuerdo al lugar en que se arruma la mercancía, se pueden distinguir dos espacios al interior de la bodega de materiales, una delantero donde se exhiben en estanterías los productos que poseen mayor rotación (varillas, tubos de corto diámetro y láminas) y le es permitido el paso al cliente, y otro posterior en el cual se encuentra tubos a granel, arrumados en el suelo. Los trabajadores deben transitar sobre los tubos dispersos en el suelo, exponiendo su integridad, cuando necesitan cargar o descargar láminas del tipo galvanizado y/o negra. Las láminas de este tipo están arrumadas cerca de ese sitio debido a que allí se encuentran cubiertas por un techo que las protege del agua.

Las organización de los materiales en las estaterias obedece al juicio particular de la persona encargada de la bodega, organización que se caracteriza por los siguientes aspectos:

- Ubicación de elementos livianos (angulos, platinas, channeles y algunos tubos, varillas, y láminas) en los niveles superiores y de elementos pesados en niveles inferiores (láminas y tubos de gran peso y diametro).
- Colocación de láminas pesadas a la altura del medio de transporte (camión) para realizar el cargue y descargue por el empuje de los coterros, sin la utilizacion de equipo alguno que facilite la manipulación de materiales pesados.
- Ubicación de materiales de mayor rotación en la parte delatera de la bodega y materiales de escaza rotación en el fondo de la misma (tubos de gran diametro defectuosos, de segunda y/o de desecho provenientes de otras empresas). Los inventarios de materiales en Tubos & Metales y Cia Ltda., circulan bajo el

sistema de primero en entrar primero en salir, evitando así la oxidación de los materiales ferrosos provocado por el calor y la humedad.

- Almacenamiento de materiales de distinto tipo en una misma estantería. Al no existir parámetros formales de almacenamiento, no hay estanterías especializadas en un tipo particular de materiales, por el contrario, cada estantería contiene hasta cuatro tipos diferentes de materiales de diversas referencias y características.
- Carencia de rotulación de las estanterías y/o los entrepaños. Para conocer la ubicación de determinada mercancía se debe revisar una a una cada estantería o consultar con el encargado de la bodega de materiales.



- A Tubería diversa
Lámina corrugada
- B Lámina hierro
Lámina corrugada
- C Varilla diversa
Tubería diversa
Canales
- D Tubería diversa
Canales
Platinas
- E Tubería redonda y cuadrada
Ángulos
Varillas diversa
- F,G,H Tubería diversa
Varilla diversa
- Camiones
- Tubos a granel
- Láminas tipo galvanizado y negra
- Equipo de oxicorte

Figura 12. Organización zona de almacenamiento
Fuente: Los autores

4.2 MEDIOS DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

Siendo la Bodega de materiales, relativamente pequeña, en Tubos y Metales & Cía. Ltda., se organizan productos con características diferentes en una misma estantería, cuya identificación se da forma visual (memorísticamente) de acuerdo al tipo de producto almacenado al no disponerse de rótulos que permitan identificarlos plenamente por los trabajadores y clientes y así recordar con facilidad donde se encuentra cada tipo producto.

El área del Almacén básicamente está distribuida en 8 estanterías tipo esqueleto de hierro, elaboradas con tubos de hierro y dispuestas adyacentes una de otras, en la que se almacenan Láminas, Varillas, Tuberías, Angulos, Channeles, y Platinas. Constan de 5 niveles, en cada nivel cuenta con 4 cubículos a lo largo, todas están destinadas al almacenamiento de elementos metálicos pesados. El inventario de productos arrumados sobre la superficie al fondo de la bodega (tubos a granel) ocupa un área aproximada de 165 m² (33% del área total).

TIPO DE ESTANTERÍA	ANCHO	LARGO	PROF.	CAPAC. MÁX.	CANT. ESTANT.	SUPERF. TOTAL OCUP.	% BODEGA QUE OCUPAN
Hierro	6 m	4 m	2 m	8 ton.	8	192 m ²	40 %

Tabla 5. Características de las estanterías

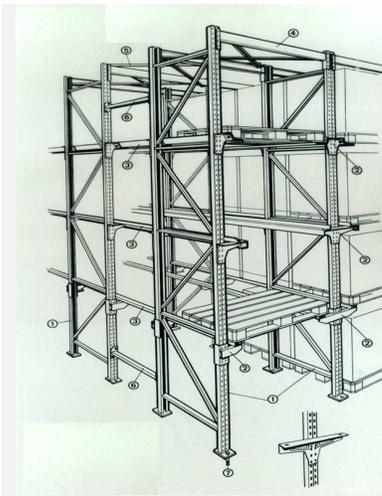


Figura 13. Imágenes de Estanterías tipo esqueleto de hierro

4.3 HERRAMIENTAS PARA EL MANEJO DE MATERIALES

Tubos y Metales & Cía. Ltda., no cuenta, en el área de almacenamiento, con equipo de desplazamiento alguno (montacargas, carretilla o puente grúa) que le permita trasladar la mercancía desde la bodega de materiales al patio de producción o hasta el medio de transporte (camión). Antes por el contrario, es el medio de transporte el que debe ingresar a la bodega. El cargue y descargue lo realizan dos operarios, uno ubicado en el medio de transporte y otro en la superficie terrestre, los cuales se ponen de acuerdo para movilizar la carga. En los casos en que se debe almacenar objetos pesados, se procede a ubicar el camión cerca de la estantería para que los materiales sean empujados por un grupo de operarios y coteros desde el vehículo hasta la estantería.

En situaciones normales la única forma de desplazar un objeto es a base de la fuerza física de los trabajadores, exponiéndolos a riesgos por la carga de grandes pesos, tales como cortes con láminas, caídas por el desnivel del piso, golpes y deformaciones de la columna, entre otras consecuencias.

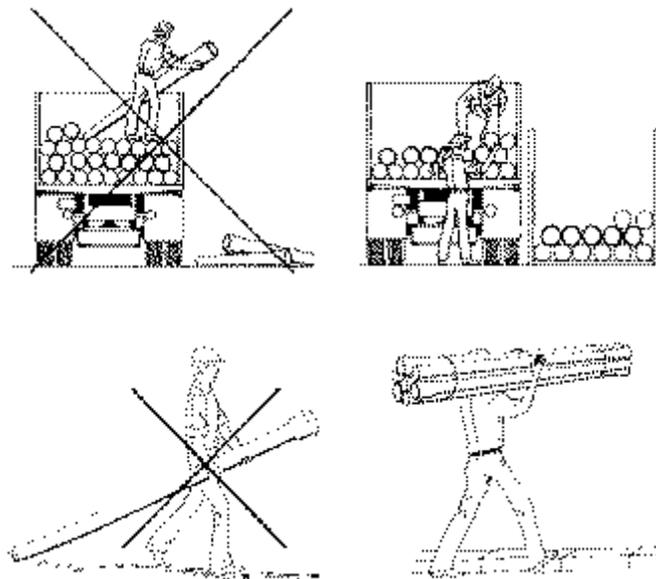


Figura 14. Procedimientos de cargue / descargue de materiales metálicos pesados

5. ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE RIESGO

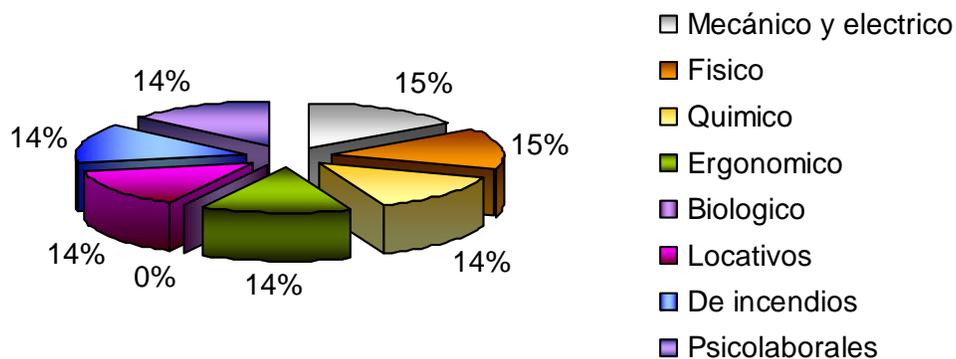
Durante el proceso de elaboración del estudio de distribución de instalaciones, se realizó un análisis de seguridad industrial, en el cual se refleja los posibles factores de riesgo y los niveles de exposición de los trabajadores a los mismos. Se encontró como principal fuente de exposición de riesgo el hecho de que en la empresa existe una inadecuada distribución de las áreas de trabajo, así como de la asignación de pasillos para el tránsito de material y del personal, también se encontraron falencias en la infraestructura física (pisos y paredes).

Cabe destacar que la seguridad industrial es fundamental para el adecuado desarrollo de las funciones en la empresa, así como para el aseguramiento de la integridad de los trabajadores¹⁷. En la actualidad la Seguridad de los trabajadores es vigilada por el Estado con la obligatoriedad de la afiliación de los Riesgos Profesionales, las empresas que prestan estos servicios suministran también a los empleados y empleadores capacitaciones como mecanismo de prevención y mitigación de accidentes en los diferentes sectores laborales del país.

En la empresa Tubos y Metales & Cía. Ltda., se realizó el análisis de panorama de riesgos usando como fuente de investigación la observación en el puesto de trabajo y una entrevista con un trabajador de cada área de la empresa. De esta forma se recabó la información necesaria para el diligenciamiento completo del Diagnostico de las Condiciones de Trabajo - Panorama de Riesgo (Anexo D). Para realizar este diagnostico, se requiere conocer con anterioridad los Factores de Riesgo, las fuentes de los mismos y las clasificaciones que estos presentan. Terminado el análisis y diligenciamiento del formato por área de trabajo se obtienen los datos por factor de riesgo que se presentan a continuación.

¹⁷ SEGURO SOCIAL, ADMINISTRADORA DE RIESGOS PROFESIONALES. Residuos, Industria y Salud. Medellín. Pregón Ltda. 1998.

5.1 ÁREA COMERCIAL O VENTAS

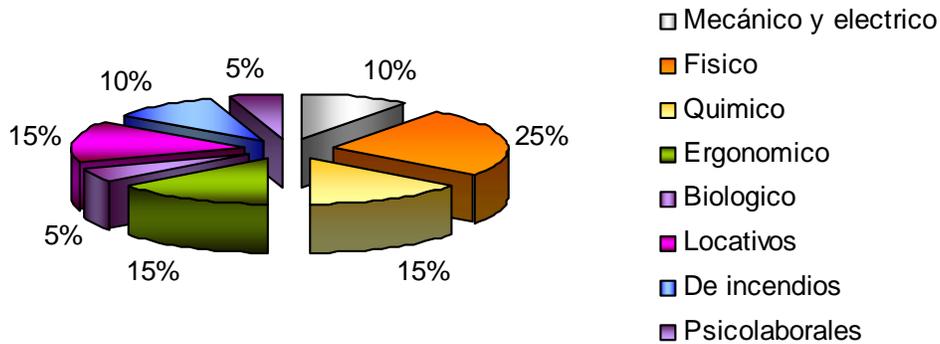


Gráfica 5. Factores de riesgo área comercial
Fuente: Los autores

Por su ubicación dentro de la empresa el Área Comercial y Administrativa presenta un constante trato con sustancias (polvo, líquidos inflamables) y ambientes ruidosos (golpes al material, ruidos de máquinas) provenientes de las actividades diarias de la planta y del medio ambiente. Para el ingreso de clientes y trabajadores a las oficinas es indispensable la entrada por el sector de cargue y descargue de materiales, es por lo anterior que se puede visualizar en la grafica No. 5 que los factores de riesgos que generan un mayor grado de peligrosidad son los Físicos, los Mecánicos y eléctricos con un 15% cada uno, estos se presentan por los niveles de cercanía que deben pasar los clientes y trabajadores durante la manipulación, cargue y descargue de las materias primas, seguido por los factores Químicos, Psicolaborales, Ergonómicos y Locativos con un 14% cada uno.

Los aspectos locativos para este cargo se ven reflejados en las condiciones de la construcción y para este caso en especial, genera riesgo la inclinación de las escaleras que se encuentran dentro del área de oficinas, ya que en cualquier momento se puede presentar un accidente.

5.2 OPERADOR DE DOBLADORA



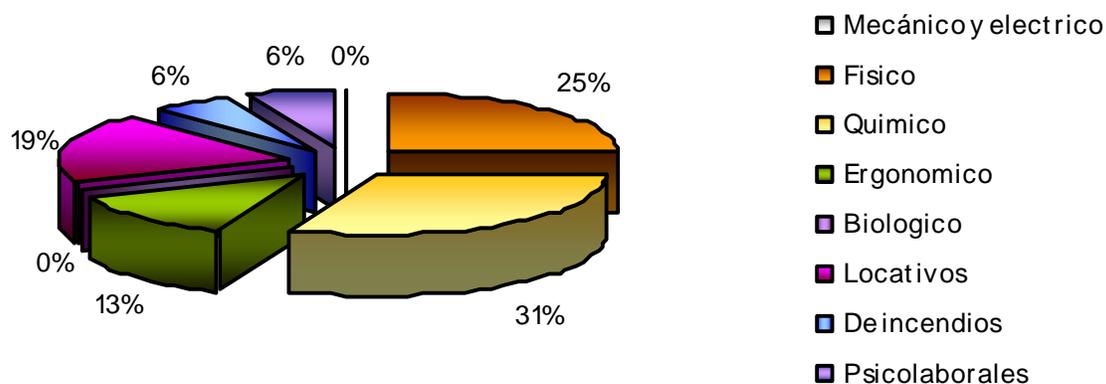
Gráfica 6. Factores de riesgo operador de dobladora
Fuente: Los autores

El operador de la dobladora está expuesto constantemente a una serie de riesgos entre los que encontramos con mayor participación el riesgo físico con un 25%, puesto que debe constantemente realizar grandes esfuerzos durante la preparación de la maquina y al levantar las láminas. El trabajador también se encuentra expuesto a altas temperaturas debido a los procesos de oxicorte que se llevan a cabo en el área, y las radiaciones generadas por el proceso de soldadura.

Los Factores químicos, ergonómicos y locativos tienen una participación del 15% cada uno. La presencia de polvos, gases y vapores en el ambiente y el inadecuado uso de líquidos tales como el varsol y grasas, pueden causar quemaduras o irritaciones en los trabajadores.

Los riesgos mecánicos, eléctricos y de incendio tienen una participación del 10% cada uno. El trabajador debe ser muy cuidadoso durante el ejercicio de sus actividades y labores ya que el ambiente en el que se encuentra presenta un sinnúmero de riesgos tales como caídas provocadas por las láminas acomodadas en el piso o cables eléctricos ya que podrían tropezarse o golpearse al transitar por la planta afectando el desempeño de los trabajadores.

5.3 OPERADOR DEL PANTÓGRAFO



Grafica 7. Factores de riesgo operador del pantógrafo
Fuente: Los autores

Los factores de riesgo a los cuales está expuesto el trabajador en el desarrollo de sus tareas están dados en mayor proporción por las condiciones químicas con un 31%, donde se contempla el exceso de polvo al cual está expuesto por la pulidora. La emisión de olores y polvillo del predio vecino puede producir problemas en la salud del trabajador, puesto que la abertura entre la pared y el techo permite el paso de estas fuentes de riesgos. A lo anterior se suma, el humo que expide la maquina del puesto de trabajo.

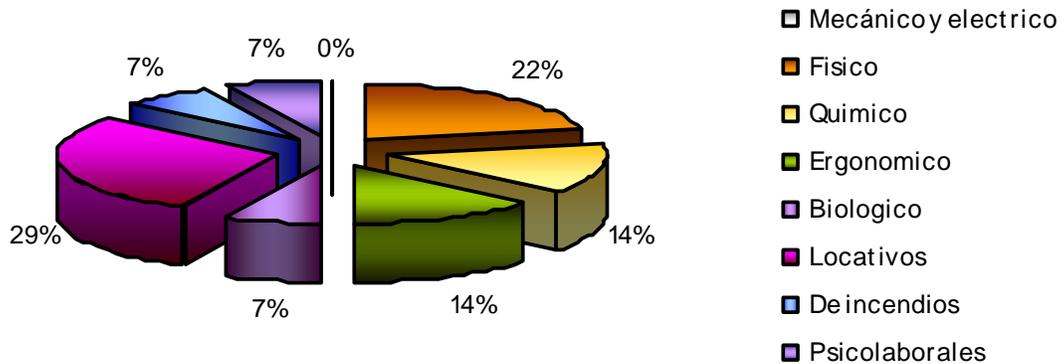
En cuanto a las condiciones físicas que suman el 25%, es generado por la maquinaria del predio vecino, estas manejan altos niveles de ruido, y se le adiciona el ruido de la pulidora, maquina más cercana al puesto de trabajo, y los golpes esporádicos a las láminas. Además, el calor de la maquina (pantógrafo) eleva la temperatura corporal, y la concentración de calor es alta,

Dentro de los riesgos locativos que representan el 19%, se ubica la obstrucción que presentan los pasadizos, es un factor de alto riesgo puesto que en caso de evacuación se complicaría la salida e incluso se podrían llegar a causar lesiones graves en los trabajadores debido a la colocación de material y productos

terminados en las zonas de tránsito de los trabajadores, las cuales deben ser determinadas.

Las condiciones ergonómicas del puesto de trabajo representan un 13%. Para la realización de este trabajo es necesario estar de pie mientras la maquina opera, esta es una posición prolongada durante la jornada de trabajo ocasiona en él cansancio físico e incluso alguna molestias en las extremidades inferiores. La postura prolongada y una alta carga laboral incrementan el estrés, y fatiga física y mental, presentándose en un 6% el factor Psicolaboral.

5.4 PUESTO DE JEFE DE PATIO



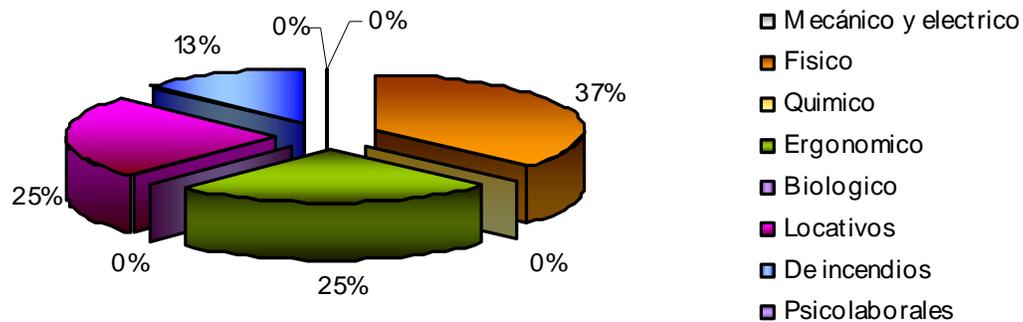
Grafica 8. Factores de riesgo jefe de patio
Fuente: Los autores

La realización de sus funciones se desarrolla en el patio de producción de la empresa en la cual se debe encargarse de supervisar constantemente los procesos de producción y el cumplimiento del plan de producción.

El factor de riesgo que más ponderación tuvo fueron los locativos con un 29%, siendo la principal fuente de riesgo los desniveles en la superficie y la falta de señalización en las áreas, así como la inadecuada ubicación de material en proceso, y desperdicios. En cuanto al factor físico corresponde a un 22%, siendo las principales fuentes de riesgo el ruido generado por las máquinas, el arrume de materiales en estantes y los golpes dados a láminas.

Con respecto al factor ergonómico corresponde un 14% así como para el químico, siendo las principales fuentes de riesgo la sobrecarga de trabajo, y la exposición a polvos provenientes de la carretera y al óxido de algunos materiales. Por último, están los factores de riesgo psicolaborales, de incendios y el biológico con un 7% cada uno, siendo las principales fuentes de riesgos, la falta de capacitación en ciertas aéreas, la ausencia de una brigada de primeros auxilios y, la presencia de óxido en algunos materiales respectivamente.

5.5 OPERADOR DE PUENTE GRÚA



Grafica 9. Factores de riesgo operador de puente grúa
Fuente: Los autores

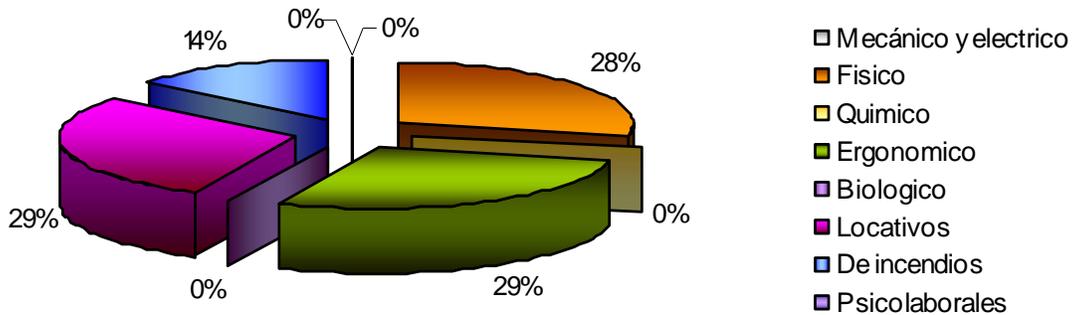
Para la sección de manejo de puente grúa las mayores ocurrencias de fuentes de riesgos se presentaron en los factores físicos con un 37% de participación sobre los posibles riesgos, seguida de esta se encuentran los ergonómicos y los locativos con un 25% cada uno, los psicolaborales con un 13%, y los demás no presentan participación. El trabajador se encuentra expuesto a los constantes ruidos que ocasionan las maquinas de corte, soldado entre otras. Cabe resaltar que dentro del factor ergonómico, esta situación no se considera, puesto que no implica ningún riesgo para el operador de puente grúa.

Gracias al diseño de la planta de producción las fuertes temperaturas que se emiten en las operaciones y el ambiente es soportado por la constante ventilación, puesto que el techo es elevado y con aberturas entre esta y la pared, sin embargo cuando se presentan tormentas o fuertes lluvias ocasionan charcos de agua que pueden ocasionar molestias o interrupciones en las labores, además de posibles accidentes.

Se presentan pausas constantes o recesos en su labor por no requerimiento del manejo de la maquina, lo que conlleva a presentarse tiempos ociosos en el puesto

de trabajo; a pesar de ello el operador debe estar disponible en las horas establecidas en el contrato, pues la salida de los productos exigen un proceso para aglutinarlos y ubicarlos para su transporte y organización. Para evitar el tiempo ocioso del operador se le ha instruido en otras actividades que estén acorde con sus habilidades y conocimientos.

5.6 OPERADOR DE SOLDADURA



Gráfica 10. Factores de riesgo operador de soldadura
Fuente: Los autores

En la empresa Tubos y Metales & cía. Ltda., en el área de soldadura se puede apreciar que los mayores factores de riesgo son generados por los factores locativos y Ergonómicos con un 29% cada uno; seguidos por los factores Biológicos con un 28%.

El operario encargado de soldadura posee amplios conocimientos, experiencia y actualización de los mismos, así como también conoce ampliamente el uso de equipos de protección para minimizar los riesgos de accidentes laborales a los cuales está expuesto. Sin embargo cabe aclarar que el trabajo de soldador se ve expuesto a factores como humos metálicos los cuales son formados cuando los materiales sólidos se evaporan a altas temperaturas, el vapor del material se enfría y se condensa en una partícula extremadamente pequeña que flota en el ambiente.

Para contrarrestar o minimizar los efectos que producen estos humos se recomienda que el área de trabajo sea amplio y tenga un sistema de ventilación (que no se trabaje en lugares completamente cerrados) ya que de esta forma estos humos se esparcen rápidamente llegando a ser poco perceptibles a los

trabajadores y eliminando o disminuyendo al máximo el efecto que estos producen.

El trabajo de soldadura normalmente presenta un grado de exposición a radiación UV los cuales pueden llegar a ser generadores de incendios, quemaduras en los operarios y exposición a altas temperaturas, para la reducción de este riesgo es vital la creación de programas de adiestramiento y educación sobre Seguridad e Higiene Industrial a los trabajadores de manera constante. Para esto la empresa proporciona a los trabajadores la protección necesaria y como las temperaturas son altas deben dar cierto tiempo de receso durante la jornada laboral.

6. PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE LA DISTRIBUCIÓN MÉTODO S.L.P.

Como se mencionó en el marco teórico, el Método S.L.P. o Planeación Sistemática de la Distribución es una forma organizada para realizar la planeación de una distribución, en una serie de procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la distribución¹⁸.

Para el desarrollo de la presente investigación se aplica la metodología S.L.P., con el fin de obtener el diseño de la distribución de la planta para las áreas de producción y almacén de la empresa Tubos y Metales & Cía. Ltda., y se estudian las alternativas que permitan mejorar la eficiencia de la planta.

Para desarrollar la metodología S.L.P., se tiene en cuenta el análisis realizado sobre la disposición actual de las instalaciones, de las actividades que se llevan a cabo dentro de ella y los factores que afectan el normal desempeño de las actividades del personal; y se hace necesario tener en cuenta la función de cada departamento a la hora de definir las relaciones (y razones) de cercanía entre ellos.

¹⁸ MUTHER, Richard. Distribución en planta. Ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea. Barcelona (España).1981

6.1 DIAGRAMA DE RELACIONES

La cercanía necesaria se define por medio de letras con el siguiente significado:

- A** Absolutamente Necesario que esté al lado
- E** Especialmente Importante
- I** Importante
- O** Ordinariamente Importante
- U** Sin Importancia
- X** No Deseable

Las relaciones y razones de cercanía las define la empresa dependiendo de las funciones de cada departamento.

Las relaciones de cercanía fueron proporcionadas por el Jefe de Producción debido al amplio conocimiento que este tiene de la empresa. Estas fueron consignadas en una hoja de trabajo de relación de actividades (Anexo E), a partir de la cual se realizó el Diagrama de Relaciones.

Para efectos del análisis S.L.P., se han definido 12 áreas funcionales esenciales para el desarrollo de las actividades en la empresa, las cuales están representadas en los planos de la empresa.

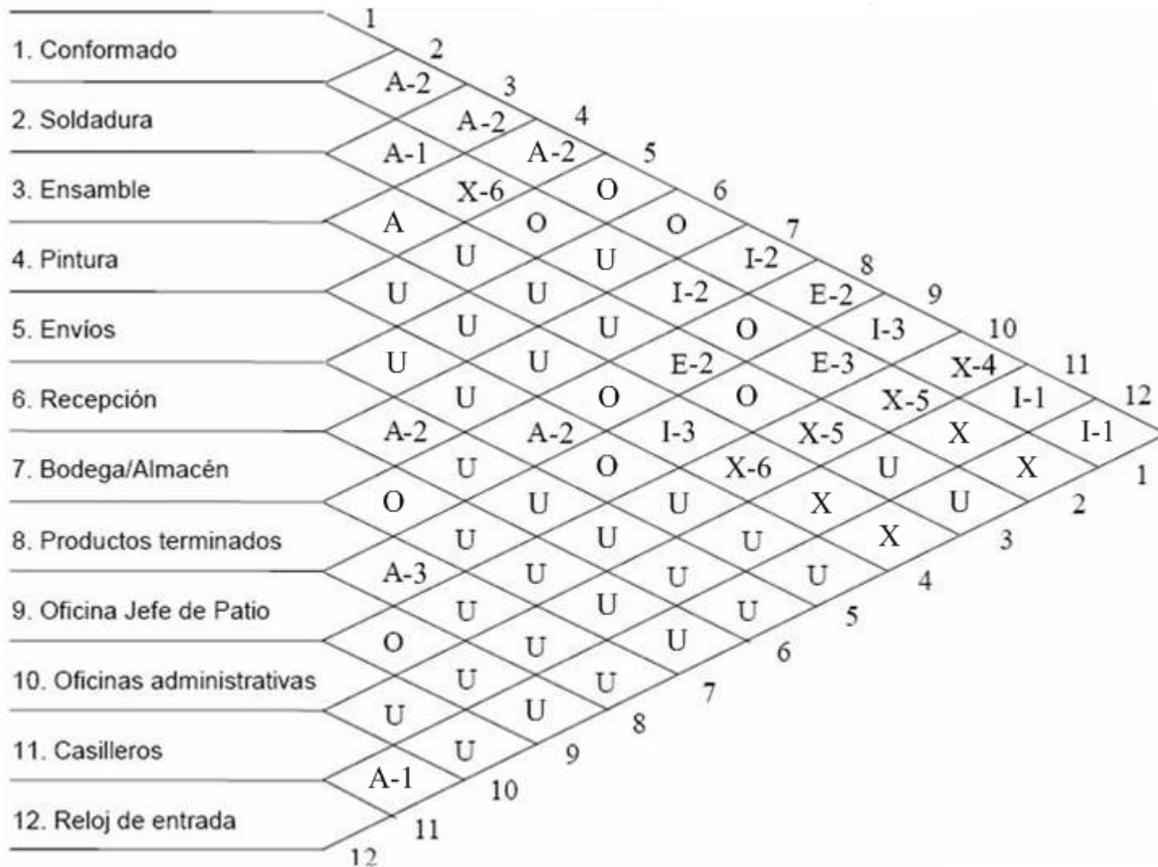


Figura 15. Diagrama de relaciones
Fuente: Los autores

Valor	CERCANÍA
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinariamente Importante
U	Sin Importancia
X	No deseable

Tabla 6. Relaciones de cercanía
Fuente: Muther, R. (1981)

Código	RAZÓN
1	Necesidad de Contacto de Personal
2	Flujo de Materiales
3	Supervisión
4	Movimiento Equipo Pesado
5	Ruido
6	Contaminación, Químicos, Olor Fuerte

Tabla 7. Razones de cercanía
Fuente: Los autores

6.2 DIAGRAMA ADIMENSIONAL DE BLOQUES

Con la información obtenida en el diagrama de relaciones se realiza una tabulación teniendo en cuenta las relaciones de cercanía (A, E, I, O) que requiera cada departamento con relación a los demás.

Una vez terminado lo anterior se realiza el Diagrama de bloques que sirve como guía visual para la elaboración de los planos propuestos. Para esto se coloca el nombre y número de departamento y conforme la información del diagrama de relaciones se agrupan por la relación de cercanía (A, E, I, O) en cada esquina del bloque. Los departamentos se identifican principalmente por un número, sin embargo se debe colocar el nombre para mayor comprensión. Debajo del nombre se identifican los departamentos que por diferentes razones no es recomendable que estén cerca, en su mayoría es por la seguridad de los trabajadores.

Una vez concluida la elaboración de cada bloque se procede a colocar de manera adyacente los departamentos. La ubicación se realiza en orden alfabético (A, E, I, O), y teniendo en cuenta los que no puedan presentar adyacencias "X". En este diagrama se visualizan principalmente los requerimientos de adyacencias.

Terminada la adecuación de los bloques según la necesidad de cercanía, se traza una línea que muestre el recorrido del proceso productivo.

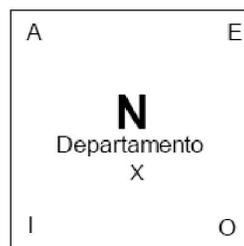


Figura 16. Modelo de bloque de diagrama adimensional
Fuente: Los autores

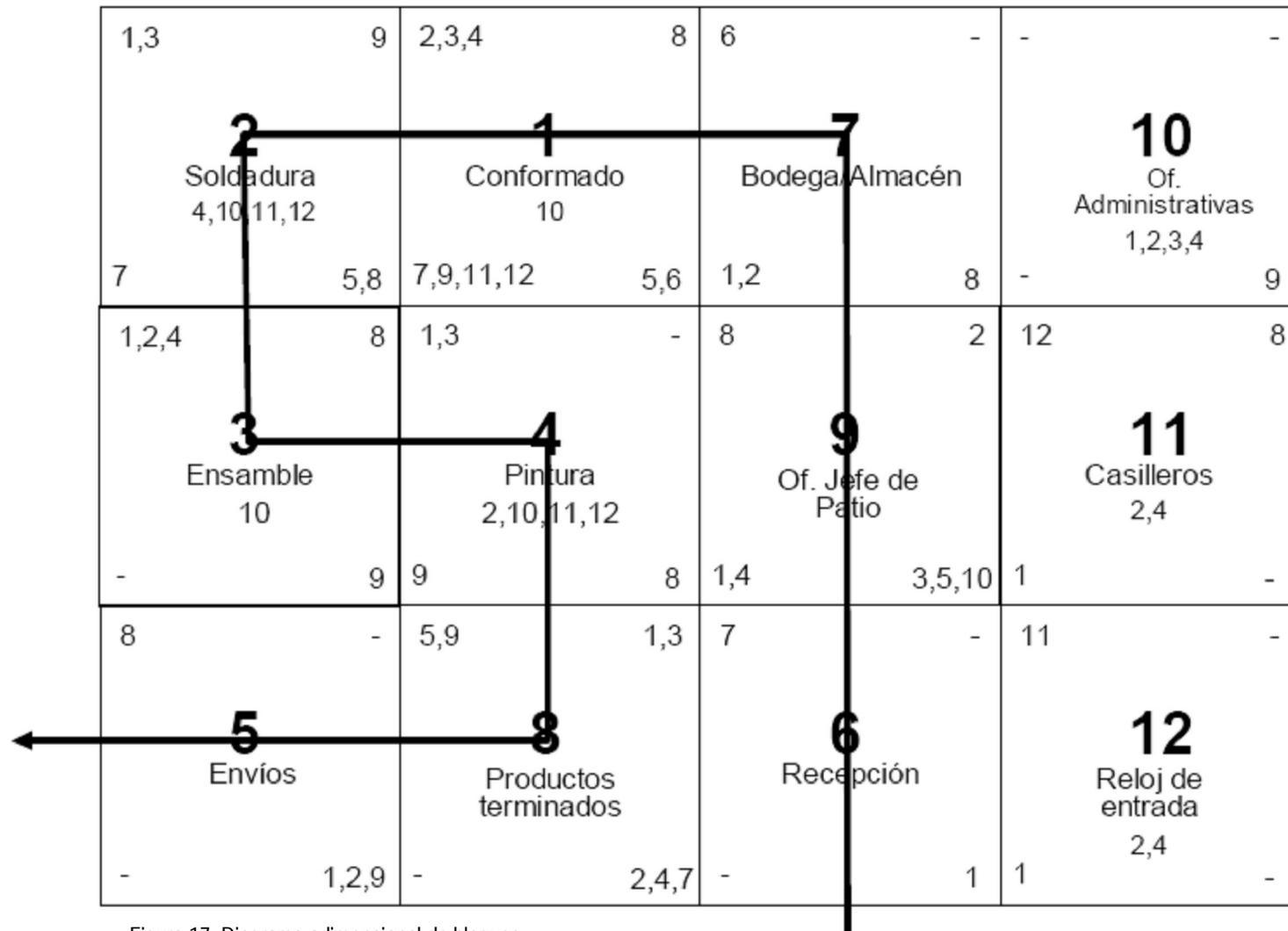


Figura 17. Diagrama adimensional de bloques
Fuente: Los autores

6.3 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO

Una vez que se han determinado los departamentos que conforman la empresa se deben establecer los espacios que se requieren para una adecuada operación dentro de los mismos. Para esto se debe tener en cuenta elementos como:

- Área para maquinas
- Área para inventario en proceso
- Espacio para el operador y acceso al equipo
- Pasillos

Para la determinación de las áreas requeridas por los departamentos se tiene en cuenta información y recomendaciones suministradas por la empresa, en las cuales se recalca la importancia de conservar las áreas que se encuentran construidas actualmente como lo son los baños, las oficinas administrativas, y la planta eléctrica, esto con el objetivo de disminuir costos y tiempos en construcción que se necesitarían para la realización de las obras. Cabe resaltar que la empresa actualmente tiene una planta de personal que varía según la cantidad de órdenes de producción de 32 a 50 personas aproximadamente. Del total de trabajadores actualmente solo hay 4 mujeres de personal administrativo y el personal restante son hombres.

Las áreas calculadas por cada departamento servirán para la elaboración de la nueva distribución. Tubos y Metales & Cía. Ltda., actualmente, no cuenta con una demarcación ni determinación de las medidas de pasillos para el tránsito de materiales y del personal, ni las de áreas de trabajo por maquinaria. La determinación de espacios para los departamentos debe proporcionar a su vez una distribución espaciosa con una mayor flexibilidad, y con disposiciones de

espacio en caso de presentarse contingencias y se requiera el uso de salidas de emergencia.

Las áreas de trabajo son:

- Conformado
- Soldadura
- Ensamble
- Pintura
- Envíos
- Recepción
- Bodega / Almacén
- Productos Terminados
- Oficina del Jefe de Patio
- Oficinas (Administrativas y Comercial)
- Área para los trabajadores

CONFORMADO:

En esta área se encuentran maquinas como Plegadora manual, cizalla manual, Punzonadora, Pantógrafos, Cortadora de plasma, Taladro, Compresor, Fresadora, Torno, entre otros. En los cuales se tiene en cuenta que las materias primas para la realización de estos procesos ocupan considerable espacio, por lo que los pasillos y el área de trabajo deben ser suficientemente grandes para permitir que el operario pueda manipular con facilidad los materiales y operar adecuadamente la maquinaria, en el departamento se encuentran mesas de herramientas, y áreas para la colocación de pipetas de gases y plantas eléctricas que permiten el funcionamiento optimo de las maquinas aquí usadas. Para esta área se requiere de un total de 395 m².

SOLDADURA:

Para esta área la ocupación de las maquinas usadas es relativamente pequeña, sin embargo para el uso correcto de las mismas es necesario contar con áreas grandes para su correcta operación así como pasillos grandes. Las materias primas usadas poseen grandes dimensiones en su mayoría y formas variables por lo que se requiere espacio suficiente para que los operarios puedan realizar de forma cómoda sus labores. Para esta área se requiere de un total de 52 m².

ENSAMBLE:

Al igual que el Área de Soldadura se usa maquinaria para soldar y herramientas que poseen pequeñas dimensiones sin embargo en esta se requiere de amplios espacios para los procesos de ensamble de productos con grandes dimensiones como el caso de las cajas estacionarias, en esta área se encuentra ubicada la Caja usada para el depósito de reciclaje de la empresa la cual requiere de 6 m²; esta área es usada en ocasiones para la realización del proceso de pintura cuando los productos son de amplias dimensiones y son de gran peso. Para esta área se requiere de un total de 75 m².

PINTURA:

El proceso de pintura requiere principalmente de espacio para el desplazamiento de los trabajadores y colocación de los productos. Para esta área se requiere de un total de 33 m².

ENVÍOS:

Se utiliza el puente grúa para los despachos de productos de gran peso, se requiere de espacio para la entrada de secciones de las camionetas o carros en los que se cargan los productos para su desplazamiento fuera de la empresa, se necesita espacio para la manipulación de productos vendidos por la empresa como varillas, tubos y láminas que son de longitudes extensas. Para esta área se requiere de un total de 40 m².

RECEPCIÓN:

En esta área se reciben materiales como láminas, varillas y tubos, por lo que deberá ser lo suficientemente amplia para permitir la libre circulación de los camiones que lo transportan así como para el cargue y descargue del material durante el proceso de venta directa. El espacio entre esta área y las Oficinas Administrativas se va a dejar libre con el fin de guardar por la noche las camionetas de la empresa. Se estima que este departamento debe tener 39 m².

BODEGA / ALMACÉN:

Para el almacenamiento de los productos la empresa cuenta con estanterías tipo esqueleto de hierro, espacio para parqueo de una camioneta para el transporte de productos, una báscula, entre otros elementos necesarios para el proceso de venta de materiales metálicos como tubos, varillas y láminas de diferentes dimensiones. También se presta en esta área el servicio de Oxicorte por lo que se requiere de espacio para el proceso de corte. Esta área se requiere de un total de 453 m².

PRODUCTOS TERMINADOS:

Una vez terminados los procesos requeridos por los clientes se colocan los productos en esta área para realizar la entrega del mismo a los clientes, los productos duran poco tiempo en el área de productos terminados puesto que por lo general son requeridos con urgencia y al ser terminados estos procesos se llama al cliente para realizar la entrega del producto. Se requiere una superficie de 45 m².

OFICINA DEL JEFE DE PATIO:

Es un Trailer cerrado que permite supervisar las operaciones en el Patio de Producción, esta oficina es de 10 m² teniendo en cuenta pasillos y vías de acceso para el lugar.

ÁREA DE OFICINAS (Administrativas y Comercial):

Para esta área se considera la conservación de la estructura ya existente, se determinarían las distancias necesarias para los pasillos y las vías de acceso a las oficinas, teniendo en cuenta que estas vías deben ser adecuadas para el tránsito libre de trabajadores y clientes que ingresen a la empresa, adicional se considera la creación de una entrada independiente para esta área. Para todo lo anterior se requiere una superficie total de 87 m².

ÁREA PARA LOS TRABAJADORES (Casilleros, Reloj de Entrada y Sanitarios):

Parte del mejoramiento del ambiente laboral en las empresas se obtiene mediante la adecuación de espacios para los trabajadores en los cuales ellos puedan interactuar y estos sean a su vez para el aseo personal de los mismos. Los espacios que se deben diseñar son las áreas para aseo, vestuarios y comedor - sala de reuniones.

En la determinación de estas áreas se tiene en cuenta el número de trabajadores que tiene la empresa y el sexo puesto que se requiere que los espacios sean independientes, sin embargo en la empresa hay solo 4 mujeres y estas usan el baño de las oficinas administrativas, el calculo para determinar el área requerida se realizara solo para los hombres. Para los casilleros es necesaria una superficie de 10 m².

ÁREA PARA 50 TRABAJADORES		
Excusados	2 * 0,465 =	0,93
Lavabos	3 * 1,394 =	4,18
Mingitorios	1 * 0,836=	0,84
Área de reposo		
Puerta	1 * 1,394=	1,394
Total		7,34
* 150%		11,00

Tabla 8. Cálculo de área para los trabajadores
Fuente: Los autores

Comedor - Sala de reuniones: Se puede realizar como una segunda planta en el área de casilleros en la cual sea un espacio libre para que los empleados que no salen de la empresa en la hora de almuerzo puedan descansar, esto a su vez puede aumentar el número de trabajadores que se quedan dentro de las instalaciones en la hora del almuerzo lo que le asegura a la empresa la entrada de los mismos a sus labores en el horario indicado. Para efectos de cálculo no se tiene en cuenta esta área puesto que se construiría en un segundo piso.

Reloj de entrada: El registro de entrada de los empleados a la empresa se realiza por medio de un reloj y tarjeta de asistencia, estos se encuentran empotrados en la pared, se recomienda de igual forma colocar al otro lado un tablero informativo en el cual se realice un acercamiento de las directivas de la empresa con los operarios. Para este se requiere 1 m².

En total se requiere una superficie de 22 m² para el área de trabajadores.

Total de espacio requerido para toda la empresa: 1241 m²

6.3.1 Verificación de espacio disponible

Conociendo el espacio total requerido para la distribución de planta es necesario verificar que la empresa cuenta con suficiente espacio para la elaboración del nuevo diseño.

El terreno en el cual se plantea realizar el diseño tiene una superficie total de 1268m² (40*31.7 metros), teniendo en cuenta la información obtenida por los requerimientos de espacio se puede observar que el terreno con el que dispone la empresa es suficiente para estos requerimientos, llegando a quedar un espacio libre el cual se utilizara para proporcionar mayor espacio a las áreas que lo requieren para la ejecución de sus procesos.

7. SIMULACIÓN EN FACILITY LOCATION AND LAYOUT (WINQSB)

El software WINQSB (versión 2.0 para Windows) utiliza un método heurístico basado en el algoritmo CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique). Una vez aplicado, se pudo obtener la mejor redistribución de la planta existente a través de transposiciones sucesivas de los departamentos o centros de trabajo, hasta alcanzar la distancia mínima de las interrelaciones entre los departamentos. Este resultado se utilizó como referente importante en el planteamiento de las alternativas de distribución.

DISTRIBUCIÓN INICIAL DE LA PLANTA:

Para la utilización del software se recomienda definir departamentos con forma rectangular en la distribución inicial. En el caso de plantas cuya distribución inicial no tenga forma rectangular se deben agregar departamentos ficticios de forma tal que se garantice tal condición. Estos departamentos ficticios deben asignarse a una posición fija, con valores de flujo igual a cero.

Para el caso de Tubos y Metales & Cía. Ltda., en cuya planta de producción los departamentos tienen formas irregulares, se crearon departamentos ficticios, de tal forma que los departamentos funcionales tuviesen forma rectangular. Y que ocuparan la mayor área de la distribución inicial, para que el resultado sea lo mas aproximado posible. Quedando la planta distribuida de la siguiente forma:

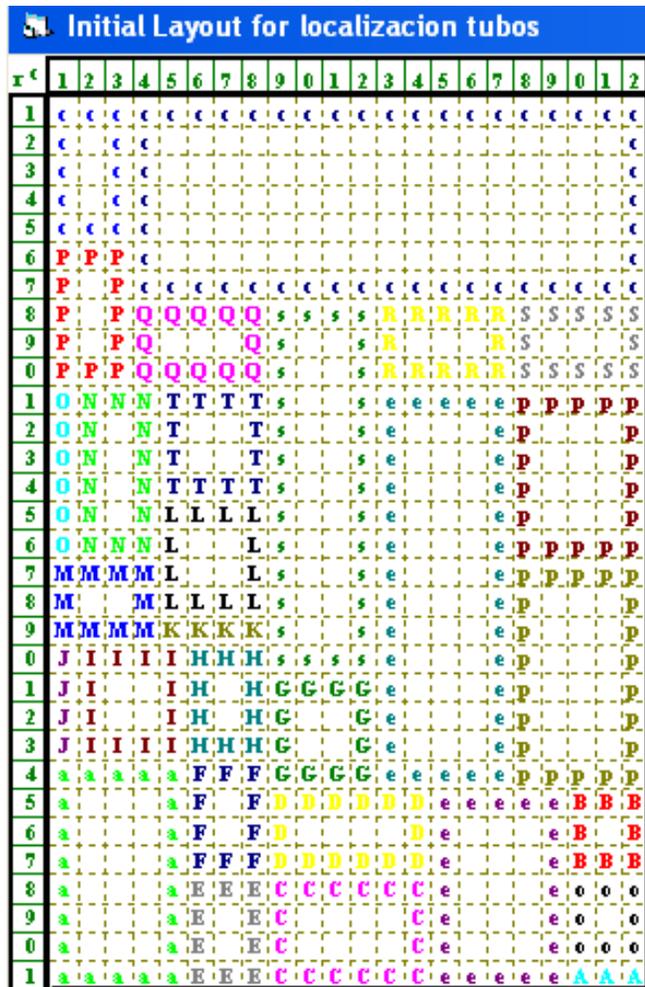
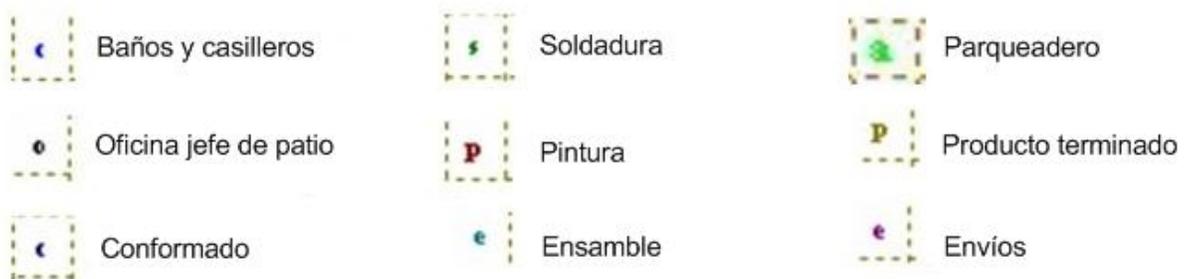


Figura 22. Distribución inicial
Fuente: Los autores

Donde los departamentos ficticios creados para la simulación están ubicados en las áreas demarcadas por letras mayúsculas (A – T) y los departamentos funcionales de la siguiente manera:



ENTRADA DE DATOS SOFTWARE:

En total son 29 departamentos, la planta se ha dividido de la siguiente manera; 31 filas y 22 columnas, el criterio de la función objetivo es la minimización ya que lo que se pretende es minimizar la distancia total. De esta manera se introducen los datos al software.

The image shows a 'Problem Specification' dialog box. It has a blue title bar with the text 'Problem Specification' and a close button (X). The main area has a pink background. There are two sections: 'Problem Type' and 'Objective Criterion'. Under 'Problem Type', there are three radio buttons: 'Facility Location', 'Functional Layout' (which is selected), and 'Line Balancing'. Under 'Objective Criterion', there are two radio buttons: 'Minimization' (which is selected) and 'Maximization'. Below these sections are three input fields: 'Problem Title' with the text 'localización Tubos y metales', 'Number of Functional Departments' with the value '29', 'Number of Rows in Layout Area' with the value '31', and 'Number of Columns in Layout Area' with the value '22'. At the bottom of the dialog are three buttons: 'OK', 'Cancel', and 'Help'.

Figura 23. Entrada de datos software
Fuente: Los autores

ENTRADA DE LA BASE DE DATOS:

Tomamos el número de iteraciones totales entre cada uno de los departamentos, dándole un valor de cero entre los departamentos ficticios creados. Este valor es introducido en las columnas "To dep. X flow / unit." (Como en este problema no se está evaluando costos, en esta columna solo introducimos el número de

iteraciones totales entre cada departamento, la distancia es deducida por el programa en el plano creado por él mismo).

A los departamentos ficticios creados se les asigna una posición fija para esto se digita “yes” en la columna “Location Fixed”. El cuadro queda de la siguiente manera:

The screenshot shows the 'Facility Location and Layout' software interface. The title bar reads 'Facility Location and Layout'. The menu bar includes 'File', 'Edit', 'Format', 'Solve and Analyze', 'Results', 'Utilities', 'Window', 'WinQ5B', and 'Help'. The toolbar contains various icons for file operations and analysis. The main window title is 'Functional Layout Information for localizacion tubos'. Below this, there is a yellow header row for '7 : To Dep. 11 Flow/Unit Cost' with a value of '0'. The main data table has 15 rows and 15 columns. The first three columns are 'Department Number', 'Department Name', and 'Location'. The remaining 12 columns are labeled 'To Dep. 1' through 'To Dep. 12'. The data shows flow values between departments, with departments 10-15 having 'Location Fixed' set to 'yes'.

Department Number	Department Name	Location	To Dep. 1	To Dep. 2	To Dep. 3	To Dep. 4	To Dep. 5	To Dep. 6	To Dep. 7	To Dep. 8	To Dep. 9	To Dep. 10	To Dep. 11	To Dep. 12
1	conformado	No	0	252	202	53	4	118	150	20	0	0	0	0
2	soldadura	No		0	205	76	4	152	150	20	0	0	0	0
3	ensamble	No			0	87	4	81	100	20	0	0	0	0
4	pintura	No				0	4	66	75	8	0	0	0	0
5	envios	No					0	107	80	4	0	0	0	0
6	p.t	No						0	100	4	0	0	0	0
7	oficina	No							0	6	0	0	0	0
8	casilleros	No								0	0	0	0	0
9	arqueadero	No	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	A	yes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	B	yes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	C	yes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	D	yes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	E	yes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	F	yes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 24. Entrada de la base de datos
Fuente: Los autores

En la última columna del cuadro (Initial Layout in Cell Location) se especificaran las ubicaciones de cada departamento a manera de coordenadas teniendo como referencia la ubicación de estos mismos en el plano inicial.

Functional Layout Information			
7 : To Dep. 11 Flow/Unit Cost			
Department Number	Department Name	Location	Initial Layout in Cell Locations [e.g., (3,5), (1,1)-(2,4)]
1	conformado	No	(1,4)-(7,22)
2	soldadura	No	(8,9)-(20,12)
3	ensamble	No	(11,13)-(24,17)
4	pintura	No	(10,18)-(16,22)
5	envios	No	(25,15)-(31,19)
6	p.t	No	(17,18)-(24,22)
7	oficina	No	(28,20)-(30,22)
8	casilleros	No	(1,1)-(5,3)
9	arqueadero	No	(24,1)-(31,5)
10		A yes	(31,20)-(31,22)
11		B yes	(25,20)-(27,22)
12		C yes	(28,9)-(31,14)
13		D yes	(25,9)-(27,14)
14		E yes	(28,6)-(31,8)
15		F yes	(24,6)-(27,8)
16		G yes	(21,9)-(24,12)
17		H yes	(20,6)-(23,8)
18		I yes	(20,2)-(23,5)
19		J yes	(20,1)-(23,1)
20		K yes	(19,5)-(19,8)
21		L yes	(15,5)-(18,8)
22		M yes	(17,1)-(19,4)
23		N yes	(11,2)-(16,4)
24		O yes	(11,1)-(16,1)
25		P yes	(6,1)-(10,3)
26		Q yes	(8,4)-(10,8)
27		R yes	(8,13)-(10,17)
28		S yes	(8,18)-(10,22)
29		T yes	(11,5)-(14,8)

Figura 25. Ubicaciones de departamentos
Fuente: Los autores

SOLUCIÓN DEL PROBLEMA:

Una vez registrados los datos en el sistema se procede a la solución del problema en la opción “Solve the problem” del menú “Analyze and solve” donde se abre una ventana de dialogo donde especificaremos que tipo de distancia estamos utilizando (en este caso rectilínea), cuantos departamentos se intercambiarán a la vez (elegimos 2), y finalmente activamos la casilla “Show the Exchange iteration” para ver la solución paso a paso.

El cuadro de diálogo queda de la siguiente manera:

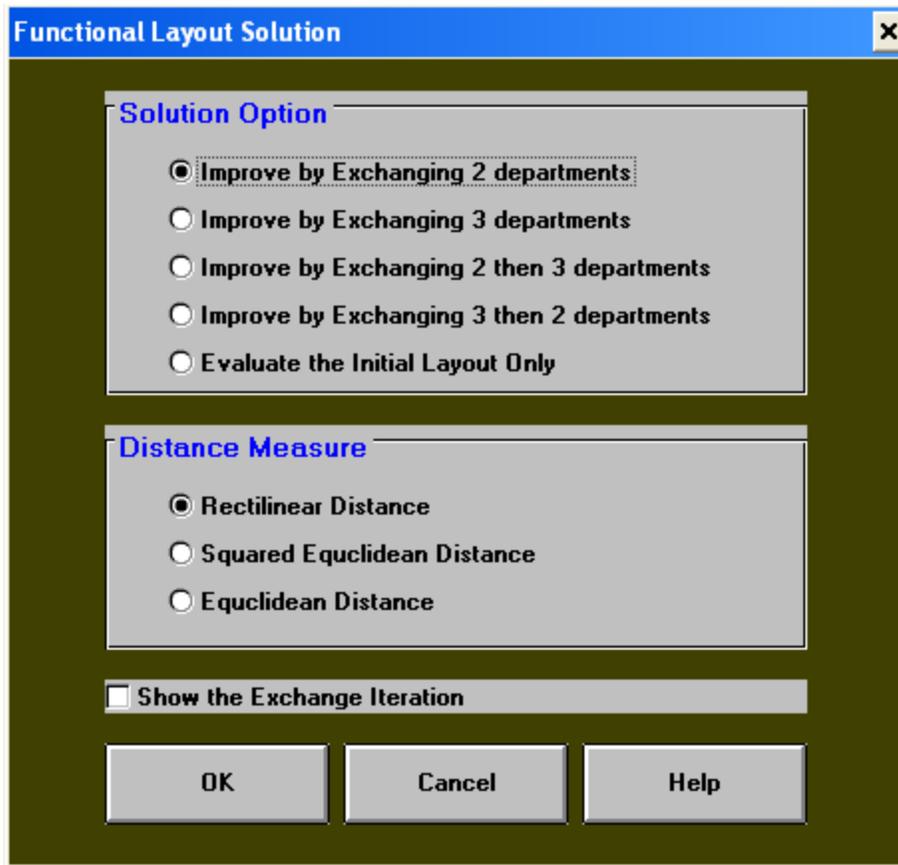
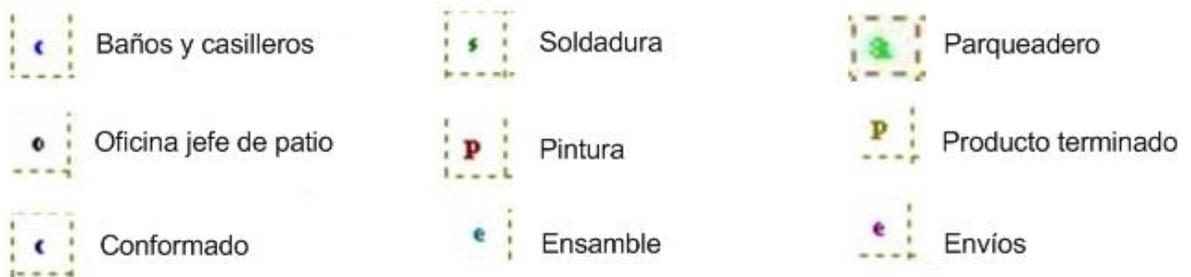


Figura 26. Especificaciones del problema
Fuente: Los autores

Pulsamos OK y de inmediato el programa evalúa la distribución inicial:

Initial Layout for localizacion tubos																								
r c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2		
1	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
2	c		c	c																			c	
3	c		c	c																			c	
4	c		c	c																			c	
5	c	c	c	c																			c	
6	P	P	P	c																			c	
7	P		P	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	
8	P		P	Q	Q	Q	Q	Q	s	s	s	s	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	S	
9	P		P	Q	Q	Q	Q	Q	s				s	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	
0	P	P	P	Q	Q	Q	Q	Q	s				s	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	
1	O	N	N	N	T	T	T	T	s				s	e	e	e	e	e	P	P	P	P	P	
2	O	N		N	T			T	s				s	e				e	P				P	
3	O	N		N	T			T	s				s	e				e	P				P	
4	O	N		N	T	T	T	T	s				s	e				e	P				P	
5	O	N		N	L	L	L	L	s				s	e				e	P				P	
6	O	N	N	N	L			L	s				s	e				e	P	P	P	P	P	
7	M	M	M	M	L			L	s				s	e				e	P	P	P	P	P	
8	M			M	L	L	L	L	s				s	e				e	P				P	
9	M	M	M	M	K	K	K	K	s				s	e				e	P				P	
0	J	I	I	I	I	H	H	H	s	s	s	s	s	e				e	P				P	
1	J	I			I	H		H	G	G	G	G	e					e	P				P	
2	J	I			I	H		H	G				G	e				e	P				P	
3	J	I	I	I	I	H	H	H	G				G	e				e	P				P	
4	a	a	a	a	a	F	F	F	G	G	G	G	e	e	e	e	e	e	P	P	P	P	P	
5	a				a	F		F	D	D	D	D	D	e	e	e	e	e	e	B	B	B	B	
6	a				a	F		F	D				D	e				e	B				B	
7	a				a	F	F	F	D	D	D	D	D	e				e	B	B	B	B	B	
8	a				a	E	E	E	C	C	C	C	C	e				e	o	o	o	o	o	
9	a				a	E		E	C				C	e				e	o	o	o	o	o	
0	a				a	E		E	C				C	e				e	o	o	o	o	o	
1	a	a	a	a	a	E	E	E	C	C	C	C	C	e	e	e	e	e	A	A	A	A	A	
Total Cost = 33183,50 (Rectilinear Distance)																								

Figura 27. Evaluación distribución inicial
Fuente: Los autores



Notamos que en la distribución inicial el costo total (en este caso distancia) es de 33183,50.

PRIMERA ITERACIÓN:

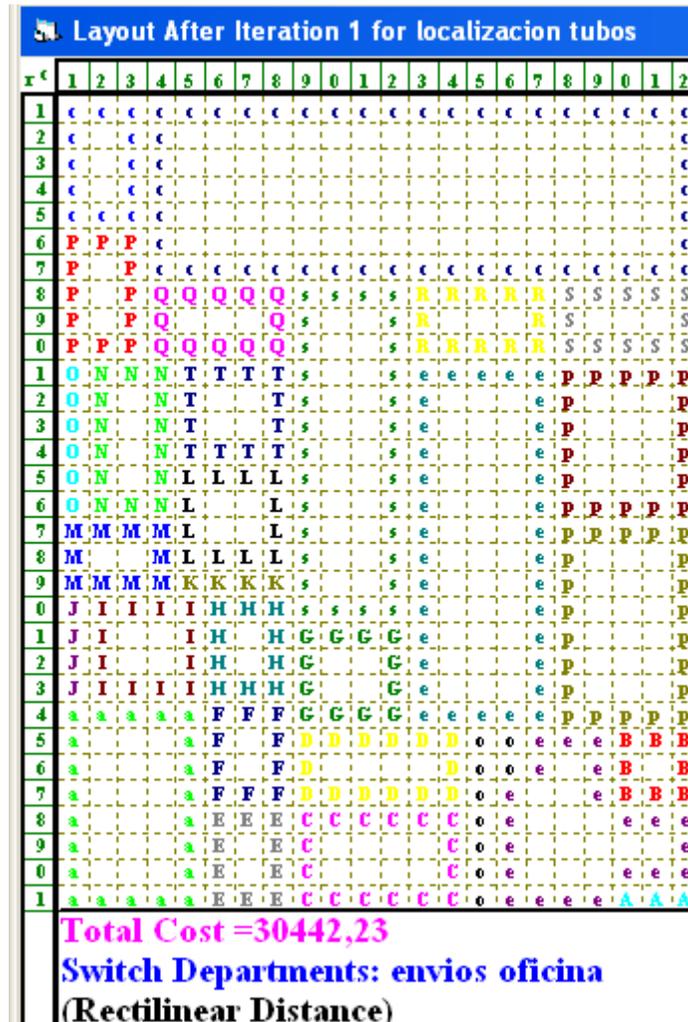


Figura 28. Primera iteración
Fuente: Los autores

-  Baños y casilleros
-  Soldadura
-  Parqueadero
-  Oficina jefe de patio
-  Pintura
-  Producto terminado
-  Conformado
-  Ensamble
-  Envíos

Notamos que para esta iteración el programa evalúa los departamentos de envíos y oficina, y que la distancia total disminuye a 30442,23.

SEGUNDA ITERACIÓN:

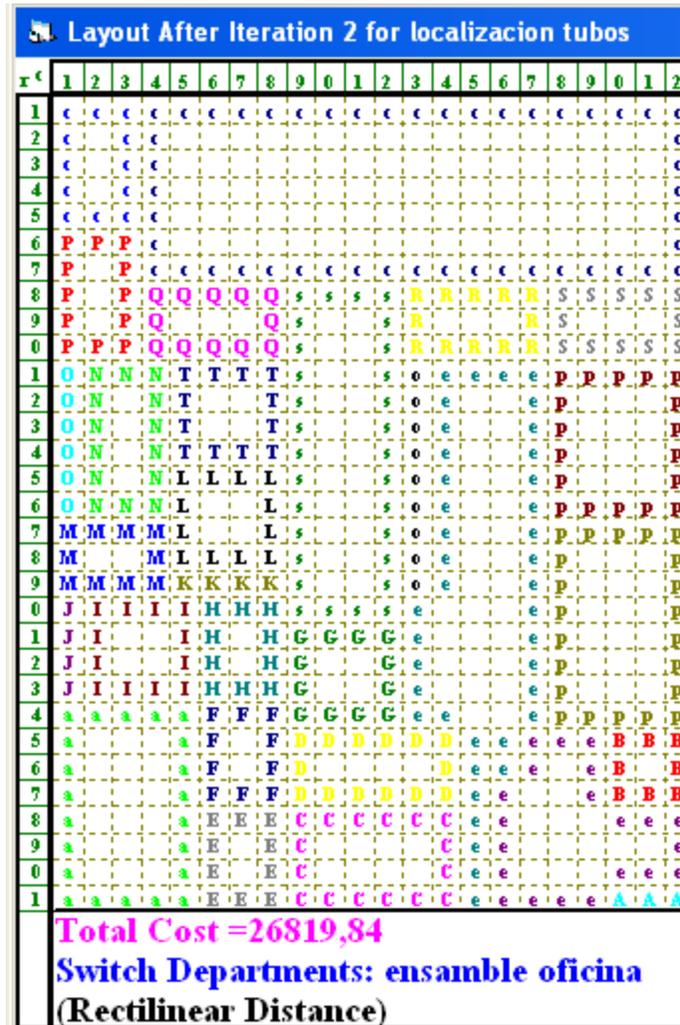
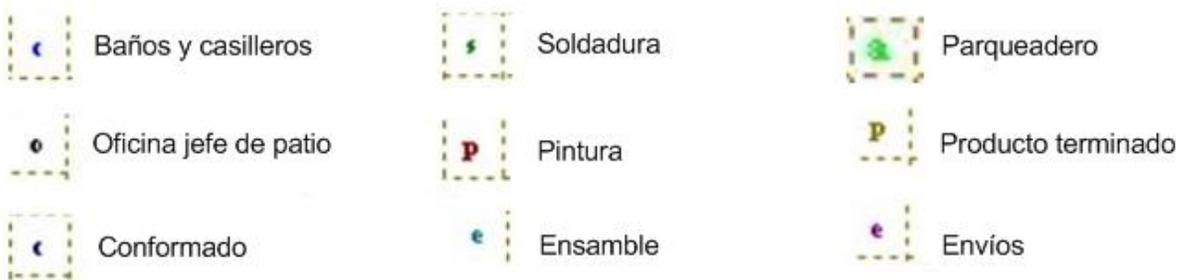


Figura 29. Segunda iteración
 Fuente: Los autores



En esta iteración la distancia disminuye a 26819,84 evaluando los departamentos de ensamble y oficina.

TERCERA ITERACIÓN:

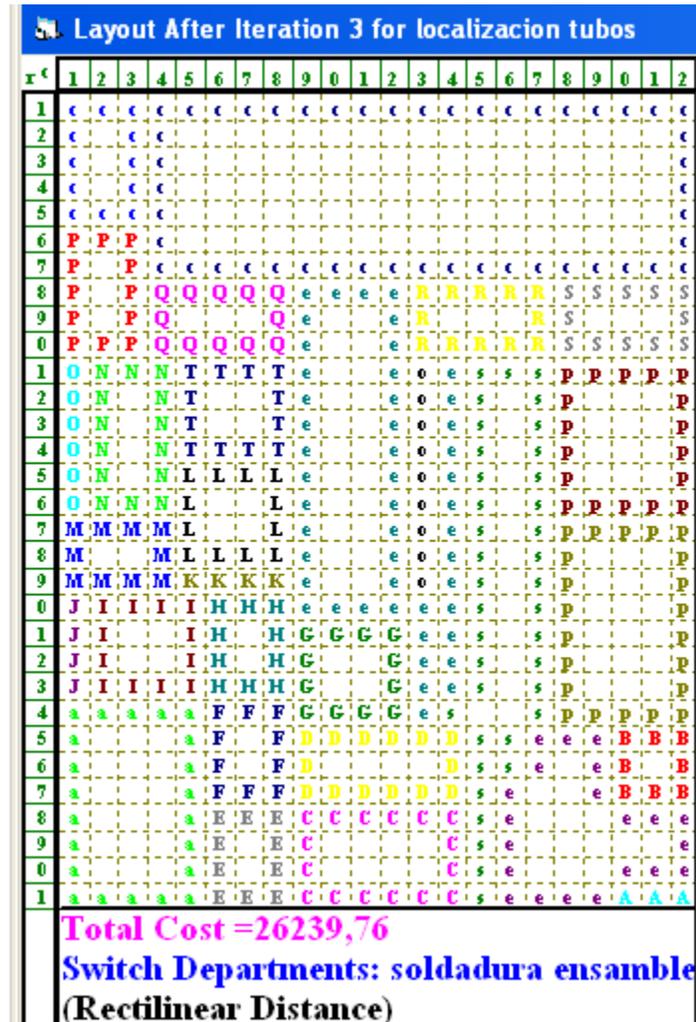


Figura 30. Tercera iteración
 Fuente: Los autores



En esta iteración la distancia total disminuye a 26239,76 evaluando los departamentos de soldadura y ensamble.

CUARTA ITERACIÓN:

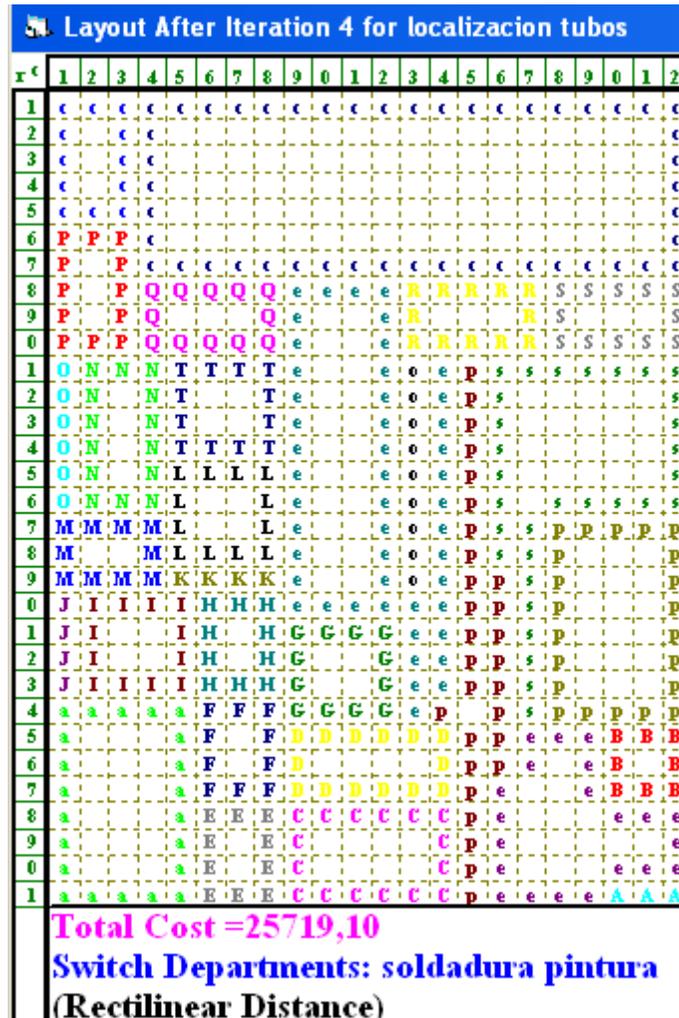


Figura 31. Cuarta iteración
 Fuente: Los autores

-  Baños y casilleros
-  Soldadura
-  Parqueadero
-  Oficina jefe de patio
-  Pintura
-  Producto terminado
-  Conformado
-  Ensamble
-  Envíos

Aquí la distancia total disminuye a 25719,10 y se evalúan los departamentos de soldadura y pintura.

QUINTA ITERACIÓN:

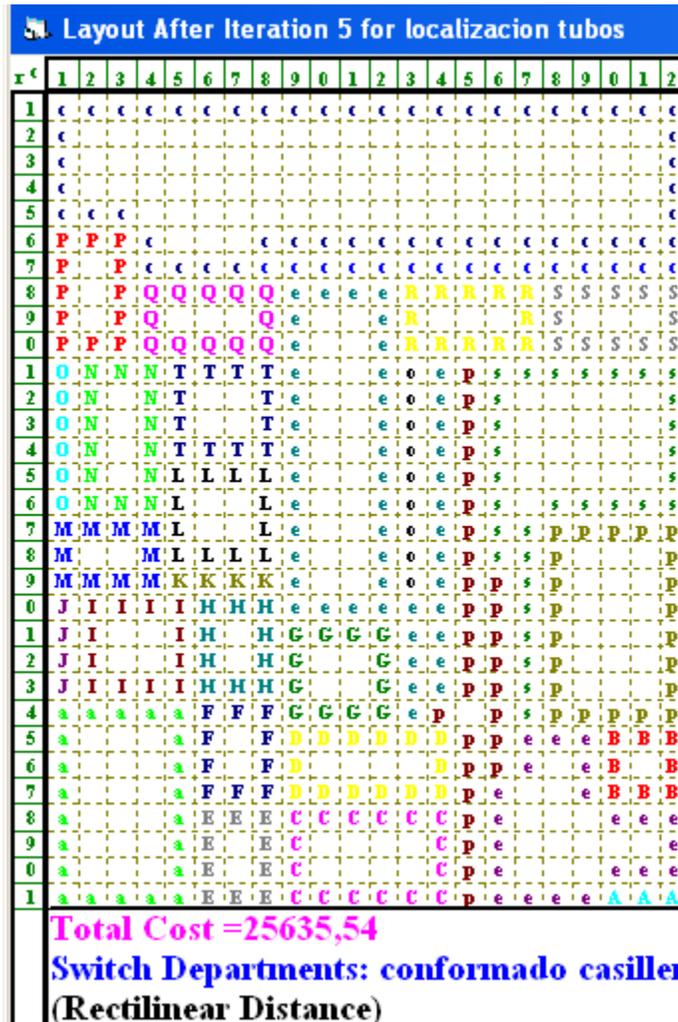


Figura 32. Quinta iteración
Fuente: Los autores

- c
 - s
 - P
 - e
 - P
 - e
 - e
- Baños y casilleros
 - Soldadura
 - Parqueadero
 - Oficina jefe de patio
 - Pintura
 - Producto terminado
 - Conformado
 - Ensamble
 - Envíos

En esta iteración se evalúa la posición de los departamentos de conformado junto con el área de baños y casilleros. Y la distancia total es de 25635,54.

SEXTA ITERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN FINAL:

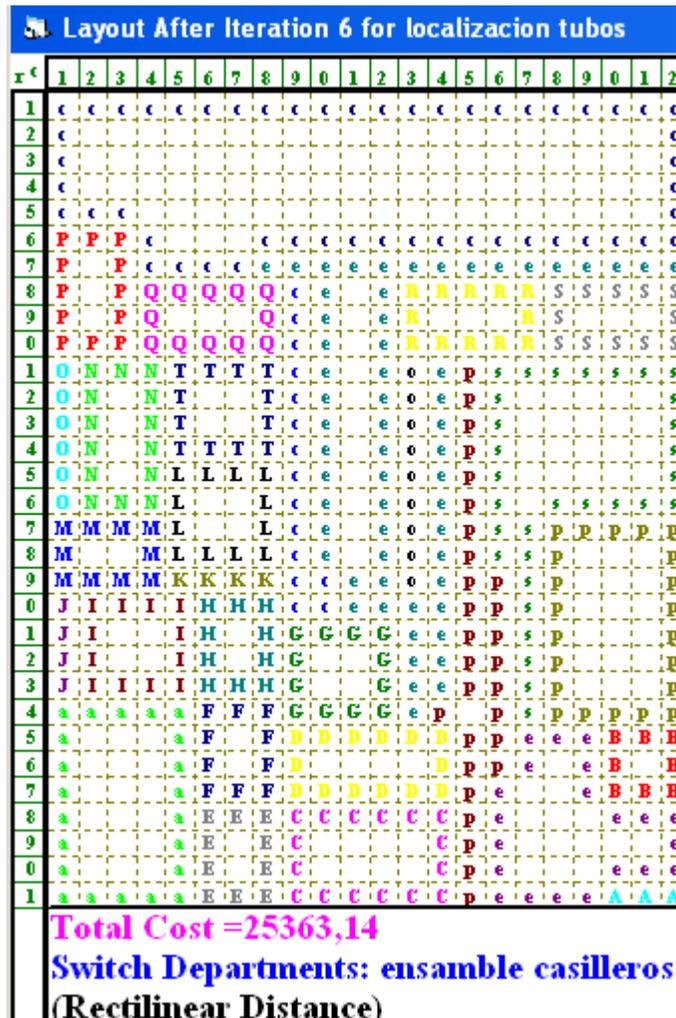


Figura 33. Sexta iteración
Fuente: Los autores

- c
- s
- Parqueadero
- o
- P
- Oficina jefe de patio
- c
- e
- Conformado
- e
- Ensamble
- e
- Envios

Finalmente se evalúan las áreas de ensamble y casilleros, resultando una distancia total de 25363,14

DISTRIBUCIÓN FINAL:

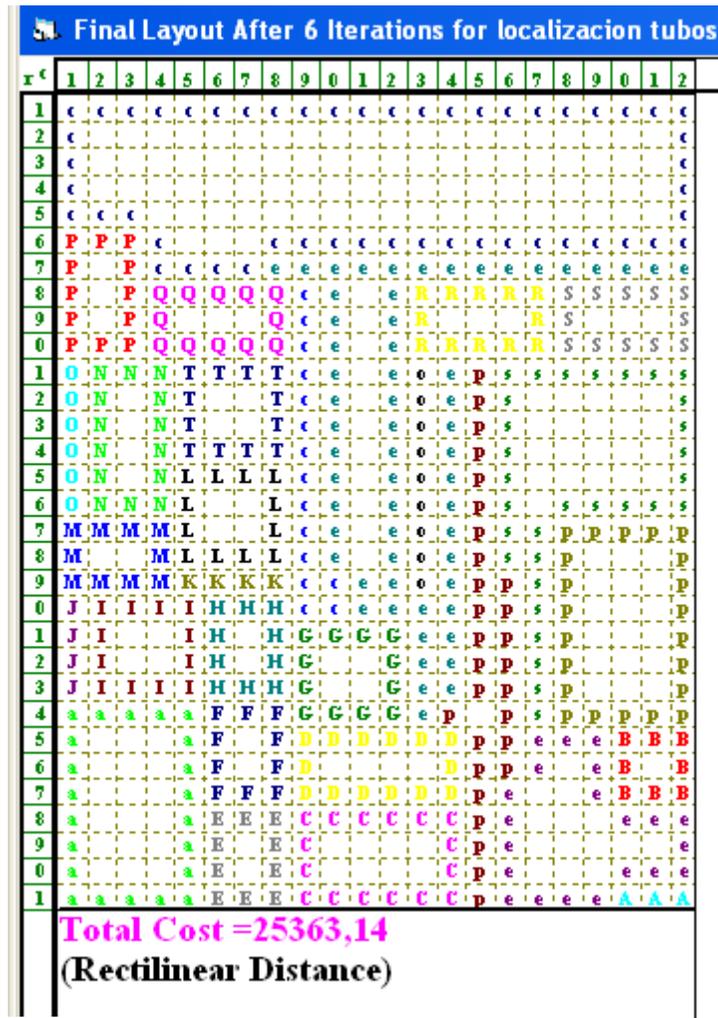


Figura 34. Distribución final
Fuente: Los autores

- c
 - s
 - P
 - e
 - e
 - e
- Baños y casilleros
 - Soldadura
 - Parqueadero
 - Oficina jefe de patio
 - Pintura
 - Producto terminado
 - Conformado
 - Ensamble
 - Envíos

8. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Una vez que se determinaron los requerimientos de espacio de la planta y teniendo en cuenta las necesidades de cercanía entre departamentos, se desarrollan las alternativas de Lay-out.

En las alternativas propuestas se utilizará una sola opción para la bodega/almacén puesto que en esta área, las oficinas administrativas y la recepción continúan en el mismo lugar de acuerdo a la decisión tomada por la empresa. Además, se considera la creación de una entrada independiente para el edificio administrativo y se propone ampliar la puerta que comunica la bodega/almacén con el área de producción, ya que, en la actualidad, esta es muy pequeña y limita el paso de trabajadores y de materias primas que tienen grandes dimensiones.

Para el diseño de alternativas se han tenido en cuenta los criterios de seguridad industrial; organización de maquinarias y trabajadores de acuerdo a tareas a fines; adyacencia entre centros de trabajo que realicen procedimientos secuenciales y recorridos de distancias cortas entre los mismos; y la redistribución planteada por el software WINQSB (*Ver Simulación en Facility location and layout*). Lo anterior teniendo en cuenta las etapas del proceso de fabricación que se presenta con mayor frecuencia en la empresa.

Con el planteamiento de las siguientes alternativas se busca que disminuyan los tiempos de fabricación, que sea más fácil la supervisión y el control visual; y que el material en proceso disminuya. Estos cambios son necesarios para la empresa debido a que en la actualidad existe un problema en la utilización del espacio debido a la acumulación de maquinaria y materiales.

Para la evaluación por Métodos Cuantitativos se proponen tres alternativas diferentes para el área de producción que se muestran a continuación:

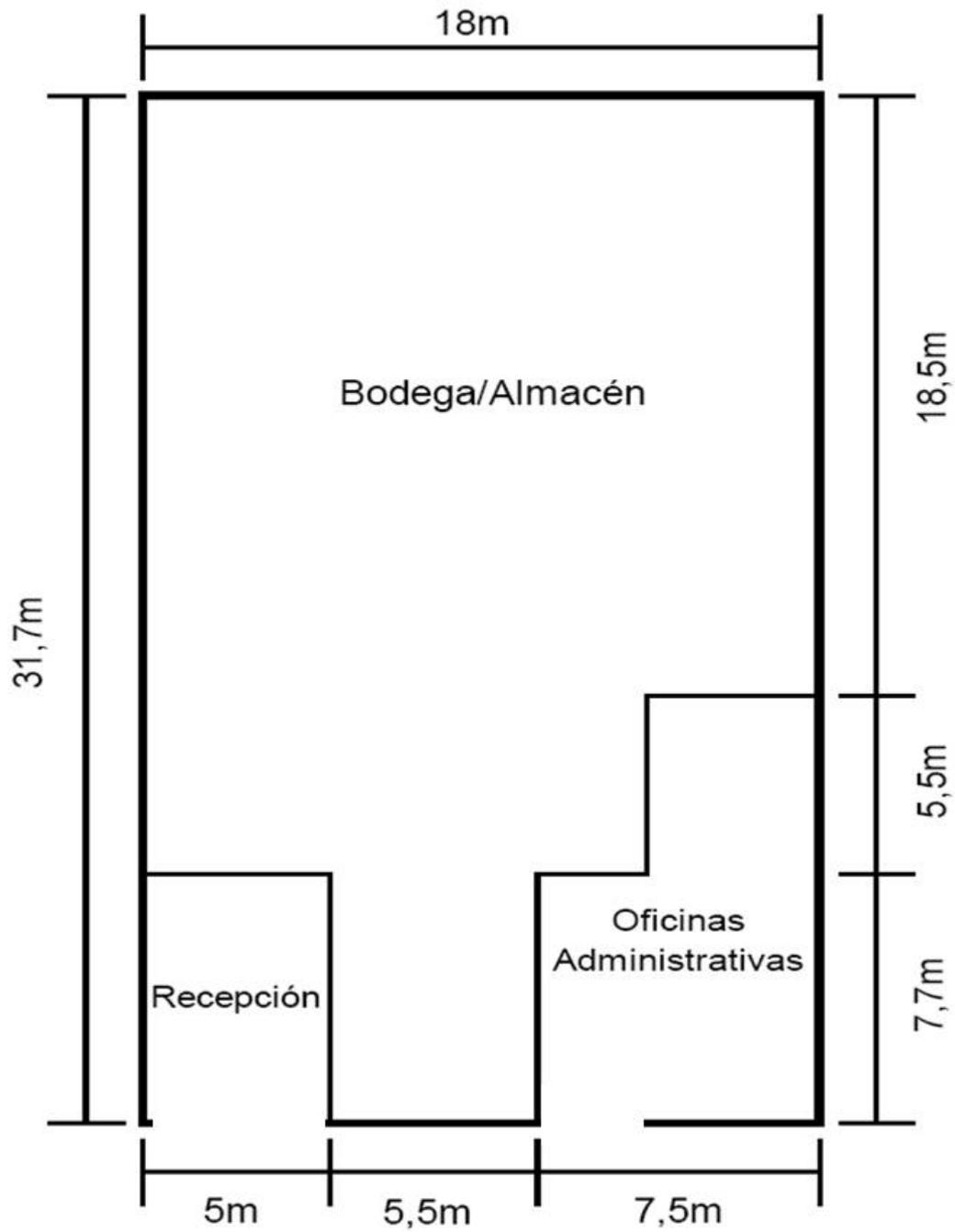


Figura 18. Plano bodega propuesto general
Fuente: Los autores

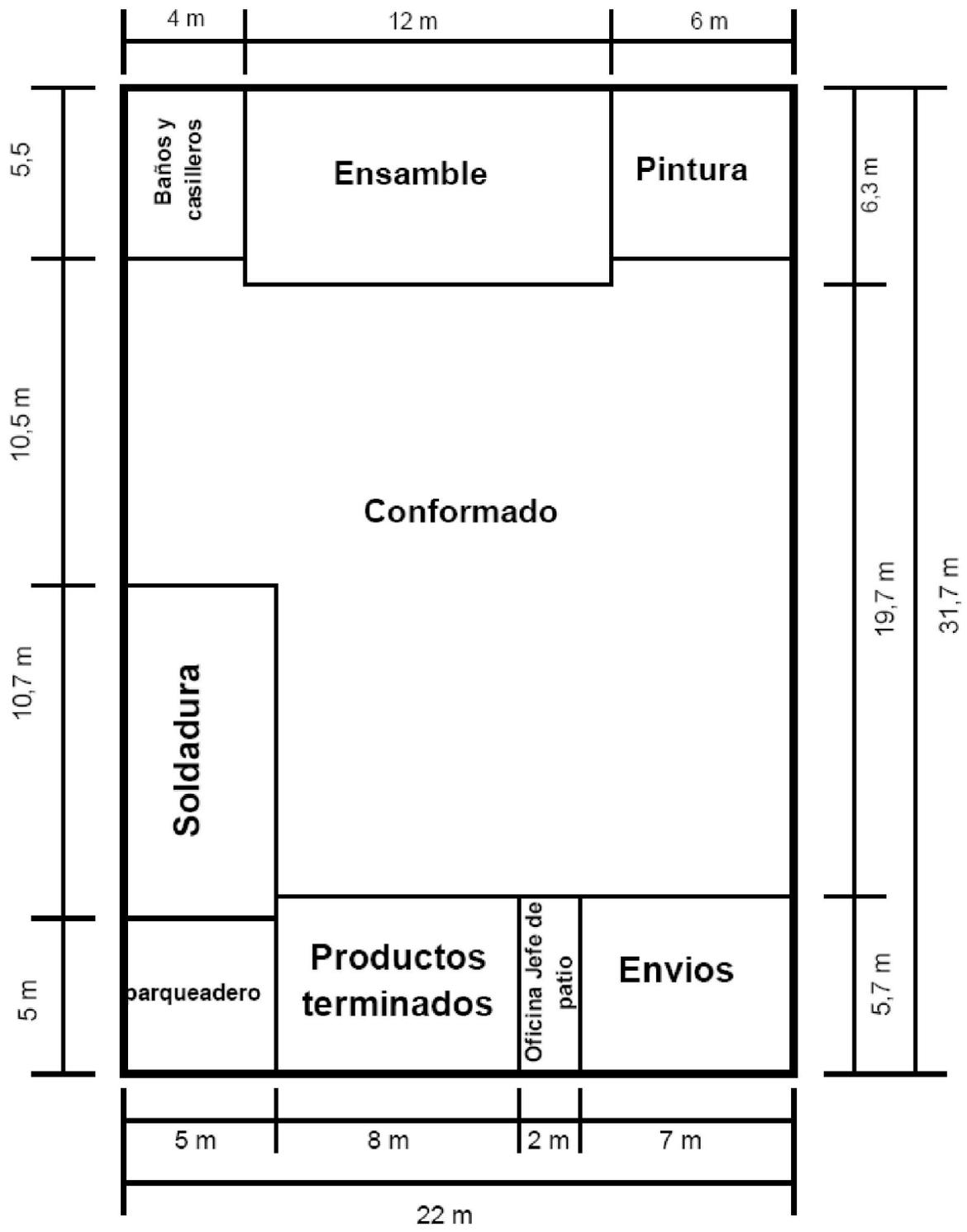


Figura 19. Alternativa I
Fuente: Los autores

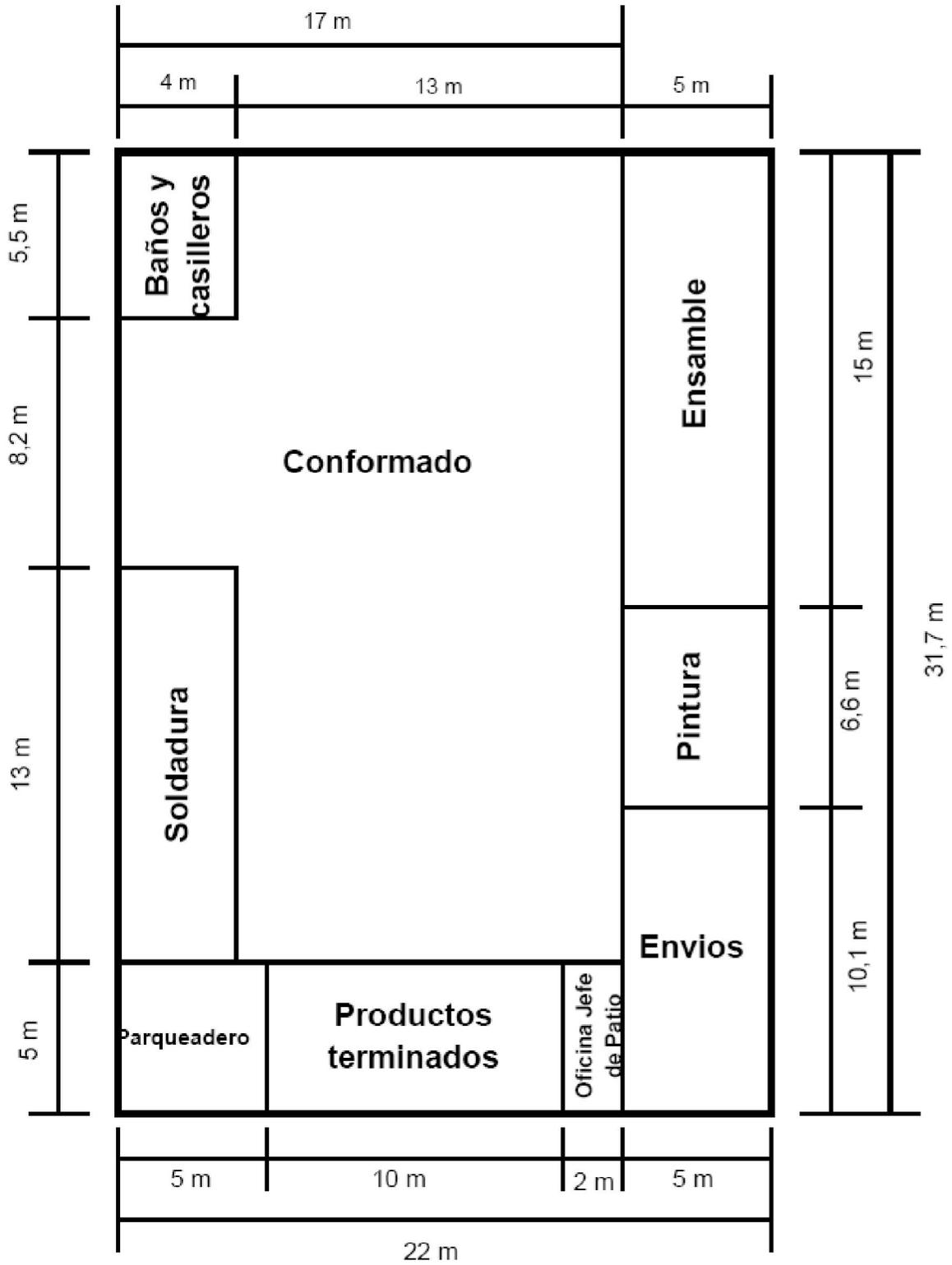


Figura 20. Alternativa II
Fuente: Los autores

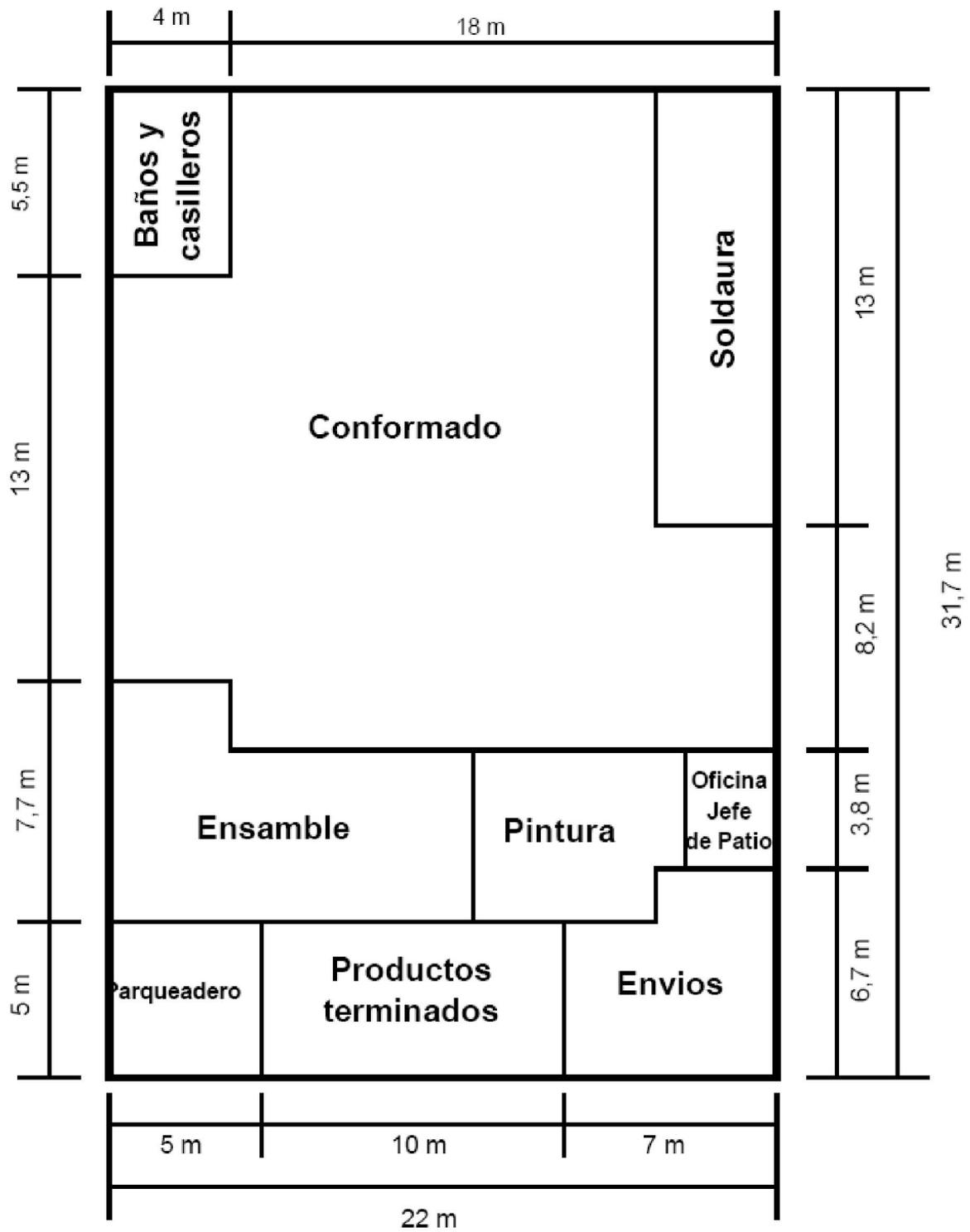


Figura 21. Alternativa III
Fuente: Los autores

9. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS CON BASE EN CRITERIOS O MÉTODOS CUANTITATIVOS

9.1 EVALUACIÓN POR ADYACENCIA DE DEPARTAMENTOS

Esta evaluación permite verificar que tanto se cumplieron las relaciones determinadas con anterioridad en el Diagrama de Relaciones. Los tipos de relaciones entre departamentos, y el número de estas que se cumplieron en las alternativas propuestas.

Para la realización de esta evaluación se compararon cada una de las alternativas propuestas con el Diagrama de Relaciones. Esta evaluación se realizó por medio de la verificación de las Adyacencias cumplidas, para cada alternativa. Se halló el número de adyacencias cumplidas según corresponda (A, E, I, O, U) y se le dio una calificación al cumplimiento de las adyacencias, de la siguiente forma:

A: 20

E: 15

I: 10

O: 5

U: 0

Después de haber obtenido la información necesaria (número de adyacencias cumplidas, multiplicadas por cada calificación) se suman las calificaciones de cada alternativa. Y se compara el valor obtenido en cada una de las alternativas con la eficiencia teórica, con el fin de conocer la eficiencia de cada alternativa.

En la siguiente tabla se presenta la aplicación de la evaluación según adyacencias entre departamentos:

Alternativa/Distribución	Tipo de relación	Número de relaciones cumplidas	Calificación por relación cumplida	Total	Eficiencia
1	A	7	20	140	65,2%
	E	1	15	15	
	I	4	10	40	
	O	4	5	20	
	U	6	0	0	
Total alternativa				215	
2	A	7	20	140	56,1%
	E	1	15	15	
	I	2	10	20	
	O	2	5	10	
	U	7	0	0	
Total alternativa				185	
3	A	7	20	140	68,2%
	E	1	15	15	
	I	6	10	60	
	O	2	5	10	
	U	6	0	0	
Total alternativa				225	
Actual	A	7	20	140	48,5%
	E	0	15	0	
	I	1	10	10	
	O	2	5	10	
	U	8	0	0	
Total distr. actual				160	
Alternativa/Distribución	Tipo de relación	Número de relaciones potenciales	Calificación por relación cumplida	Total	Eficiencia
Teórica	A	9	20	180	100%
	E	3	15	45	
	I	6	10	60	
	O	9	5	45	
	U	30	0	0	
Total distr. teórica				330	

Tabla 9. Aplicación de evaluación de adyacencias de departamentos
Fuente: Los autores

9.2 EVALUACIÓN POR LA FORMA DE LOS DEPARTAMENTOS

Para la eficiencia en el manejo de materiales, el tránsito de operarios, transporte o evacuaciones; los pasillos entre departamentos deben ser de mínima distancia de viaje lo cual se logra con un departamento lo más rectangular posible. Los pasillos principales, los cuales conectan a los departamentos, serán irregulares en departamentos irregulares; y por ende complicados para transitarlos. Además, una mala forma de departamentos hace muy difícil una organización interna eficiente y efectiva. La regularidad entre los departamentos se puede medir a través de la siguiente ecuación y así determinar si el departamento tiene una forma eficiente:

$$F = \frac{P}{4\sqrt{A}}$$

En la ecuación anterior,

F = Factor de medición de la forma del departamento

P = Perímetro real del departamento

A = Área real del departamento

De acuerdo a Tompkins¹⁹, el departamento estudiado tendrá una forma rectangular, y por ende se tendrá un buen aprovechamiento de espacio y flujo eficiente, mientras el valor de F se encuentre entre 1 y 1.4. La eficiencia de cada alternativa/distribución se calcula dividiendo el número de veces que F se encuentra dentro de este rango (1 y 1.4), sobre el número de total de departamentos en análisis.

En la siguiente tabla se presentan los cálculos de F para los departamentos en las alternativas planteadas y en la distribución actual.

¹⁹ TOMPKINS, James A. Planeación de Instalaciones, México: Ed Thomson / Paraninfo., 3ra Edición., 2006.

Alternativa 1				
Departamento	A	P	F	1<=F<=1,4
Conformado	391,4	86,6	1,09	si
Soldadura	53,50	31,40	1,07	si
Ensamble	75,60	36,60	1,05	si
Pintura	33,00	23,00	1,00	si
Envíos	39,90	25,40	1,01	si
Recepción	38,50	25,40	1,02	si
Bodega/Almacén	492,20	116,30	1,31	si
Productos terminados	45,60	27,40	1,01	si
Oficina Jefe de Patio	11,40	15,40	1,14	si
Oficinas Administrativas	81,95	40,50	1,12	si
Área para los empleados	22,00	19,00	1,01	si
Parqueadero y P. eléctrica	25,00	20,00	1,00	si

Alternativa 2				
Departamento	A	P	F	1<=F<=1,4
Conformado	379,90	87,40	1,12	si
Soldadura	52,00	34,00	1,18	si
Ensamble	75,00	35,00	1,01	si
Pintura	33,00	23,20	1,01	si
Envíos	50,50	30,20	1,06	si
Recepción	38,50	25,40	1,02	si
Bodega/Almacén	481,60	116,30	1,32	si
Productos terminados	50,00	30,00	1,06	si
Oficina Jefe de Patio	10,00	14,00	1,11	si
Oficinas Administrativas	81,95	40,50	1,12	si
Área para los empleados	22,00	19,00	1,01	si
Parqueadero y P. eléctrica	25,00	20,00	1,00	si

Alternativa 3				
Departamento	A	P	F	1<=F<=1,4
Conformado	381,60	85,90	1,10	si
Soldadura	52,00	34,00	1,18	si
Ensamble	74,80	39,20	1,13	si
Pintura	36,80	25,00	1,03	si
Envíos	41,80	27,40	1,06	si
Recepción	38,50	25,40	1,02	si
Bodega/Almacén	490,30	116,30	1,31	si
Productos terminados	50,00	30,00	1,06	si
Oficina Jefe de Patio	11,40	13,60	1,01	si
Oficinas Administrativas	81,95	40,50	1,12	si
Área para los empleados	22,00	19,00	1,01	si
Parqueadero y P. eléctrica	25,00	20,00	1,00	si

Distribución Actual				
Departamento	A	P	F	1<=F<=1,4
Conformado	211,59	184,60	3,17	no
Soldadura	88,20	66,60	1,77	no
Ensamble	188,54	174,40	3,18	no
Pintura	35,00	24,00	1,01	si
Envíos	51,00	46,00	1,61	no
Recepción	28,56	22,00	1,03	si
Bodega/Almacén	491,04	99,40	1,12	si
Productos terminados	53,10	42,70	1,46	no
Oficina Jefe de Patio	9,00	12,00	1,00	si
Oficinas Administrativas	73,92	37,60	1,09	si
Área para los empleados	12,42	14,60	1,04	si
Parqueadero y P. eléctrica	48,55	32,00	1,15	si

Tabla 10. Aplicación de evaluación de forma de departamentos
Fuente: Los autores

9.3 EVALUACIÓN POR LAS DISTANCIAS ENTRE DEPARTAMENTOS

La evaluación según las distancias entre los departamentos consiste en la construcción de matrices donde se organiza información numérica acerca de las relaciones entre los centros de trabajo o departamentos. Estas matrices son de dos tipos: de interacciones y de distancias.

Primeramente se realiza una matriz general de interacciones entre departamentos, esta se elabora con la información recolectada a través de observación y entrevistas con los empleados a cerca del número de veces que tienen que desplazarse de un lugar a otro.

Posteriormente se realiza una matriz de distancias por cada alternativa o distribución a evaluar. Finalmente se calculan los recorridos totales que deben hacer los empleados, en cada uno de los escenarios o alternativas presentados. Estos valores se obtienen multiplicando correspondientemente los valores de las matrices distancias con los valores de la matriz interacciones.

- La *Matriz Interacciones*: muestra el número total de veces que en promedio hay desplazamiento de un centro de trabajo a otro de empleados, materiales o productos. Es una matriz general porque debe ser multiplicada por las matrices de distancias de todas las alternativas con el fin de obtener su correspondiente recorrido total.
- La *Matriz Distancias*: surge de la medición de las distancias entre los departamentos o centros de trabajo. Esta dada en metros cuadrados. Cada alternativa posee una matriz de distancias adjunta.

NÚMERO DE INTERACCIONES ENTRE DEPARTAMENTOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Conformado	Soldadura	Ensamble	Pintura	Envíos	Recepción	Bodega/ almacén	Productos terminados	Of. jefe de patio	Of. adm.	Casilleros	Reloj de entrada
1 Conformado		128	50	42	2	10	11	8	75	5	10	10
2 Soldadura	124		115	18	2	5	26	76	75	5	10	10
3 Ensamble	152	90		75	2	5	19	42	50	5	10	10
4 Pintura	11	58	12		2	3	37	35	38	2	4	4
5 Envíos	2	2	2	2		2	36	82	30	4	2	2
6 Recepción	10	5	5	3	2		262	1	32	75	2	2
7 Bodega/ almacén	22	32	30	18	35	112		55	14	50	6	6
8 Productos terminados	110	76	39	31	25	1	7		50	1	2	2
9 Oficina jefe de patio	75	75	50	37	50	18	7	50		10	2	2
10 Oficinas administrativas	5	5	5	2	4	75	50	1	10		3	15
11 Casilleros	10	10	10	4	2	2	6	2	2	3		70
12 Reloj de entrada	10	10	10	4	2	2	6	2	2	15	70	

Tabla 11. Número de interacciones entre departamentos

Fuente: Los autores

NÚMERO DE INTERACCIONES ENTRE DEPARTAMENTOS (MATRIZ ACUMULADA)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Conformado	Soldadura	Ensamble	Pintura	Envíos	Recepción	Bodega/ almacén	Productos terminados	Of. jefe de patio	Of. adm.	Casilleros	Reloj de entrada
1 Conformado		252	202	53	4	20	33	118	150	10	20	20
2 Soldadura			205	76	4	10	58	152	150	10	20	20
3 Ensamble				87	4	10	49	81	100	10	20	20
4 Pintura					4	6	55	66	75	4	8	8
5 Envíos						4	71	107	80	8	4	4
6 Recepción							374	2	50	150	4	4
7 Bodega/ almacén								62	21	100	12	12
8 Productos terminados									100	2	4	4
9 Oficina jefe de patio										20	4	4
10 Oficinas administrativas											6	30
11 Casilleros												140
12 Reloj de entrada												

Tabla 12. Número de interacciones entre departamentos (matriz acumulada)

Fuente: Los autores

DISTANCIAS ENTRE DEPARTAMENTOS - DISTRIBUCIÓN ACTUAL

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Conformado	Soldadura	Ensamble	Pintura	Envíos	Recepción	Bodega/ almacén	Productos terminados	Of. jefe de patio	Of. adm.	Casilleros	Reloj de entrada
1 Conformado		23,8	31,7	16,7	47	60	80,3	50	58	65	32	62
2 Soldadura			25	18	26	38	55,3	32,2	31,3	43	25	40
3 Ensamble				23,8	17,6	29,6	46,9	23,6	22,6	34,6	35,2	31,6
4 Pintura					15,8	27,8	45,1	21,8	20,8	32,8	30	29,8
5 Envíos						12,0	29,3	6,0	5,0	17,0	44,0	14,0
6 Recepción							17,3	18	7	5	56	2
7 Bodega/ Almacén								35,3	27,3	17,3	73,8	12,5
8 Productos terminados									8	23	44	20
9 Oficina jefe de patio										12	47,5	9
10 Oficinas administrativas											61	3
11 Casilleros												58
12 Reloj de entrada												

Tabla 13. Distancias entre departamentos distribución actual

Fuente: Los autores

DISTANCIAS ENTRE DEPARTAMENTOS - ALTERNATIVA I

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Conformado	Soldadura	Ensamble	Pintura	Envíos	Recepción	Bodega/a Imacén	Productos terminados	Of. jefe de patio	Of. adm.	Casilleros	Reloj de entrada
1 Conformado		19	12,2	19,5	20,6	26,6	43,9	20,6	25,1	38,4	24,5	24,5
2 Soldadura			18,7	30,6	23,1	29,1	46,4	14	19	40,9	18	18
3 Ensamble				9	34,8	40,9	58,2	25,4	30,3	52,7	8	8
4 Pintura					40,1	46,1	63,4	40,1	44,6	57,9	5	5
5 Envíos						6	23,3	9,5	4,5	17,8	45,1	45,1
6 Recepción							17,3	15,5	10,5	11,8	51,1	51,1
7 Bodega/ Almacén								32,8	27,8	17,3	68,4	68,4
8 Productos terminados									5	27,3	44,6	44,6
9 Oficina jefe de patio										22,3	49,1	49,1
10 Oficinas administrativas											71,4	71,4
11 Casilleros												0
12 Reloj de entrada												

Tabla 14. Distancias entre departamentos alternativa I
Fuente: Los autores

DISTANCIAS ENTRE DEPARTAMENTOS - ALTERNATIVA II

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Conformado	Soldadura	Ensamble	Pintura	Envíos	Recepción	Bodega/a Imacén	Productos terminados	Of. jefe de patio	Of. adm.	Casilleros	Reloj de entrada
1 Conformado		13,4	14	11	24,6	25,4	47,9	13,9	19,9	43,4	16,5	16,5
2 Soldadura			27,4	11	19,4	25,4	42,7	19,8	25,8	37,2	17	17
3 Ensamble				8,8	17,2	23,2	40,5	44,1	25,8	35	25	25
4 Pintura					8,4	14,4	31,7	24,9	17	26,2	33,8	33,8
5 Envíos						6	23,3	14,6	8,6	17,8	42,2	42,2
6 Recepción							17,3	20,6	14,6	11,8	48,2	48,2
7 Bodega/ Almacén								37,9	31,9	17,3	65,5	65,5
8 Productos terminados									6	32,4	35,8	35,8
9 Oficina jefe de patio										26,4	41,8	41,8
10 Oficinas administrativas											60	60
11 Casilleros												0
12 Reloj de entrada												

Tabla 15. Distancias entre departamentos alternativa II
Fuente: Los autores

DISTANCIAS ENTRE DEPARTAMENTOS - ALTERNATIVA III

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Conformado	Soldadura	Ensamble	Pintura	Envíos	Recepción	Bodega/ almacén	Productos terminados	Of. jefe de patio	Of. adm.	Casilleros	Reloj de entrada
1 Conformado		13,5	16,6	13,1	19,1	25,1	42,4	21,6	18,6	36,9	23,2	23,2
2 Soldadura			30,1	21,1	27,1	33,1	50,4	35,6	16,1	44,9	24	24
3 Ensamble				9,5	13,5	19,5	36,8	5	15	31,3	26,2	26,2
4 Pintura					6	12	29,3	10	5,5	23,8	35,9	35,9
5 Envíos						6	23,3	8,5	6	17,8	41,9	41,9
6 Recepción							17,3	14,5	12	11,8	47,9	47,9
7 Bodega/Almacén								31,8	29,3	17,3	65,2	65,2
8 Productos terminados									14,5	26,3	31,3	31,3
9 Oficina jefe de patio										23,8	41,4	41,4
10 Oficinas administrativas											59,7	59,7
11 Casilleros												0
12 Reloj de entrada												

Tabla 16. Distancias ente departamentos alternativa III
Fuente: Los autores

La evaluación según las distancias entre departamentos se deriva del método de costos de manejo de materiales. Este método es uno de los más utilizados en la distribución de planta orientada al proceso²⁰. Con el se busca la alternativa que reduzca al mínimo el recorrido total considerando no solo la cantidad de interacciones entre departamentos (de trabajadores, materiales o productos); sino también las distancias sobre las cuales se realizan los movimientos.

La disposición más eficiente, implica que los costos de manejo de materiales para la distribución total quedarán minimizados si los departamentos que tienen un elevado número de interacciones se sitúan adyacentes unos a otros.

Como el transporte no agrega valor al producto, pero si costos, se debe buscar una alternativa de distribución que reduzca al mínimo los recorridos innecesarios entre los departamentos.

La unidad de contribución relacionada en este problema son unidades de distancia (metros), por lo cual este es un problema de minimización. La evaluación según las distancias entre los departamentos sugiere, destacar la alternativa que presente menor recorrido total entre los departamentos.

Una vez que se tienen las distancias entre los departamentos de cada alternativa, se calcula el recorrido entre estos, de la siguiente manera:

²⁰ MEYERS Fred E., STEPHENS Mathew P. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. Editorial Pearson Prentice Hall. 2006

$$\text{Recorrido Total} = \sum d_{ij} (i_{ij})$$

En donde:

d_{ij} = Distancia entre los departamentos i y j

i_{ij} = Interacciones entre los departamentos i y j

Así podemos calcular el recorrido presentado en las tres alternativas y compararlo con el recorrido de la distribución actual.

Recorrido total de la distribución actual:

= 99.913 mts

Recorrido total de la alternativa I:

= 76.667 mts

Recorrido total de la alternativa II:

= 71.968 mts

Recorrido total de la alternativa III:

= 69.418 mts

Con este criterio observamos que la alternativa más eficiente en cuanto a distancias totales recorridas y por ende reducción de costos de desplazamiento, es la alternativa III.

9.4 RESULTADO DE LAS EVALUACIONES DE ALTERNATIVAS

Una vez evaluadas las alternativas bajo los tres criterios, se presentan en un cuadro comparativo los resultados obtenidos por cada uno de los métodos de evaluación.

Alternativa/ Distribución	Evaluación por adyacencia de departamentos	Evaluación por la forma de los departamentos	Evaluación por distancias entre departamentos
I	65,2%	100%	76.667 mts
II	56.1%	100%	71.968 mts
III	68,2%	100%	69.418 mts
Actual	48,5%	58.3%	99.913 mts

Tabla 17. Resultados de las evaluaciones de alternativas

Fuente: Los autores

De acuerdo a los tipos de evaluación, se puede apreciar que las evaluaciones según distancias y según adyacencia entre departamentos, son consecuentes en cuanto a la tendencia de los resultados. En ellas se puede observar que la alternativa III presentó las mejores calificaciones. Esto es atribuido principalmente a que en el diseño de la alternativa III se logró un equilibrio en cuanto a la disposición de departamentos con altas necesidades de cercanía y las distancias que se deben recorrer entre ellos (*Ver Alternativa III*).

Con la aplicación de la evaluación según la forma de los departamentos, se corroboró que las alternativas propuestas cumplen con el criterio de regularidad, contrastando así con la distribución actual de centros de trabajo, en la cual las áreas son evidentemente irregulares, impidiendo así una organización que tenga en cuenta la agrupación de maquinarias y trabajadores. En la distribución actual, 5 de los 12 departamentos presentan formas irregulares lo cual le confiere una calificación de 58,3%, que en comparación con la calificación de las alternativas I, II y III; es inferior.

Es de resaltar, que la organización rectangular se refleja en un mejor aprovechamiento del espacio; en una mínima distancia de viaje entre pasillos

para el flujo eficiente de personas y materiales; facilita la demarcación de áreas y la organización interna de cada departamento.

La evaluación según distancias entre departamentos, a diferencia de las demás evaluaciones, le da una mejor valoración a la alternativa/distribución que menor valor presenta, valor que está dado en unidades de distancias y que es importante para la empresa porque con él se estima que tanto se está desplazando el personal, de un lugar a otro. Lo cual se traduce en tiempo y costos.

La alternativa III disminuye el recorrido de los trabajadores en un 31%, en relación con la distribución actual, al pasar de 99.913 a 69418 metros por día. Este hecho, le permitió obtener la mejor valoración en la evaluación según distancias. La segunda instancia la ocupó la alternativa II. El mejor desempeño de la alternativa II, fue en esta prueba, ya que en la evaluación según adyacencias ocupó el tercer lugar. Este cambio de posición se debe, en gran medida, a que las restricciones de salud ocupacional que se deben cumplir, impiden que ciertas áreas como soldadura y casilleros, estén ubicadas adyacentemente (*Ver Alternativa II*).

Por su parte, la alternativa I obtuvo su mejor desempeño en la prueba según adyacencias, debido a que estuvo a 3 puntos porcentuales de igualar a la alternativa III. Al realizar una comparación entre la alternativa III y la distribución actual, debe tenerse en cuenta que, la primera presenta una diferencia del 19,7%, por encima de la segunda. Lo que representaría para la empresa una reducción en costos, tiempos y distancias de desplazamiento entre departamentos.

Las calificaciones obtenidas por cada alternativa/distribución, han permitido demostrar cuantitativamente que la distribución actual no es coherente con las necesidades de operación y de mejoramiento del área de producción y almacén de la empresa.

10.CONCLUSIONES

Con la realización del estudio “REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA FÍSICA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN Y ALMACÉN DE LA EMPRESA TUBOS Y METALES & CIA LTDA.”, se logró proponer alternativas de distribución para las áreas de producción y almacén. Con la formulación de estas alternativas, se busca proponer a la empresa opciones que le permitan adecuar la disposición de los elementos del ciclo productivo, con el fin último de mejorar la productividad.

Durante la realización del estudio se tuvieron en cuenta factores que afectan de manera directa la distribución de las instalaciones. Factores como la seguridad de los trabajadores, la ejecución de los procesos, el manejo de materiales, entre otros; son fundamentales en el momento de diagnosticar las condiciones actuales de organización física de una empresa.

Los análisis realizados demuestran falencias en la actual organización de centros de trabajo; en la disposición de maquinarias y de materiales; en la utilización de medios de almacenamiento y elementos de protección personal. De igual forma se pudo evidenciar, particularmente, la carencia áreas demarcadas para la realización de los procedimientos y el tránsito seguro de las personas que ingresan a la planta.

De acuerdo a la naturaleza de las operaciones que se llevan a cabo en la empresa, se aplicó la metodología SLP (SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING). A través de ella y teniendo en cuenta el diagnóstico de la situación actual, se establecieron las relaciones de cercanía que deben cumplir cada departamento en relación a los demás, y se plantearon las alternativas de distribución, teniendo en cuenta factores de tipo cualitativo y

como referente de gran importancia la redistribución que arrojó la simulación con el software WINQSB (versión 2.0 para Windows).

Los métodos o criterios de tipo cuantitativo, permitieron evaluar las alternativas de distribución y realizar un cuadro comparativo de cada una, donde se muestran sus respectivas calificaciones de acuerdo a determinados criterios como lo son adyacencias, formas de departamentos y distancias entre centros de trabajo.

11.RECOMENDACIONES

SISTEMA DE PRODUCCIÓN:

Teniendo presente los análisis y proposiciones relacionados con la distribución de las instalaciones, se recomienda los siguientes aspectos:

- Aplicar estrategia de las 5S en el taller²¹:
 - Clasificar (Seiri)
 - Orden (Seiton)
 - Limpieza (Seiso)
 - Limpieza Estandarizada (Seiketsu)
 - Disciplina (Shitsuke)

Con esta estrategia de origen japones, se busca Mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo. Se aplica a través de: charlas de sensibilización, clasificación de los elementos necesarios e innecesarios en el taller y programas de limpieza general.

- De acuerdo a los proceso de fabricación que se llevan actualmente se recomienda reducir el número de inspecciones. A pesar de que las inspecciones reducen la posibilidad de errores en la producción, el exceso de las mismas también genera aumentos en los tiempos de producción y costos innecesarios originados por concepto de materiales, de mano de obra y por detención de equipos en horario de producción. Por consiguiente se recomienda capacitar a los trabajadores encargados de cada proceso para que puedan inspeccionar su trabajo al tiempo que lo realizan.

²¹ MASA AKI IMAI. Cómo Implementar el Kaizen en el Sitio de Trabajo. Editorial Mc Graw Hill. 1998

INVENTARIO Y MANEJO DE MATERIALES EN ÁREAS PRODUCCIÓN Y BODEGA:

A continuación se proponen recomendaciones con el fin de organizar el almacenamiento de la materiales, velar por la protección integridad de los mismos y permitir un mejor control de inventarios:

- Definir un sitio en la bodega de materiales específicamente para las materias primas que requiere producción. Teniendo en cuenta también una ubicación adecuada para las pipetas de gases (acetileno, tolueno) utilizadas en soldadura.
- Adecuar en el interior de cada departamento o centro de trabajo, áreas para la ubicación de material en proceso y material defectuoso que se van generando con los procesos. En los requerimientos de espacios de cada área de modelos de alternativas propuestos, se contempló la asignación de espacio adicional a cada departamento para el depósito de este tipo de materiales.
- Realizar un programa de codificación y rotulación de activos que incluya maquinarias, herramientas, equipos, materias primas, estanterías y muebles. Las etiquetas deben ser legibles y claras. Esto con el fin de mejorar el control y localización de los mismos, de forma que se pueda conocer su ubicación y la disponibilidad para su uso.
- Solicitar a los proveedores de materias primas, la respectiva ficha técnica y de seguridad de cada materia prima para disponer, transportar, manipular y adecuar el área de acuerdo con las especificaciones descritas.

- Adquirir equipos de manipulacion de materiales. La empresa debe contar al menos con carretillas manuales, un montacarga y un puente grua adicional para el área de bodega. Esto con el fin de disminuir los tiempos de transporte de materiales pesados de un lugar a otro y proteger la integridad de los operarios que actualmente están sometidos a cargar grandes pesos. En cuanto a la instalacion del puente grua se sugiere que sea perpendicular al que existe actualmente y que permita desplazar objetos entre la bodega de materiales y el área de producción.
- Verificar siempre que los espacios de almacenamiento esten protegidos contra la interperie y contruidos con bordillos o canaletas para contener y/o dirigir el aceite derramado a tanques o fosas de captacion de derrames y fugas de liquidos.
- Trasladar de la entrada las estanterias que actualmente estan a los costados del área de recepcion, estas estanterias generan riesgos y a su vez, limita la manipulacion de los materiales alli ubicados.

SALUD OCUPACIONAL:

El aseguramiento de los trabajadores proporciona a la empresa mayores niveles de productividad. La prevención es un mecanismo utilizado en la industria para asegurar la continuidad de los trabajadores en los procesos de producción.

- En el área de producción y almacenamiento de la empresa se recomienda que se realice una demarcación de las zonas de trabajo y pasillos de tránsito, de tal forma que se proporcione una mayor seguridad a los trabajadores, mejore el aspecto físico de la planta y permita el transporte interno de materias primas, así como de productos en proceso que requieran operaciones de otros procesos.

En todos los departamentos de la empresa se debe establecer un área para la operación de la maquinaria teniendo en cuenta las dimensiones de los insumos y herramientas allí usados, de igual forma se recomienda la implementación de señales visuales (figura 22), en todas las áreas que muestren a trabajadores y visitantes, el nombre del departamento, los elementos de protección personal que deben portar las personas que ingresen, y las advertencias de seguridad de los materiales peligrosos.

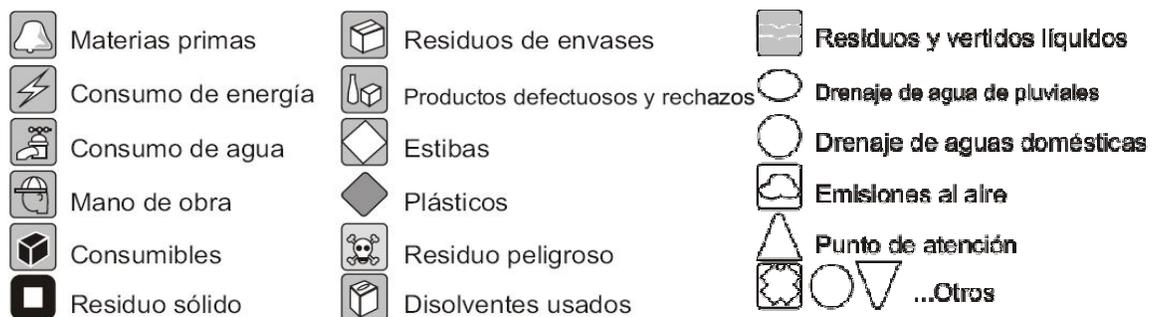


Figura 35. Señales visuales para empresas metalmeccánicas

Fuente: ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C., Oportunidades de producción más limpia en el sector de metalmeccánica. Guía para empresarios. Año 2007

- La pavimentación del suelo de las zonas de producción y almacenamiento se deben realizar de tal forma que la superficie tenga cierto grado de rozamiento para la prevención de caídas. Esta pavimentación se recomienda efectuarla de tal forma que no se presenten grietas y desniveles que en épocas de lluvia o por la caída de líquidos generen charcos.
- Elaborar cartelera de información con el fin de mejorar la comunicación organizacional entre las altas directivas y los operarios, estas carteleras se pueden ubicar en el área de casilleros y en la entrada de las oficinas administrativas, publicando información sobre los programas de capacitación, fechas importantes, entre otros. La cartelera debe ser actualizada regularmente y de la misma debe estar encargada directamente una persona o departamento.
- Programar fechas y actividades con el fin de integrar a los empleados de todos los departamentos de la empresa, generando un sentido de pertenencia de los trabajadores hacia la empresa.
- Realizar con la empresa encargada de riesgos profesionales (ARP), planes y ejecución de simulacros de evacuación, capacitaciones sobre el uso adecuado de herramientas, insumos y elementos de protección personal, entre otras medidas de prevención que disminuya la ocurrencia de accidentes laborales. De igual forma es vital la creación en la empresa de una brigada de primeros auxilios la cual estaría en comunicación constante con la ARP para una adecuada ejecución de los procedimientos que permitan reaccionar de forma adecuada ante posibles situaciones de riesgo.

- Programar jornadas de orden, mantenimiento y aseo de los puestos de trabajo de los operarios, identificando los materiales y herramientas que pueden causar accidentes y demoras durante los procesos de producción. Estas jornadas inicialmente se realizan con horarios y fechas establecidas por el jefe de producción, que con el tiempo harán parte de una cultura de orden y aseo de los trabajadores disminuyendo progresivamente los tiempos de realización.
- Renovar e inspeccionar los uniformes, guantes, zapatos, entre otros elementos de protección personal que proporcionan a los trabajadores seguridad durante la ejecución de sus funciones. También se recomienda mejorar las condiciones de iluminación (visibilidad) en todos los departamentos.
- Actualmente las empresas del sector metalmecánico por los procesos de apertura, crecimiento e implementación de Sistemas de Gestión, se ven en la necesidad de implementar medidas de mejoramiento tanto para los trabajadores como para los productos. Por lo anterior, las grandes empresas exigen a sus proveedores el cumplimiento de exigentes requisitos con el fin de aumentar la confiabilidad de los insumos recibidos.

Es recomendable para la empresa, en su proceso de crecimiento y posicionamiento en el mercado, que se implemente el RUC (Registro Único de Contratistas) el cual es operado por el Consejo Colombiano de Seguridad y se encarga de velar por un desarrollo armónico de los programas de Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, sector que está en auge en el país y principalmente en la ciudad como punto estratégico por sus puertos y zonas francas.

MEDIO AMBIENTE:

Durante el proceso productivo la empresa puede implementar medidas para la conservación del medio ambiente, así como para la mitigación del impacto de los residuos que se generan durante el proceso productivo.

En el caso de las empresas del sector metalmeccánico y específicamente Tubos y Metales & Cia. Ltda., el uso de materiales como tuberías de hierro y láminas durante los procesos de producción, generan durante los mismos virutas y desperdicios de materiales que en ocasiones no pueden ser usados en el mismo proceso. Se propone una reutilización en otros procesos, o ser almacenados adecuadamente y vendidos a empresas especializadas en su manejo.

En la realización de gran parte de los procesos de Tubos y Metales & Cia. Ltda, se usa de manera constante y prolongada gases, aceites y grasas, los cuales son considerados altamente contaminantes y peligrosos para la salud de los trabajadores. Estos gases son almacenados en pipetas que después de terminado su contenido aún presenta partículas o pequeñas cantidades. En el momento de ser desechados deben entregarse a compañías encargadas de realizar una adecuada disposición de los mismos ya que el almacenamiento de pipetas desocupadas puede llegar a ser altamente contaminante y peligroso para la empresa. El almacenamiento de las pipetas, grasa y aceites es recomendable que sea supervisado y controlado por el jefe de patio y que se determine un lugar fijo para tal fin (ya sea de insumos, como de residuos de los mismos).

En la actualidad en las empresas se implementan políticas para el uso de residuos, reciclaje y demás políticas que buscan una reducción en los niveles de contaminación, es por esto que en las empresas de tipo industrial se está

implementando la *Producción Más Limpia (PML o P+L)*, política apoyada por la mayoría de gremios que buscan que las empresas industriales por medio de la prevención optimicen el uso de materias primas, den un adecuado manejo de sus residuos, y conserven el medio ambiente. La implementación de estas políticas son estimuladas por el gobierno con incentivos tributarios que benefician a las empresas y que estimulan la inversión ambiental.

Algunas medidas de bajo costo que generan importantes resultados productivos y ambientales son, entre otras²²:

- Desarrollar programas como el de las 3R, que promuevan el uso óptimo de insumos, la reutilización de materiales y el reciclaje de los residuos sólidos:

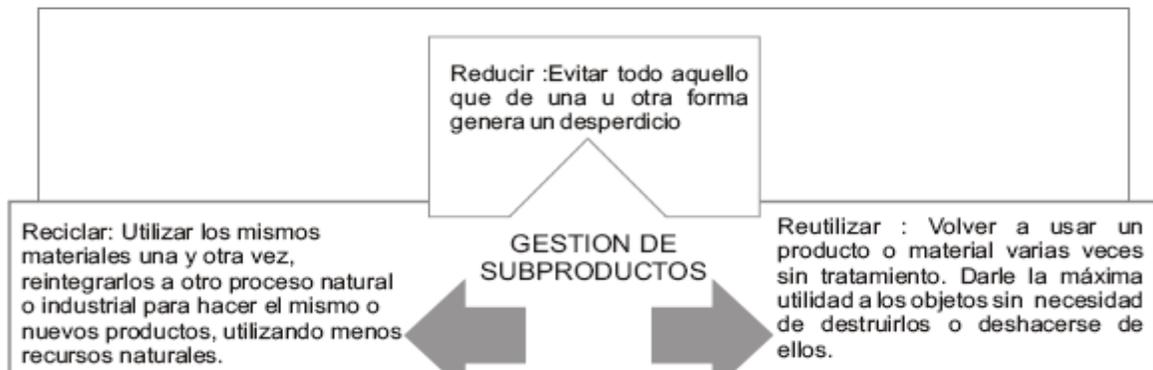


Figura 36. Programa de las 3R

Fuente: ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C., Oportunidades de producción más limpia en el sector de metalmecánica. Guía para empresarios. Año 2007

²² ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C., Oportunidades de producción más limpia en el sector de metalmecánica. Guía para empresarios. Año 2007

- El orden permanente y mantenimiento oportuno de equipos
- La información y capacitación en todos los niveles de la organización empresarial
- El conocimiento y seguimiento a los insumos y materias primas desde sus fabricas y centros proveedores
- El seguimiento tanto de productos elaborados, como de residuos industriales

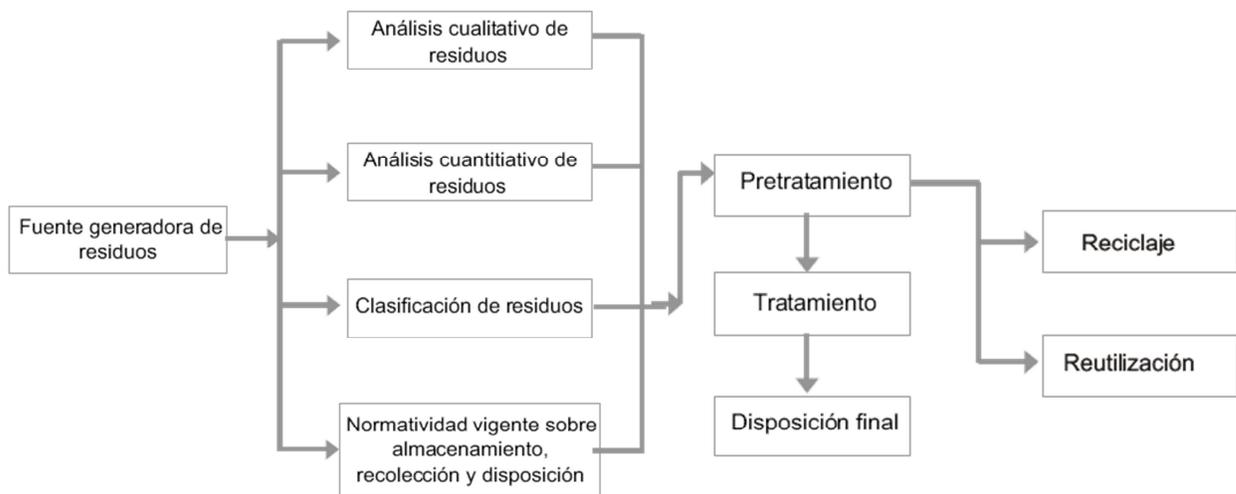


Figura 37. Diagrama de manejo de residuos sólidos industriales

Fuente: ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C., Oportunidades de producción más limpia en el sector de metalmecánica. Guía para empresarios. Año 2007

12. GLOSARIO

ABRASIVO: Productos que sirven para desgastar o pulir, por fricción, sustancias duras como metales.

ARCO ELÉCTRICO: Se entiende por arco eléctrico como la descarga eléctrica que se forma entre dos electrodos sometidos a una diferencia de potencial y colocados en el seno de una atmósfera gaseosa enrarecida, normalmente a baja presión, o al aire libre. El sistema de soldadura eléctrica con electrodo recubierto se caracteriza, por la creación y mantenimiento de un arco eléctrico entre una varilla metálica llamada electrodo, y la pieza a soldar.

ARMADO: Proceso mediante el cual se unen varias piezas entre sí con soldadura, para componer una estructura previamente diseñada.

CAJA ESTACIONARIA: Recipiente metálico técnicamente apropiado, para el depósito temporal de residuos sólidos de origen comunitario, ubicado en lugar accesible y apartado, compatible con los equipos de recolección y provisto por las empresas encargadas del aseo.

CAJA AMPLIRROLL: Contenedor o recipiente metálico adaptado para el transporte en camiones dotados de un brazo hidráulico. Estos contenedores pueden ser abiertos o cerrados.

CHANNEL: Perfil de hierro en forma de U. En la industria de la construcción metálica sirven como elementos estructurales formando parte de vigas, columnas, entrepisos.

CONFORMADO: Proceso para la remoción de metal de superficies planas. Consistente en pasar una herramienta de un solo filo sobre la superficie de una pieza de trabajo fija.

CORTADORA DE PLASMA: Maquina que consta de un arco de plasma, el cual se emplea para cortar materiales difíciles de seccionar con otros métodos, como el acero inoxidable y las aleaciones de aluminio. Los cortes resultantes son muy limpios a diferencia de otros tipos de cortes. Con el plasma se cree que forma un cuarto elemento, más allá de lo gaseoso. Su utilización deriva del calor que puede producir como fuente de energía para fundir y eliminar el material.

DEMARCACIÓN: Delineamiento de los límites o confines de un área de trabajo.

ELECTRODO REVESTIDO: El proceso de soldadura con arco eléctrico con electrodos revestidos (Shielded Metal Arc Welding - SMAW), consiste en un arco eléctrico que se forma cuando el electrodo hace contacto con la pieza que se va soldar; el electrodo entonces se va consumiendo a medida que se forma el cordón de soldadura, cuya protección contra contaminaciones del aire atmosférico se hace por atmósfera gaseosa y escoria, provenientes de la fusión de su revestimiento.

ERGONOMÍA: Estudio de datos biológicos y tecnológicos aplicados a problemas de mutua adaptación entre el hombre y la máquina.

GMAW: Es un proceso en el cual un arco eléctrico controlado es establecido entre la pieza a ser soldada (obra) y un electrodo no-consumible. Este proceso es conocido como Soldadura TIG (Tungsten Inert Gas) o GTAW

(Gas Tungsten Arc Welding). El proceso es ampliamente utilizado, en producción y mantenimiento industrial, para soldar planchas de bajo espesor (0,2 mm a 8 mm) de aceros carbono, aceros inoxidable, aluminio y sus aleaciones, cobre y sus aleaciones, titanio, circonio, níquel y sus aleaciones.

HERRERÍA: Referente a la fundición, forjado y labrado del hierro.

INTERMITENTE: Proceso que no es constante; que ocurre periódicamente.

MAQUINA HERRAMIENTA: Tipo de máquina que se utiliza para dar forma a materiales sólidos, principalmente metales. El moldeado de la pieza se realiza por la eliminación de una parte del material, que se puede realizar por arranque de viruta, por estampado o corte.

MARCAMETAL: Marcador de pintura de amplia variación de temperatura para marcar metales a altas temperaturas.

METALMECÁNICA: Industria productora de piezas o equipos metálicos, tanto estructurales como utensilios, herramental. Provee partes a las demás industrias, siendo su insumo básico los metales, preponderantemente aleaciones de hierro.

MIG/MAG: Conocido como MIG (Metal Inert Gas), MAG (Metal Active Gas), o genéricamente como GMAW (Gas Metal Arc Welding). Es un proceso en el cual un arco eléctrico, controlado, es establecido entre la pieza a ser soldada (obra) y un alambre (electrodo).

MINGITORIOS: Orinal masculino.

NORMA AWS: Normas para procedimientos, evaluaciones y técnicas de soldadura de la Asociación Americana de Soldadura (American Welding Society)

ORDEN DE COMPRA: Es una solicitud escrita a un proveedor, por determinados artículos a un precio convenido. La solicitud también especifica los términos de pago y de entrega.

ORDEN DE SERVICIO. Es un formato diseñado por una empresa, por medio del cual se da inicio a la preparación de un pedido y se describen las especificaciones del producto a elaborar.

OXICORTE: Técnica de cortar metales con soplete oxiacetilénico (mezcla de oxígeno y acetileno)

PANTÓGRAFO: Maquina que permite crear, sobre metales, todo tipo de siluetas, figuras, logotipos, refacciones, números, letras, con gran definición y variedad de materiales.

SEÑALIZACIÓN: Disposición de señales que indiquen vías de emergencia, de tránsito seguro, localización de extintores, áreas de trabajo, escaleras y prevención de accidentes.

TUBERÍA GALVANIZADA: Conducto compuesto de tubos de hierro cubiertos con una capa de zinc; ya que, al ser el zinc más oxidable que el hierro y generar un óxido estable, protege al hierro de la oxidación al exponerse al oxígeno del aire y le confiere alta resistencia a los golpes.

TUBERÍA NEGRA: Conjunto de tubos elaborados básicamente de hierro. Se usa normalmente en aplicaciones como conducción de combustible, vapor y aire a presión.

BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C., Oportunidades de producción más limpia en el sector de metalmecánica. Guía para empresarios. Año 2007

AIT-EL-HADJ, S. (1990). Gestión de la Tecnología, la Empresa Ante la Mutación Tecnológica. Barcelona: Addison-Wesley.

ARRIETA, Yessica; PEREIRA, Licett y PUELLO, Joaquín. Impacto del Plan Maestro de Desarrollo (PMD) de ECOPETROL en el desarrollo del Sector Metalmecánico de la ciudad de Cartagena. 2006

CENTAURO, Liliana y PADILLA Katherine. Medición, Análisis y Evaluación de la Productividad en la Pequeña y Mediana Empresa del Subsector Metalmecánico de la Ciudad de Cartagena: Diseño de un Plan de Mejoramiento para el Subsector.

CUEVAS RAMÍREZ, Armando. Planeación de las Instalaciones de una Fábrica de Empaques Plegadizos Impresos. México. 2004.

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lil/cuevas_r_a/

CHASE, Richard, AQUILANO, Nicholas y JACOBS, Robert. Administración de Producción y Operaciones. Editorial Irwin/McGraw-Hill

JIMÉNEZ OCAMPO, Sandro, y MOLINA, Cecilia. Gestión del cambio empresarial en la Mipyme a partir del estudio de caso de la industria metalmecánica en Cartagena. Revista N°3 USB.

KATZ, Jorge. Cambio Tecnológico en la Industria Metalmeccánica Latinoamericana

MEYERS Fred E., STEPHENS Mathew P. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. Editorial Pearson Prentice Hall. 2006

MUÑOZ CABANILLAS, Martín. Diseño de distribución en planta de una empresa textil (online). Lima. 2004.

<http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibVirtual/monografias/Ingenie/munoz_cm/contenido.htm>

MUTHER, Richard. Distribución en planta. Ordenación racional de los elementos de producción industrial. Editorial Hispano Europea. Barcelona (España).1981

SEGURO SOCIAL, ADMINISTRADORA DE RIESGOS PROFESIONALES. Residuos, Industria y Salud. Medellín. Pregón Ltda. 1998.

SHCROEDER, Roger. Administración de operaciones. Toma de decisiones en la función de operaciones. Editorial Mc Graw Hill.

TOMPKINS, James A. Planeación de Instalaciones, México: Ed Thomson / Paraninfo., 3ra Edición., 2006.

UPIICSA. Unidad Profesional Interdisciplinaria De Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas. Curso de Distribución de Planta. Ingeniería Industrial. México. <<http://www.galeon.com/industrialupiicsa/indice.htm>>

ANEXOS

ANEXO A. Formato cuestionario para determinar las razones que sustentan la distribución actual.



TUBOS Y METALES & CIA Ltda.

**PROYECTO "REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA FÍSICA DEL
ÁREA DE PRODUCCIÓN Y ALMACÉN DE LA EMPRESA TUBOS Y METALES & CIA LTDA."**

CUESTIONARIO

FECHA:

OBJETIVO: Determinar las razones que sustentan la Distribución Actual e Identificar los requerimientos de los Usuarios en relación a la Redistribución de las Instalaciones.

APLICADO A: Jefes de Producción y de Talento Humano

PRIMERA PARTE: GESTIÓN DE PRODUCCIÓN

1. ¿CUAL DE LAS SIGUIENTES OPCIONES CONSIDERA USTED, QUE IDENTIFICA LA SITUACIÓN ACTUAL DE SU EMPRESA? Selección Única

- a) Énfasis en la tecnología de producto haciendo uso de la maquinaria inicial
- b) Incorporación de la Ingeniería de procesos con obtención de tecnología moderna
- c) Adaptación a nuevas formas de producción con base en la ingeniería de métodos y tiempos
- d) Normalización y estandarización de los procesos de producción

2. LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA SE DESARROLLA POR:

- a) Sobrepedido, de forma empírica y por medio oral
- b) Elaborado en función del volumen y tiempos de operación con base en la experiencia del jefe del taller
- c) Elaborada en función de los costos de fabricación con base en estudios de Métodos y Tiempos
- d) Elaborada en función de pronósticos de ventas y/o análisis de la demanda

3. ¿LA EMPRESA HA REALIZADO ESTUDIOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS O DE REINGENIERÍA, LOS CUALES HAYAN CONTRIBUIDO A LA OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DEL SISTEMA PRODUCTIVO?

- Sí
- No

4. SI SU RESPUESTA ES "SI", ¿QUÉ BENEFICIOS TRAJO ESTE PARA LA ORGANIZACIÓN?

- a) Medición de tiempos muertos
- b) Disminución de costos de producción
- c) Estandarización de métodos y tiempos
- d) Aumento en la productividad y rentabilidad

5. ¿EL PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA DE SU EMPRESA SE ENCUENTRA ENTRE?

- a) 0% - 50%
- b) 50% - 70%
- c) 70% - 80%
- d) 80% - 90%
- e) 90% - 100%

6. ¿CUAL ES LA CAUSA PRINCIPAL POR LA QUE SU EMPRESA CUENTA CON ESE NIVEL?

- a) Baja inversión
- b) Problemática por insumos
- c) Competencia del recurso humano
- d) Factores del mercado

7. ¿CUÁL DE LOS SIGUIENTES PROGRAMAS HA DESARROLLADO LA EMPRESA EN SU GESTIÓN Y PROCESOS DE PRODUCCIÓN?

Selección múltiple

- a) Cambios en los productos
- b) Cambios en los procesos
- c) Reorganización de la planta física
- d) Especialización en productos

8. ¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES NECESIDADES QUE TIENEN LAS ÁREA DE PRODUCCIÓN Y ALMACÉN?

9. NOMBRE LOS PROCESOS SE LLEVAN A CABO EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE DE LA EMPRESA:

- | | |
|----------|----------|
| 1. _____ | 5. _____ |
| 2. _____ | 6. _____ |
| 3. _____ | 7. _____ |
| 4. _____ | 8. _____ |

10. NOMBRE LOS PROCESOS SE LLEVAN A CABO EN EL ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE LA EMPRESA:

- | | |
|----------|----------|
| 1. _____ | 5. _____ |
| 2. _____ | 6. _____ |
| 3. _____ | 7. _____ |
| 4. _____ | 8. _____ |

11. ¿CREE QUE ESTOS PROCESOS SE LLEVAN A CABO DE LA MEJOR MANERA?

- Si
 No

¿POR QUÉ? _____

12. ¿QUÉ BENEFICIOS HA TRAÍDO A LA EMPRESA, LA ACTUAL ORGANIZACIÓN DE LOS CENTROS DE TRABAJO? _____

13. ¿QUÉ DIFICULTADES HA TRAÍDO A LA EMPRESA, LA ACTUAL ORGANIZACIÓN DE LOS CENTROS DE TRABAJO?

14. ¿QUÉ MEJORAS CONSIDERA QUE SE PUEDEN HACER EN LA ORGANIZACIÓN DEL TALLER PARA QUE OPERE EN MEJORES CONDICIONES?

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

SEGUNDA PARTE: GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO Y PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

15. ¿CONSIDERA QUE LAS LÍNEAS DE DEMARCACIÓN Y LAS VÍAS DE TRÁNSITO POR PASILLOS SON LOS MAS ADECUADOS Y CUMPLEN CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD?

16. ¿SE HAN PRESENTADO ACCIDENTES DE TRABAJO EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN O DE ALMACÉN?

- Si
- No

17. ¿QUÉ FACTORES PUEDEN INCIDIR EN LA OCURRENCIA DE UN ACCIDENTE DE TRABAJO?

Selección múltiple

- a) Maquinas y Equipos Mal Ubicados
- b) Falta de orden
- c) Pisos Mojados
- d) Cables Deteriorados
- e) Señalización
- f) Almacenamiento Inadecuado
- g) Otro (s) ¿Cuál (es)? _____

18. ¿QUÉ MEJORAS CONSIDERA QUE SE PUEDEN HACER EN LA ORGANIZACIÓN DEL TALLER PARA QUE OPERE EN MEJORES CONDICIONES?

19. NÚMERO DE DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA Y NÚMERO DE PERSONAS QUE LABORAN EN CADA UNO

- | | |
|----------|----------|
| 1. _____ | 5. _____ |
| 2. _____ | 6. _____ |
| 3. _____ | 7. _____ |
| 4. _____ | 8. _____ |

20. NIVEL EDUCATIVO DE LOS TRABAJADORES DE PRODUCCIÓN Y ALMACÉN _____

21. NÚMERO DE TRABAJADORES CON QUE CUENTA LA EMPRESA EN LA ACTUALIDAD _____

22. ¿COMO VARIA LA PLANTILLA DE PERSONAL AL REALIZAR PROYECTOS DE GRAN MAGNITUD PARA LA EMPRESA?

ANEXO B. Formato cuestionario para describir el proceso de fabricación



TUBOS Y METALES & CIA Ltda.

**PROYECTO "REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA FÍSICA DEL
ÁREA DE PRODUCCIÓN Y ALMACÉN DE LA EMPRESA TUBOS Y METALES & CIA LTDA."**

CUESTIONARIO

FECHA:

OBJETIVO: Describir el proceso de fabricación

APLICADO A: Jefes de Comercial y Producción

PRIMERA PARTE: PRODUCTOS Y PROCESOS DE LA EMPRESA

**1. ¿QUÉ TIPO DE PRODUCTOS Y/O SERVICIOS SON MÁS SOLICITADOS POR EL
CLIENTE?**

- 1º _____
- 2ª _____
- 3º _____
- 4º _____
- 5º _____

**2. ¿QUÉ TIPO DE PRODUCTOS Y/O SERVICIOS GENERAN MAYORES GANANCIAS PARA
LA EMPRESA?**

- 1º _____
- 2ª _____
- 3º _____
- 4º _____
- 5º _____

**¿QUÉ PROPORCIÓN DE LAS UTILIDADES REPRESENTAN ESTAS MAYORES
GANANCIAS?**

_____ %

**3. ¿POR CUALES PROCESOS DE MANUFACTURA (CORTE, DOBLADO, SOLDADURA.,)
DEBEN TRANSITAR LOS PRODUCTOS Y/O SERVICIOS MENCIONADOS
ANTERIORMENTE, PARA SU ELABORACIÓN?**

ANEXO C. Hojas de observaciones para identificar los requerimientos de los usuarios en relación a la redistribución de las instalaciones.



TUBOS Y METALES & CIA Ltda.

PROYECTO "REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA FÍSICA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN Y ALMACÉN DE LA EMPRESA TUBOS Y METALES & CIA LTDA."

HOJAS DE OBSERVACIONES

FECHA:

OBJETIVO: Identificar los requerimientos de los usuarios en relación a la redistribución de las instalaciones.

APLICADA A: Jefe de producción y personal operativo de producción y almacén

1. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROCESO SELECCIONADO

HOJA DE ACTIVIDADES Y SUS CARACTERÍSTICAS

No	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ÁREA (m ²)	ALTURA LIBRE (mts)	CAPACIDAD MÁXIMA (ton)	OBSERVACIONES

2. FORMATO PARA ELABORACIÓN DE DIAGRAMA DE RELACIONES

HOJA DE TRABAJO DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES

DEPARTAMENTO	A	E	I	O	U	X
1. CONFORMADO						
2. SOLDADURA						
3. ENSAMBLE						
4. PINTURA						
5. ENVÍOS						
6. RECEPCIÓN						
7. BODEGA/ALMACÉN						
8. PRODUCTOS TERMINADOS						
9. OFICINA JEFE DE PATIO						
10. OFICINAS ADMINISTRATIVAS						
11. CASILLEROS						
12. RELOJ DE ENTRADA						

3. NÚMERO DE VECES EN QUE LOS TRABAJADORES DEBE DESPLAZARSE A OTRAS ÁREAS DE LA EMPRESA (POR DÍA)

A DE	ÁREA DE TRABAJO ANALIZADA											
	CONFORMADO	SOLDADURA	ENSAMBLE	PINTURA	ENVÍOS	RECEPCIÓN	BODEGA/ALMACÉN	PRODUCTOS TERMINADOS	OF. JEFE DE PATIO	OFICINAS ADMÓN.	CASILLEROS	RELOJ DE ENTRADA
CONFORMADO												
SOLDADURA												
ENSAMBLE												
PINTURA												
ENVÍOS												
RECEPCIÓN												
BODEGA/ALMACÉN												
P. TERMINADOS												
OF. JEFE DE PATIO												
OFICINAS ADMÓN.												
CASILLEROS												
RELOJ DE ENTRADA												

ANEXO D. Formato para la recolección de información - Diagnóstico condiciones de trabajo. Panorama de riesgo



**PROYECTO “REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA FÍSICA DEL
ÁREA DE PRODUCCIÓN Y ALMACÉN DE LA EMPRESA TUBOS Y METALES & CIA LTDA.”**



EMPRESA: TUBOS Y METALES & CIA LTDA.

No. TRABAJADORES:

CARGO:

FECHA:

ÁREA	FACTOR DE RIESGO	CLASIFICACIÓN	FUENTE DE RIESGO	EFECTOS POSIBLES	No. EXP	TIE. EXP	SISTEMA DE CONTROL ACTUAL			VALORACIÓN GRADO DE PELIGROSIDAD			GP	INT GP	FP	GR	INT GR	OBSERVACIONES
							CF	CM	CI	C	E	P						
	FÍSICOS																	
	QUÍMICOS																	
	BIOLÓGICOS																	
	ERGONÓMICOS																	
	MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS																	
	LOCATIVOS																	
	DE INCENDIO																	
	SICOLABORAL																	