

**DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LA EMPRESA COANDES
(COMERCIALIZADORA Y PRODUCTORA DE LOS ANDES)**



FUNDACIÓN
UNIVERSITARIA
DE POPAYÁN
35 ANIVERSARIO

**MAIRA ALEJANDRA RODRIGUEZ MARTINEZ
MONICA YAMILETH PANTOJA GUEVARA**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
POPAYÁN
2018**

**DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LA EMPRESA COANDES
(COMERCIALIZADORA Y PRODUCTORA DE LOS ANDES)**



**FUNDACIÓN
UNIVERSITARIA
DE POPAYÁN**
35 ANIVERSARIO

**MAIRA ALEJANDRA RODRIGUEZ MARTINEZ
MONICA YAMILETH PANTOJA GUEVARA**

**Trabajo de grado en la modalidad trabajo de investigación presentado como
requisito parcial para optar al título en Ingeniería Industrial**

**Director
Ing. YUDY XIMENA BOLAÑOS**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
POPAYÁN
2018**

AGRADECIMIENTOS

Los autores presentan su agradecimiento a:

DIOS por darnos la vida y la sabiduría en el proceso de elaboración de este proyecto.

ING: **YUDY XIMENA BOLAÑOS**, directora de este proyecto, por su tiempo, apoyo, paciencia y orientación.

Al señor **JULIO HERNAN TORRES CASTILLO**, Propietario de la empresa COANDES (Comercializadora y productora de los Andes) del Cauca, quien brindo la oportunidad de llevar a cabo el presente trabajo en su empresa, aplicando de esta manera nuestro conocimiento y así mismo fortalecerlo, al igual agradecer por todo el tiempo que dedico para suministrar la información necesaria para el diseño óptimo de la distribución en planta de la empresa.

A todas las personas, familiares, amigos que de una u otra manera se convirtieron en una base fundamental para el desarrollo de este trabajo de grado.



FUNDACIÓN
UNIVERSITARIA
DE POPAYÁN
35 ANIVERSARIO

ACTA DE SUSTENTACIÓN PRIVADA TRABAJO DE GRADO

FECHA: 12 de abril de 2019

HORA: 3:00 pm

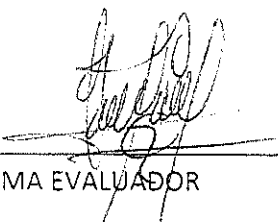
LUGAR: Sede San José

Se realizó la Sustentación Pública del Trabajo de Grado denominado **“DISEÑO DE DISTRIBUCION EN LA PLANTA DE LA EMPRESA COANDES (COMERCIALIZADORA Y PRODUCTORA DE LOS ANDES)”**. Presentada por las estudiantes Maira Alejandra Rodríguez Martínez identificada con el número de 1.061.790.305 Mónica Yamileth Pantoja Guevara identificada con el número de cedula 1.085.320.143 quienes contaron con el Ing. Yudy Bolaños como directora de trabajo de grado.

Para efectos de este documento, la Sustentación Pública se llevó a cabo el día 12 del mes de abril de 2019, según normas vigentes de la Fundación Universitaria de Popayán.

APROBADO: X

NO APROBADO: _____


FIRMA EVALUADOR


FIRMA JURADO



Sedes administrativas: Claustro San José Calle 5 No. 8-58 - Los Robles Km 8 vía al sur
Sede Norte del Cauca: Calle 4 No. 10-50 Santander de Quilichao

Popayán, Cauca, Colombia

PBX (57-2) 8320225

| www.fup.edu.co

| Fundación Universitaria de Popayán





FUNDACIÓN
UNIVERSITARIA
DE POPAYÁN
35 ANIVERSARIO

ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA TRABAJO DE GRADO

FECHA: 12 de abril de 2019

HORA: 3:00 pm

LUGAR: Sede San José

Se realizó la Sustentación Pública del Trabajo de Grado denominado “**DISEÑO DE DISTRIBUCION EN LA PLANTA DE LA EMPRESA COANDES (COMERCIALIZADORA Y PRODUCTORA DE LOS ANDES)**”. Presentada por las estudiantes Maira Alejandra Rodríguez Martínez identificada con el número de 1.061.790.305 Mónica Yamileth Pantoja Guevara identificada con el número de cedula 1.085.320.143 quienes contaron con el Ing. Yudy Bolaños como directora de trabajo de grado.

Para efectos de este documento, la Sustentación Pública se llevó a cabo el día 12 del mes de abril de 2019, según normas vigentes de la Fundación Universitaria de Popayán.



JOHANNA ROJAS LÓPEZ
Directora-Programa



Sedes administrativas: Claustro San José Calle 5 No. 8-58 - Los Robles Km 8 vía al sur
Sede Norte del Cauca: Calle 4 No. 10-50 Santander de Quilichao

Popayán, Cauca, Colombia

PBX (57-2) 8320225 | www.fup.edu.co | Fundación Universitaria de Popayán



TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1	11
1.1. INTRODUCCIÓN	11
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.3. JUSTIFICACIÓN	15
1.4. OBJETIVOS.....	17
1.4.1. OBJETIVO GENERAL:	17
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	17
1.5. ALCANCE DEL PROYECTO	17
1.5.1. ESTRUCTURA DEL TRABAJO DE GRADO	18
CAPÍTULO 2	19
2.1. MARCO TEÓRICO	19
2.2. MATERIALES UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA DEL METAL, ACERO Y MADERA	19
2.2.1. ACERO INOXIDABLE.....	19
2.2.2. METAL	20
2.2.3. MADERA	20
2.3. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.....	20
2.3.1. TIPOS DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.....	21
2.4. ESTUDIOS DE TIEMPOS.....	21
2.5. HOJA TOMA DE TIEMPOS CRONOMETRADOS	22
2.6. DIAGRAMA RELACIÓN DE ACTIVIDADES	22
2.7. LISTA DE CHEQUEO	22

2.8. PLANEACIÓN REQUERIMIENTOS DE ESPACIO Y ASIGNACIÓN DE ÁREAS	23
2.9. DIAGRAMA ADIMENSIONAL DE BLOQUE:	23
2.10. LAYOUT.....	23
2.11. SOFTWARES EMPLEADOS EN DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	24
2.11.1. WINQSB O QSB.....	24
2.11.2. AB-POM	24
2.11.3. CORELAP	25
2.11.4. PROMODEL	25
2.12. TIPOS DE DIAGRAMAS:	26
2.12.1. DIAGRAMA DE PROCESO.....	26
2.12.2. DIAGRAMA DE OPERACIONES:	26
2.12.3. DIAGRAMA DE RELACIONES	26
CAPÍTULO 3	32
3.1. DIAGNÓSTICO	32
3.1.1. DIAGNÓSTICO INICIAL	32
3.1.2. ANÁLISIS DEL DIAGNÓSTICO	33
3.1.2.1. LISTAS DE CHEQUEO.	33
3.1.2.2. PRODUCCIÓN.....	33
3.1.2.3. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.	34
3.1.3. OBSERVACIÓN Y TOMA DE TIEMPOS.....	35
3.1.3.1. OBSERVACIÓN.	35
3.1.3.2. TOMA DE TIEMPOS.	35

CAPÍTULO 4	43
4.1. RESULTADOS DEL TRABAJO DE CAMPO	43
4.1.1. DIAGRAMAS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS	43
4.1.2. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	66
CAPITULO 5	70
5.1. PROPUESTA DE MEJORA PARA EL DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	70
5.1.1. CÁLCULO DE LAS ÁREAS DE LA PLANTA EN LA EMPRESA COANDES.....	70
CAPITULO 6	83
6.1. CONCLUSIONES	83
6.2. RECOMENDACIONES.....	84
6.3. BIBLIOGRAFÍA.....	85
6.4. ANEXOS.....	87

GRÁFICAS

Gráfica 1: Lista de chequeo de producción.....	34
Gráfica 2: Lista de chequeo SST	35
Gráfica 3: SILLA ESCOLAR - Diagrama de proceso - Piezas de madera (Brazo, espaldar y sentadero)	44
Gráfica 4: Diagrama de proceso - Lámina (Portalibros).....	45
Gráfica 5: Diagrama de proceso – Silla escolar	47
Gráfica 6: SILLA UNIVERSITARIA - Diagrama de proceso – Lámina (Portalibros)	48
Gráfica 7: Diagrama de proceso – Silla universitaria	50
Gráfica 8: Diagrama de proceso – Archivador de 4 gavetas.....	52
Gráfica 9: Diagrama de recorrido - Piezas de madera Silla escolar.....	53
Gráfica 10: Diagrama de recorrido Silla escolar.....	54
Gráfica 11: actividades del diagrama de recorrido Silla escolar	55
Gráfica 12: Diagrama de recorrido – lamina (portalibros) Silla universitaria	56
Gráfica 13: actividades del diagrama de recorrido - Silla universitaria.....	57
Gráfica 14: Diagrama de recorrido – Archivador de 4 gavetas	58
Gráfica 15: actividades del diagrama de recorrido – Archivador de 4 gavetas	59
Gráfica 16: Diagrama de operaciones - silla escolar.....	61
Gráfica 17: Diagrama de operaciones - Silla universitaria	63
Gráfica 18: Diagrama de operaciones - Archivador de 4 gavetas.....	65
Gráfica 19: Organigrama de la empresa COANDES	69
Gráfica 20: Pantalla de introducción datos del área de madera	72
Gráfica 21: Pantalla de introducción datos del área de acero - lámina.....	72
Gráfica 22 Tabla de relación entre departamentos del área de acero - lámina	73
Gráfica 23: Tabla de relación entre departamentos del área de madera	73
Gráfica 24: Pantalla de representación gráfica del área de acero - lámina.....	73
Gráfica 25: Pantalla de representación gráfica del área de madera	73
Gráfica 26: Designación de áreas – planta actual.....	74

Gráfica 27: Matriz de flujo entre las áreas planta actual, acero - lámina.....	75
Gráfica 28: Matriz de flujo entre las áreas planta actual, madera	75
Gráfica 29: Designación de áreas – planta óptima	76
Gráfica 30: Matriz de flujo entre las áreas planta óptima	76
Gráfica 31: Especificación del problema en WinQSB	77
Gráfica 32: Distribución óptima en WinQSB	78
Gráfica 33: simulación layout planta actual,.....	79
Gráfica 34: layout planta óptima	79

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: SILLA ESCOLAR Toma de tiempos - Piezas de madera (Brazo, espaldar y sentadero).....	37
Tabla 2: Toma de tiempos - Lámina (Portalibros).....	37
Tabla 3: Toma de tiempos – Silla escolar	38
Tabla 4: Tolerancias – Silla escolar	39
Tabla 5: SILLA UNIVERSITARIA Toma de tiempos - Lámina (Portalibros).....	39
Tabla 6: Toma de tiempos – Silla universitaria	40
Tabla 7: Tolerancias – Silla universitaria	41
Tabla 9: Tolerancias – Archivador de 4 gavetas.....	42
Tabla 10: Resumen número de actividades – Silla escolar	47
Tabla 11: Resumen número de actividades – Silla universitaria.....	50
Tabla 12: Resumen número de actividades – Archivador.....	52
Tabla 13 Demanda de productos de la empresa	68
Tabla 14: Cálculo de superficies (m ²)	71
Tabla 15: Cálculo de superficies (m ²)	72
Tabla 16: Layout funcional.....	78
Tabla 17: % de utilización planta actual, acero – lámina	79
Tabla 18: % utilización planta óptima.....	79

CAPÍTULO 1

1.1. INTRODUCCIÓN

COANDES (COMERCIALIZADORA Y PRODUCTORA DE LOS ANDES) es una Pyme dedicada a la elaboración de muebles de metal, madera y acero inoxidable, en las líneas de: sillas universitarias, sillas escolares y archivadores, ubicada en la ciudad de Popayán. Actualmente la organización cuenta con 7 empleados fijos y otros 7 que son solicitados en casos de que se exceda la demanda. La línea de producción consta de varias máquinas y herramientas, en el área de metal y acero se encuentra: 1 tronadora, 2 taladros de árbol, 2 esmeriladoras, 4 soldadores mig, 1 troqueladora, 1 punzadora, 2 dobladoras de lámina, 2 dobladoras de tubo, 1 compresor de pintura electrostática, 1 horno de quema, 1 cortadora de lámina y 1 soldador de punta para lamina y en el área de madera se encuentra: 1 soldador arco, 1 sierra de banco, 1 canteadora, 1 ingletadora, 1 compresor, 1 lijadora, 1 pulidora industrial y 1 ruteadora.

COANDES se proyecta con grandes expectativas de crecimiento en el mercado mediante el diseño de una nueva distribución en planta más amplia, que le permita satisfacer la demanda actual y aumentar su ventaja competitiva dentro del mercado, logrando un mayor reconocimiento y posicionamiento dentro de este, ya que actualmente se encuentra en un espacio muy reducido que no le permite tener un proceso productivo óptimo, por lo cual se enfocará en la creación de nuevas estrategias que promuevan una mejora continua en todos los procesos, ofreciendo productos de excelente calidad.

Debido a lo anterior se realizó un diagnóstico del proceso productivo de la empresa y también un estudio de métodos y tiempos que están registrados a los procesos de elaboración de: sillas universitarias, sillas escolares y archivadores, con el fin de observar y analizar cada una de las acciones en la elaboración de estos productos,

identificando el comportamiento desde el ingreso de la materia prima hasta la obtención del producto final, teniendo en cuenta el trabajo realizado por los operarios, el espacio requerido por cada área, manejo de máquinas y herramientas, recepción de materia prima y demás actividades relacionadas con el proceso productivo.

Con el estudio que se llevó a cabo se realizó un levantamiento de los problemas que se presentan en el área de producción, con el fin de diseñar una nueva distribución que más se adecue a las necesidades de la empresa, evitando de esta manera tiempos ociosos, aumento en los costos de producción y de esta manera obtener mejoras significativas en la elaboración de los productos.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En 2017, según World Steel Association, la producción de acero crudo en el mundo creció 6% frente a 2016. La mayoría de los países reportaron crecimientos positivos, destacándose Vietnam que pasó de 5 millones a 10, Turquía con un crecimiento del 13%, Argentina y Brasil con un 12% y 10% respectivamente, y finalmente China, India y México, que crecieron al mismo nivel del promedio mundial. China sigue representando el 50% de la producción mundial de acero, seguido por Japón, e India, que cada uno representa el 6%¹.

Según Camila Tora, directora de productores de acero en Colombia ANDI, la industria del acero ha crecido un 13% entre el 2007 y 2016. El país se establece

¹<http://www.andi.com.co/Uploads/Boleti%CC%81n%20No.%2011%20%20Comite%CC%81%20Colombiano%20de%20Productores%20de%20Acero%20ANDI.pdf>

como el tercer productor más grande de este metal en Suramérica y el cuarto en Latinoamérica. Gracias a situaciones como el paro, la restricción de agua y la reducción de energía, el año pasado la industria perdió 20 puntos de participación en el mercado, aun cuando podía crecer a un 30%. Por esta razón, el gobierno está implementando estrategias para desarrollar y fortalecer la industria, entre las que se encuentran: imponer la marca 'compre colombiano', se establezca una sana competitividad entre las compañías de acero, luchar contra el contrabando y promover la certificación del acero de calidad y anti-sísmico².

El acero aporta el 14% del PIB Industrial y el 3% del PIB Nacional. Además, emplea a más de 70 mil personas. Ciudades como Barranquilla, Bogotá, Medellín y Cali consumen 63% de acero. Por su parte, Bogotá, aporta al consumo del acero entre el 21% y el 25%³. Entre las empresas que utilizan el acero y el metal en Colombia se encuentran: Acabados Arquitectónicos Grancolombiana, ARME S.A, CORSAN S.A, AIMASA S.A, ACESCO, Metalcomer Ltda.

COANDES es una empresa dedicada al diseño, fabricación y comercialización de muebles de metal, madera y acero inoxidable. Actualmente esta empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Popayán, departamento del Cauca, la cual está dividida en dos localizaciones diferentes debido a la falta de espacio: Un área donde se encuentra lo referente a metal y acero y la otra a madera, esta distancia ha ocasionado un aumento en los tiempos de producción y retrasos en las entregas, una de las situaciones que genera dificultades en la organización es la variedad de empresas que se dedican a la fabricación de estos productos como son:

² <https://fierrosindustrial.com/noticias/esta-la-industria-del-acero-en-colombia/>

³ <https://fierros.com.co/noticias/panorama-del-acero-en-colombia/>

Comercializadora Data Net de Occidente, Industrias Cruz del Caribe LTDA, Metálicas Bermúdez entre otras.

Otra de las problemáticas de la organización es que no se cuenta con un espacio para la recepción de materia prima, lo cual es ubicada en medio de las máquinas y herramientas, obstaculizando el paso del operario durante el proceso de elaboración de los productos, provocando retrasos y posibles accidentes, además no se cuenta con un espacio para los productos terminados dejándolos en un lugar no adecuado para su respectiva distribución. Durante el proceso se generan residuos como son fisuras de láminas, cortes de tubos entre otros, los cuales no tienen una reutilización, acumulándose en cualquier lugar, ocasionando molestias en el recorrido del operario.

En el área de administración y ventas se encuentran algunas herramientas e insumos que son utilizados para la elaboración de los productos, por lo cual al momento de hacer uso, el operario debe recorrer largas distancias desde el área de producción hasta el área administrativa.

También se presentan inconvenientes relacionados con la distribución en planta, ocasionando diversos problemas como: Carencia de orden en la línea de producción, manejo de tiempo inadecuado entre cada operación y operario, movimientos innecesarios y aumento en los costos de producción

Según lo planteado anteriormente, surge la siguiente pregunta

¿Una óptima distribución en planta podría disminuir los tiempos de fabricación de los productos en la empresa COANDES?

1.3. JUSTIFICACIÓN

El éxito de un buen diseño en plantas industriales depende de lograr combinar la mano de obra, los materiales y el transporte de éstos dentro de las instalaciones de una manera eficiente, es decir si se tiene un orden en las áreas de trabajo y equipos, esta distribución será la más económica, segura y satisfactoria para los empleados, de tal manera que se contribuya a un proceso productivo eficaz que se verá reflejado en el costo de la producción.⁴

Algunos beneficios de una distribución en planta son: supresión de áreas ocupadas innecesariamente, reducción del trabajo administrativo e indirecto, mejora de la supervisión y el control, mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones, mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios, reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores, disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación e incremento de la producción.⁵

COANDES es una empresa que presenta un espacio reducido en el área de producción, por lo que las áreas están ubicadas en diferentes lugares de la siguiente manera: Un área donde se encuentra lo referente a metal y acero y la otra a madera lo cual ha generado una ubicación inadecuada de maquinaria, materias primas, insumos y productos terminados, impidiendo la eficiencia del operario con respecto al proceso de elaboración de los productos.

Debido a lo anterior este trabajo va encaminado a la proyección de un diseño de distribución en planta óptimo, con el fin de mitigar este problema y de esta manera lograr optimizar recursos, obtener rentabilidad y al mismo tiempo velar por el

⁴ Cuevas, Amparo 2012

⁵ <http://personales.upv.es/jpgarcia/linkedddocuments/4%20distribucion%20en%20planta.pdf>

bienestar de los empleados, además se desea brindar mejoras en cuanto la elaboración de los productos, el cual se verá reflejado en un mejor proceso y servicio al cliente, eliminando trabajos repetitivos y tiempos no productivos, contribuyendo de esta manera a un mejoramiento continuo de la empresa COANDES logrando un proceso de producción eficiente

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General:

Diseñar la distribución en planta de la empresa COANDES (comercializadora y productora de los Andes)

1.4.2. Objetivos Específicos:

- Realizar un diagnóstico del proceso productivo de la empresa.
- Hacer un estudio de métodos y tiempos del proceso productivo del acero, madera y metal en la empresa.
- Determinar el área de la planta que unifique los procesos de la empresa comercializadora y productora de los Andes.
- Elaborar el diseño óptimo de la distribución en planta de la empresa.

1.5. ALCANCE DEL PROYECTO

Este trabajo de investigación presenta los alcances y limitaciones de la empresa COANDES, los cuales son: Una representación documentada del óptimo diseño de la distribución en planta para la empresa, con la finalidad de sea de utilidad para el propietario y pueda realizarse la implementación de este.

Para llevar a cabo este proyecto se realizaron diversas actividades que llevaron al cumplimiento de los objetivos planteados, primero se realizó un diagnóstico en la producción para ver las demoras, falencias que se presentan debido a la inadecuada localización de maquinaria, con la finalidad de reorganizar y de esta manera diseñar la distribución en planta más óptima que se adecue a sus necesidades.

El proyecto del diseño de la distribución en planta se realizó desde el área de recepción donde llegan los insumos y materias primas hasta el área del producto final, teniendo en cuenta la parte administrativa y servicios auxiliares

1.5.1. Estructura del trabajo de grado

El trabajo de investigación está dividido en seis secciones, como se muestra a continuación:

Capítulo 1: Introducción, planteamiento del problema, justificación, objetivos y alcances del proyecto.

Capítulo 2: Se darán a conocer las diferentes terminologías y conceptos que se usarán en la investigación presentando un marco teórico y estado del arte de trabajos realizados referentes al diseño de distribución en planta.

Capítulo 3: Se evidenciará los resultados del diagnóstico.

Capítulo 4: Se analizará los resultados del trabajo de campo.

Capítulo 5: Se presentará la propuesta de mejora para diseño de la distribución en planta.

Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones.

Se encontrarán los anexos referentes a la información, como un complemento a los temas tratados.

CAPÍTULO 2

2.1. Marco teórico

El marco teórico que fundamenta esta investigación genero al lector una idea más clara acerca del tema distribución en planta, encontrando conceptos básicos, complementarios y específicos relacionados entre sí. Hoy en día las empresas buscan de una u otra manera hacer actividades que les permita mejorar el desempeño, la producción e innovación, por tal razón en esta investigación se realizará un diseño de distribución en planta óptimo para la empresa COANDES.

2.2. Materiales utilizados en la industria del metal, acero y madera

La empresa COANDES elabora sillas universitarias y escolares, empleando materiales como la madera, acero y metal, también se dedica a la fabricación de archivadores en lamina entre otros productos, a continuación, se define cada material empleado en COANDES.

2.2.1. Acero Inoxidable

Es un tipo de acero que resiste la corrosión, ya que contiene cromo que posee gran afinidad por el oxígeno que reaccionando con él forma una capa pasivadora, evitando la corrosión del hierro. “El sector del acero representa el 14% del PIB industrial nacional y el 2,5% del PIB es generado por el subsector de las estructuras metálicas. En cuanto a empleo, la metalmecánica genera 94.930 puestos de trabajo, de los cuales 16.300 son solo de estructuras metálicas, 37.000 si se le suman las

materias primas, lo que significa que el sector tiene el 17% de los 94.300 empleos y el 2% del total del sector industrial.”⁶

2.2.2. Metal

Es un elemento químico que se caracteriza por ser un excelente conductor de calor y la electricidad, es uno de los elementos más requeridos y usados en las industrias, debido a su resistencia es ideal para proteger artículos contra la corrosión y estabilizar materiales plásticos entre otros⁷.

2.2.3. Madera

Es una de las materias primas de origen vegetal más usada por el hombre, extraída de árboles de tallo leñoso encontrando su parte más sólida debajo de la corteza de este, se suele utilizar para fabricar productos como: sillas, mesas, camas entre otros, se considera como un recurso renovable, económico y orgánico y fácil de usar.⁸

2.3. Sistemas de producción

Es un conjunto de partes interrelacionadas que existen para alcanzar un determinado objetivo. Donde cada parte del sistema puede ser un departamento un organismo o un subsistema.

⁶ Tecnología Area, s.f.

⁷ Florencia, 2009

⁸ <http://www.areatecnologia.com/materiales/madera.html>

2.3.1. Tipos de sistemas de producción

- **Producción por trabajos o bajo pedido:** Este produce solamente después de haber recibido un encargo o pedido de sus productos. Sólo después del contrato o encargo de un determinado producto la empresa lo empieza a elaborar.
- **Producción por lotes:** En este se producen una cantidad limitada de un producto cada vez, al aumentar las cantidades más allá de las pocas que se fabrican al iniciar la compañía, el trabajo puede realizarse de esta manera. Esa cantidad limitada se denomina lote de producción. Estos métodos requieren que el trabajo relacionado con cualquier producto se divida en partes u operaciones, y que cada operación quede terminada para el lote completo antes de emprender la siguiente operación.
- **Producción continua:** En este se producen un determinado producto, sin cambios, por un largo período. El ritmo de producción es acelerado y las operaciones se ejecutan sin interrupción. Como el producto es el mismo, el proceso de producción no sufre cambios seguidos y puede ser perfeccionado continuamente. Este tipo de producción es aquel donde el contenido de trabajo del producto aumenta en forma continua. Es aquella donde el procesamiento de material es continuo y progresivo⁹.

2.4. Estudios de Tiempos

El Estudio de Métodos o Ingeniería de Métodos es una de las más importantes técnicas del estudio del trabajo, que se basa en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada utilizada para llevar a cabo un

⁹ Delgado Torres

trabajo u operación. El objetivo fundamental del Estudio de Métodos es el aplicar métodos más sencillos y eficientes para aumentar la productividad de cualquier sistema productivo.

La evolución del Estudio de Métodos consiste en abarcar en primera instancia lo general para luego abarcar lo particular, de acuerdo a esto el Estudio de Métodos debe empezar por lo más general dentro de un sistema productivo, es decir "El proceso" para luego llegar a lo más particular, es decir "La Operación"¹⁰.

2.5. Hoja Toma de Tiempos Cronometrados

Esta es la hoja que se emplea a pie de obra para tomar los tiempos que tarda el operario en realizar cada una de las actividades elementales que componen la totalidad del proceso. En ella se anota el nombre de cada una de las actividades esenciales¹¹.

2.6. Diagrama Relación de Actividades

El diagrama de la relación de actividades, al que también se le da el nombre de diagrama de análisis de afinidades, muestra las relaciones de cada departamento, oficina o área de servicio, con cualquier otro departamento y área¹².

2.7. Lista de Chequeo

Es una herramienta metodológica compuesta por una serie de ítems, factores, propiedades, aspectos, componentes, criterios, dimensiones o comportamientos, necesarios de tomarse en cuenta, para realizar una tarea, controlar y evaluar

¹⁰ Salazar López

¹¹ Salazar López

¹² Carrillo Rodríguez, Díaz Núñez, Gurruchaga, & López, 2009

detalladamente el desarrollo de un proyecto, evento, producto o actividad. Dichos componentes se organizan de manera coherente para permitir que se evalúe de manera efectiva, la presencia o ausencia de los elementos individuales enumerados o por porcentaje de cumplimiento u ocurrencia¹³.

2.8. Planeación Requerimientos de Espacio y Asignación de Áreas

En una etapa muy temprana del proyecto es necesario conocer el tamaño total de la planta, así como su forma, con el fin de diseñar el inmueble. Sobre una hoja de trabajo de requerimientos totales de espacio se analizan y enlistan las necesidades de espacio de cada departamento¹⁴.

2.9. Diagrama Adimensional de Bloque:

El diagrama adimensional de bloques es el primer intento de distribución y resultado de la gráfica de relación de actividades y la hoja de trabajo. Aun cuando esta distribución es adimensional, será la base para hacer la distribución maestra y el dibujo del plan¹⁵.

2.10. Layout

“La distribución en planta o layout, es el proceso de ordenamiento de los elementos que conforman el sistema productivo en el espacio físico, de manera que se alcancen los objetivos de producción de la forma más adecuada y eficiente posible.

¹³ Tomado de

http://puntosdeencuentro.weebly.com/uploads/2/2/3/6/22361874/listas_de_chequeo.pdf

¹⁴ Stephens, 2006

¹⁵ Ibidem

Es considerada una de las decisiones de diseño más importantes dentro de la estrategia de operaciones de una organización¹⁶.

2.11. Softwares empleados en distribución en planta

Para llevar a cabo este proyecto se revisaron varios softwares que se pueden emplear para realizar un diseño de una distribución en planta como los siguientes:

2.11.1. WINQSB o QSB

Es software de ayuda a la toma de decisiones que contiene herramientas muy útiles para resolver distintos tipos de problemas en el campo de la investigación de operaciones. Winqsb permite solucionar una gran cantidad de problemas administrativos, de producción, de recursos humanos, dirección de proyectos entre otros¹⁷.

2.11.2. AB-POM

Es una aplicación versátil que permite la solución de una gran cantidad de problemas en el campo de la investigación operativa. Incluye 18 módulos útiles para analizar una gran variedad de problemas asociados a la programación lineal, la planeación agregada, la teoría de colas, la planeación del requerimiento de materiales, la localización y distribución en planta¹⁸.

¹⁶ Perez Gosende P. A., 2016

¹⁷ Diaz, 2010

¹⁸ Perez Gosende P. A., 2007

2.11.3. CORELAP

Es una técnica tradicional utilizada en la construcción de distribuciones es el “Computarized Relationship Layout Planning”, el cual fue desarrollado en 1967, siendo uno de los pioneros en el campo de la distribución asistida por computador. En ésta metodología se ubican los departamentos de acuerdo con la calificación de cercanía total representada en trayectoria rectilínea, siendo el de mayor relación de cercanía situado en el centro de la disposición y como regla de desempate siempre se selecciona el departamento de área más grande¹⁹

2.11.4. PROMODEL

Es un simulador con animación para computadoras personales. Permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, manejo de materiales, etc. Puedes simular bandas de transporte, grúas viajeras, ensamble, corte, talleres, logística, etc. Que no requiere programación, aunque sí lo permite. Puedes simular Justo a Tiempo, Teoría de Restricciones, Sistemas de Empujar, Jalar, Logística, etc. Prácticamente, cualquier sistema puede ser modelado.

Una vez hecho el modelo, éste puede ser optimizado para encontrar los valores óptimos de los parámetros claves del modelo. Algunos ejemplos incluyen determinar la mejor combinación de factores para maximizar producción minimizando costo²⁰.

¹⁹ <https://www.coursehero.com/file/p2u1658/Entre-estos-se-destacan-el-CORELAP-SLP-ALDEP-y-CRAFT-Cu%C3%A1les-son-las-ventajas-de/>

²⁰ <http://simulacionitca.blogspot.com/2012/05/promodel.html>

2.12. Tipos de diagramas:

2.12.1. Diagrama de proceso

El diagrama de operaciones de proceso indica las operaciones e inspecciones, presentes en un determinado proceso; desde la toma de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. Es importante señalar el tiempo de cada actividad y los materiales utilizados. Para la elaboración de éste tipo de diagramas es necesario observar directamente las actividades y tomar los tiempos de cada una de ellas²¹.

2.12.2. Diagrama de operaciones:

Muestra en orden cronológico todas las operaciones e inspecciones realizadas durante un proceso, así como todas las aportaciones de materia prima y sub ensambles hechas al producto principal²².

2.12.3. Diagrama de relaciones

Se emplea para analizar relaciones de causa y efecto, complejas o conexiones, no necesariamente causales, entre factores diversos. Mediante su construcción podrán visualizarse con mayor facilidad las relaciones entre los factores intervinientes, con un enfoque desestructurado. Es una alternativa del diagrama de causa y efecto (Ishikawa), cuando las relaciones divergen hacia distintas familias de causas²³.

²¹ <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/73/A5.pdf>

²² <http://educommons.anahuac.mx:8080/eduCommons/ingenieria-de-procesos-de-fabricacion/ingenieria-de-metodos/unidad-2-ocw>

²³ <http://mejoracontinuatotal.blogspot.com/2011/10/diagrama-de-relaciones.htm>

2.13. ESTADO DEL ARTE

Para llevar a cabo esta investigación se hizo la revisión bibliográfica de artículos y trabajos de grados relacionados con el tema de distribución en planta, con la finalidad de conocer el problema planteado, desarrollo y objetivos, observando cuales han sido las soluciones que se pueden aplicar en este proyecto.

2.13.1. Trabajo de grado - sector madera

2.13.1.1. Diseño de distribución de planta en la empresa estibas y Carpintería Elguedo Ltda

Los autores realizaron este trabajo en las instalaciones de Estibas y Carpinterías Elguedo Ltda, con el fin de diseñar la mejor distribución de planta, la empresa se dedica a la fabricación y comercialización de estibas de embalaje para la industria, realizaron un análisis de las operaciones que intervienen en el proceso de producción, mediante un estudio de métodos que permita diagnosticar la situación actual de la empresa, aplicaron la metodología Systematic Layout Planning (SLP) utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, con el fin de obtener el diseño de la distribución de la planta para las áreas de producción y almacén, logrando reducción de los retrasos en los procesos, aprovechando eficientemente el espacio disponible para el flujo de materiales y almacenamiento del producto terminado²⁴.

²⁴ Arevalo Fernandez & Wladimir, 2011

2.13.1.2. Diseño de la distribución de planta de una fábrica de muebles de madera y propuesta de nuevas políticas de gestión de inventarios – Empresa Muebles E.I.R.L

Los autores propusieron una distribución en planta en una nueva localización de la empresa Muebles E.I.R.L, mediante el uso de la metodología del Planeamiento Sistemático de la Distribución (PSD) y políticas de gestión de inventarios para disminuir la saturación de espacios y costos de almacenamiento sosteniendo el incremento de la demanda, se logró incrementar la capacidad de producción de la empresa de 3800 a 6784 und/año, permitiendo aumentar sus ingresos por ventas en más del 50 % respecto a la situacional actual, se mejoró el control de inventarios reduciendo el stock promedio de almacenes en 14 % con un costo de almacenamiento 43 % menor respecto al actual²⁵.

2.13.1.3. Propuesta de distribución en planta de una fábrica de muebles como herramienta de mejora de la productividad – Entidad Model Cuin SL

El proyecto se realizó en Entidad Model Cuin SL, la cual presenta un déficit de organización sobre todo en el almacenaje del material y la distribución de la maquinaria, por este motivo el autor reorganizo la distribución de la planta, desarrollando la metodología SLP y haciendo una evaluación y selección para así poder determinar la opción que mejor se adapta a las condiciones pretendiendo tener una mayor eficacia en el trabajo y aumentar la productividad de la empresa²⁶.

2.13.1.4. Propuesta de diseño y distribución de planta para la empresa carretes y maderas

²⁵ Alva Mangechego, 2014

²⁶ Morillo Jurado, 2015

Los autores diseñaron una distribución de planta para la empresa carretes y maderas, donde realizaron una serie de investigaciones de metodologías, parámetros y criterios de algunos autores, también hicieron un estudio de métodos y tiempos, el diseño se hizo mediante un layout y se utilizó la metodología SLP, permitiendo determinar las problemáticas de la compañía y también realizar un mayor control de las materias primas, el producto y el personal de la empresa²⁷.

2.13.2. Trabajo de grado - sector acero y metal

2.13.2.1. Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmeccánica en ate lima, Perú - Grupo Teleparte

El autor realizó una la distribución de planta en la empresa Grupo Teleparte, dedicada a la elaboración y venta de gabinetes para telecomunicaciones, la cual presenta problemas relacionados con su distribución en planta, problemas de producción, movimientos innecesarios, uso diferentes metodologías entre ellas las 5s para crear una cultura de orden y limpieza en la organización, también implementó diferentes herramientas de ingeniería industrial como diagramas de Pareto, recorrido, actividades, diagrama de causa y efecto y flujo gramas, obteniendo mediante estas herramientas los datos necesarios que deberán ser analizados con la finalidad de reducir los tiempos muertos por recorridos innecesarios, aumentar la capacidad de producción, mejorar la seguridad de los trabajadores y principalmente con los nuevos métodos de trabajo propuestos se puede mejorar el cumplimiento en las fechas estipuladas para entregar el producto al cliente²⁸.

²⁷ Hcossio Agudelo, 2012

²⁸ Ospina Delgado, 2016

2.13.2.2. Diseño de la distribución de la nueva planta en la empresa Maldonado García Maga

El trabajo se desarrolló en la empresa Maga Cia Ltda, ubicada en Ecuador la cual está dedicada a la fabricación de estructuras de acero, se diseñó una distribución en planta en un lugar más amplio mejorando la eficiencia y productividad de la empresa, se aplicó la metodología SLP, las 5S, se modeló en 3D la animación del galpón y la distribución en planta seleccionada.

Con el estudio realizado se optimizaron los procesos productivos, se minimizó los tiempos, se disminuyó los transportes actuales en un 56,20% en el caso del teclero o puente grúa y un 61,25%²⁹.

2.13.3. Trabajo de grado de diseño de distribución en planta - sector Textil

2.13.3.1. Propuesta de redistribución de planta en una empresa del sector textil - empresa nexos estudio

Los autores realizaron una propuesta de redistribución de planta para la empresa nexos estudio, haciendo uso de dos software como lo son Layout VT y facility RE-Layout, mediante estos software llevaron a cabo los flujos de movimientos, las distancias de los departamentos y una evaluación económica para determinar el costo total de la redistribución, esta propuesta fue solo diseñada y planteada, siendo muy factible que se lleve a cabo ya que trae muchos beneficios tanto en la producción de la empresa como en el orden de esta misma³⁰.

²⁹ Jativa Cardenas, 2012

³⁰ Aurelio, 2012

2.13.3.2. Redistribución de planta del área de producción para mejorar la productividad en la empresa Hilados Richards S.A.C – CHICLAY

Los autores realizaron una redistribución del área de producción, ya que habían excesos de distancias para alcanzar herramientas, materiales y estaciones y así mismo se presentaban choques entre operarios, utilizaron técnicas e instrumentos de recolección de datos cuantitativos con la finalidad de obtener información relevante para un buen manejo y así obtener la solución del problema que ocasiona la mala distribución, realizaron un cálculo de productividad con respecto al tiempo utilizado en la distribución actual y la distribución propuesta, determinando que la productividad tuvo un aumento significativo³¹.

2.13.4. Agrupación celular en distribución de plantas:

Este artículo propone una metodología para la distribución de plantas en sistemas de manufactura flexible, basada en métodos cuantitativos para agrupación de familias, formación de células de manufactura y el uso de técnicas multicriterio respecto a la agrupación de productos, se consideraron criterios geométricos y se usó un modelo p-mediana modificado para la creación de células. De esta forma, la distribución de planta apropiada se escogió utilizando el proceso analítico jerárquico, evaluando diferentes alternativas obtenidas con el modelo Quadratic Assignment Problem, que considera el número deseado de células a formar y los coeficientes de similitud empleados para la agrupación celular.”³²

³¹ Tineo Razuri, 2012

³² Pantoja, Orejuela, & Bravo, 2017

CAPÍTULO 3

3.1. DIAGNÓSTICO

3.1.1. Diagnóstico inicial

En la empresa COANDES (Comercializadora y productora de los Andes) se llevó a cabo un diagnóstico inicial para conocer la situación actual en la que se encuentra la planta de manera clara y directa con respecto a las diferentes operaciones que se realizan en el proceso productivo de productos como: Sillas escolares, universitarias y archivadores, donde se evidencio y analizo como es el proceso de fabricación real de los distintos productos.

Durante dos semanas de visitas a la empresa COANDES se llevó a cabo la toma de tiempos de cada proceso bajo observación continua y directa, con la finalidad de conocer la situación actual de la planta, observando de esta manera si se ejecuta trabajos desiguales, ciclos de trabajo repetitivos de corta o larga duración, y si existen equipos de protección personal para los operarios en el proceso de fabricación, se logró identificar problemas en la planta respecto a los tiempos y distancias en la elaboración de los productos, se pudo percibir que los sanitarios no están en un lugar adecuado ya que estos se encuentra cerca del horno de quema, lo cual no es recomendable para los operarios, estos tienen lockers para guardar sus pertenencias pero el problema radica en el lugar que se encuentran ubicados ya que están en el área de producción, ocasionando perdida de espacio para las maquinas, existe un desorden de las herramientas, materia prima y residuos ya que no se cuenta con un lugar específico, de acuerdo al diagnóstico se procedió a buscar el mejor diseño de distribución en planta que mitigue o de solución a esta problemática.

Para dar cumplimiento del primer objetivo se realizó el diagnóstico en la planta, mediante la creación de listas de chequeo con la finalidad de recolectar información de manera ordenada y concisa y así poder observar el nivel de cumplimiento en que se encuentra la empresa con base en temas de seguridad y salud en el trabajo y producción, estas listas cuentan con indagaciones que permiten conocer los diseños de producciones, aplicación de normas de acuerdo al sistema integrado de gestión de seguridad y salud en el trabajo, métodos de trabajo, entre otras, las cuales se realizaron mediante una entrevista formal al propietario de la empresa.

3.1.2. Análisis del diagnóstico

En la empresa COANDES se hizo una valoración inicial del proceso de producción de los productos: sillas escolares, universitarias y archivadores, por medio de las siguientes etapas: Observación, toma de tiempos y listas de chequeo que a continuación se muestra.

3.1.2.1. Listas de Chequeo.

Para el diagnóstico inicial se realizaron dos listas de chequeo (Producción y Seguridad y Salud en el Trabajo), para las listas de chequeo se determinó el nivel de cumplimiento que se encontraba la empresa, en temas asociados al proyecto como son: producción, métodos y tiempos, salud y seguridad en el trabajo, ya que conocer estos aspectos es significativo para llevar a cabo el desarrollo de la investigación, a continuación, se muestran los resultados:

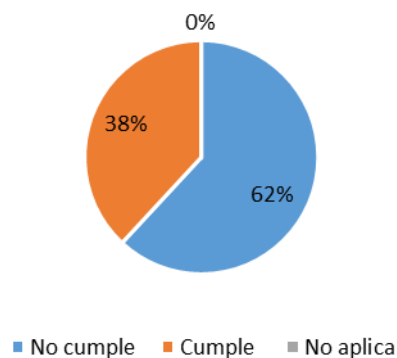
3.1.2.2. Producción.

En la gráfica 1 se muestra el porcentaje de cumplimiento y de no cumplimiento en el área de producción, teniendo en cuenta las variables como: Métodos y tiempos, políticas de manejo en el proceso productivo, medición y planeación de producción.

Una vez realizada la lista de chequeo se observó que la empresa cuenta con un supervisor de producción que es el propietario, con un registro de los productos que se producen al día y el proceso de producción tiene una secuencia lógica dividido en operaciones identificables, obteniendo un cumplimiento del 38%,

El no cumplimiento de producción representa un 62%, donde se evidencio que la empresa no cumple en aspectos como, el proceso productivo no está diseñado y diagramado, no cuenta con políticas en el manejo del proceso productivo, no hay estandarización de procesos, no se tiene un estudio de métodos y tiempos y no se cuenta con datos estadísticos sobre la eficiencia en la planeación de la producción entre otros.

LISTA DE CHEQUEO - PRODUCCIÓN



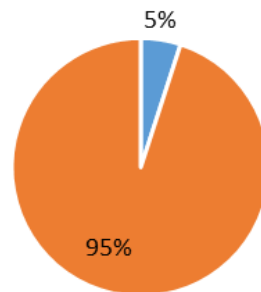
Gráfica 1: Lista de chequeo de producción

3.1.2.3. Seguridad y Salud en el Trabajo.

En la gráfica 2 se evidencio que la empresa COANDES actualmente no cuenta con un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, debido a esto el nivel de no cumplimiento es muy alto con un porcentaje del 95% ya que la organización no cuenta con los recursos financieros, técnicos y de personal para la gestión de los riesgos, no tienen una matriz de peligros, políticas de SST, plan de prevención, no

están definidos los perfiles de riesgo del puesto de trabajo de los operarios entre otras y el nivel de cumplimiento se representa con un 5% que es la asignación equipos de protección personal básicos a los operarios que no son suficientes para su protección.

LISTA DE CHEQUEO - SST



■ Cumple ■ No cumple

Gráfica 2: Lista de chequeo SST

3.1.3. Observación y toma de tiempos

3.1.3.1. Observación.

En la primera dos semanas de visitas realizadas a la empresa, se conoció el proceso de elaboración de las sillas universitaria, escolares y archivadores que son los que más demanda la empresa, donde las operaciones son manuales, se pudo analizar el recorrido del proceso desde la llegada de la materia prima e insumos hasta la obtención del producto final y el método de trabajo empleado por los operarios.

3.1.3.2. Toma de tiempos.

Después de observar los procesos de producción de manera detallada de las sillas universitaria, escolares y archivadores, se procedió a realizar una toma de tiempos

con un cronometro para determinar el período que requiere el operario al realizar una actividad en la producción, se tomaron 5 tiempos iniciando con la llegada de la materia prima en este caso metal y madera y los respectivos insumos hasta el área de almacenamiento para la fabricación de estos productos, a continuación se presenta las tablas con los tiempos encontrados para cada producto:

- Tabla 1: SILLA ESCOLAR Toma de tiempos - Piezas de madera (Brazo, espaldar y sentadero)
- Tabla 2: Toma de tiempos - Lámina (Portalibros)
- Tabla 3: Toma de tiempos – Silla escolar
- Tabla 4: Tolerancias – Silla escolar
- Tabla 5: SILLA UNIVERSITARIA Toma de tiempos - Lámina (Portalibros)
- Tabla 6: Toma de tiempos – Silla universitaria
- Tabla 7: Tolerancias – Silla universitaria
- Tabla 8: ARCHIVADOR DE 4 GAVETAS Toma de tiempos – Lámina
- Tabla 9: Tolerancias – Archivador de 4 gavetas

Tabla 1: SILLA ESCOLAR Toma de tiempos - Piezas de madera (Brazo, espaldar y sentadero)

Proceso	# operarios		Tiempo	Hora de inicio		Hora final
	2		Min	8 a.m		12 a.m
	Visita 1	Visita 2	Visita 3	Visita 4	Visita 5	Promedio
Traslado de materia prima e insumos en área de almacenamiento	0,8	1,04	0,89	0,99	1,1	0,98
Almacenar materia prima e insumos	0,88	0,89	1,1	1,02	0,98	0,97
Traslado de la madera a la sierra de banco	0,48	0,3	0,5	0,53	0,49	0,46
Cortar piezas de madera	1,98	1,71	2,1	2,02	2,06	1,94
Pulir piezas	1,7	1,48	1,5	1,6	1,52	1,56
Traslado de las piezas a la lijadora	0,37	0,35	0,36	0,32	0,37	0,35
Lijar las piezas	2,2	2,23	2,2	3,2	2,24	2,41
Inspección de lijado	0,48	0,4	0,5	0,6	0,52	0,50
Aplicar sellador a las piezas lijadas	1,08	1,03	1,02	0,78	1,03	0,99
Esperar la fijación en las piezas selladas	8	8	8	8	8	8,00
Lijar piezas selladas	1,89	1,9	2	2,01	2,03	1,97
Inspección de piezas selladas	0,48	0,49	0,5	0,56	0,4	0,49
Traslado de piezas al área de pintura	0,33	0,32	0,33	0,3	0,29	0,31
Barnizar con laca y catalizador las piezas	2,83	3,2	3	3,1	2,98	3,02
Esperar secado de pintura	12	12	12	12	12	12,00
Inspeccionar secado	0,51	0,49	0,5	0,6	0,52	0,52
Traslado de las piezas de madera al área de	3,2	2,99	3	3,1	3,12	3,08
Tiempo Normal						39,57
Suplementos por NPDF						3,56
Tiempo estándar						43,13

Tabla 2: Toma de tiempos - Lámina (Portalibros)

Proceso	# operarios		Tiempo	Hora de inicio		Hora final
	1		Min	8 a.m		12 p.m
	Visita 1	Visita 2	Visita 3	Visita 4	Visita 5	Promedio
Traslado de materia prima e insumos en área de	0,69	0,71	0,7	0,73	0,68	0,70
Almacenar materia prima e insumos	0,88	1,03	0,99	0,98	1,1	1,00
Traslado de la lámina a la cortadora de lamina	0,67	0,65	0,66	0,65	0,7	0,67
Cortar lámina	1,48	1,57	1,5	1,55	1,4	1,50
Rayar lámina	1,1	0,99	1	1,2	1,02	1,08
Despunte de lámina	0,79	0,8	0,83	0,84	0,82	0,83
Traslado de lámina a la dobladora	0,2	0,32	0,33	0,3	0,4	0,29
Doblar lámina	1,01	1	0,98	0,9	0,96	0,97
Inspeccionar pieza	0,6	0,64	0,66	0,67	0,7	0,65
Transportar lámina a mesa principal	0,98	1,1	1	0,99	1,04	1,02
Tiempo normal						8,70
Suplementos por NPDF						0,78
Tiempo estándar						9,49

Tabla 3: Toma de tiempos – Silla escolar

Proceso	# operarios		Tiempo	Hora de inicio		Hora final
	3		Min	8 a.m		12 a.m
	Visita 1	Visita 2	Visita 3	Visita 4	Visita 5	Promedio
Traslado de materia prima e insumos en área de almacenamiento	0,85	0,99	1	1,2	1,03	1,01
Almacenar materia prima e insumos	0,49	0,52	0,5	0,53	0,4	0,49
Traslado del tubo a la tronzadora	0,7	0,7	0,66	0,77	0,65	0,70
Cortar tubo.	2,2	2,02	2	2,1	3,03	2,27
Traslado de los tubos al Esmeril	0,66	0,48	0,5	0,55	0,49	0,54
Pulir tubo en el Esmeril	1,03	0,99	1	1,1	0,98	1,03
Traslado del tubo a la dobladora	0,56	0,49	0,5	0,6	0,5	0,53
Doblar tubo	2,69	2,71	2,7	2,99	2,98	2,81
Inspeccionar piezas	1,4	1,1	1,5	1,52	1,09	1,27
Traslado de piezas a la punzadora	0,4	0,48	0,5	0,52	0,6	0,50
Perforar piezas	1,5	1,67	1,6	1,62	1,6	1,60
Transporte a la mesa principal	0,66	0,64	0,66	0,7	0,65	0,66
Soldar piezas de acero y portalibro	4,97	4,87	5	5,03	4,99	4,97
Inspeccionar ensamblado	0,7	0,4	0,5	0,55	0,6	0,55
Traslado del ensamblado de tubo al área de lavado	1,01	0,88	1	1,3	0,99	1,04
Lavar ensamblado	2,98	3,04	3	3,03	3	3,01
Limpiar ensamblado	2,1	2,04	2	2,2	1,98	2,06
Traslado de las piezas ensambladas al área de secado	0,48	0,4	0,5	0,66	0,51	0,51
Secado del ensamblado	2	2	2	2	2	2,00
Trasladar piezas ensambladas al área de pintado	0,16	0,14	0,16	0,2	0,1	0,15
Pintar piezas ensambladas	2,99	3,03	3	3,04	3,01	3,01
Esperar secado de pintura	10	10	10	10	10	10,00
Traslado de piezas ensambladas al horno	0,16	0,15	0,16	0,2	0,14	0,16
Introducir ensamblado al horno	1,09	1,3	1	0,99	1,03	1,08
Encender horno	0,48	0,49	0,5	0,6	0,5	0,51
Tiempo de quema en el horno	30	30	30	30	30	30,00
Apagar horno	0,32	0,4	0,33	0,32	0,3	0,33
Dejar enfriar ensamblado	10	10	10	10	10	10,00
Sacar ensamblado del horno	0,48	0,4	0,5	0,52	0,6	0,50
Traslado del ensamblado a la mesa principal	1,4	1,49	1,5	1,4	1,2	1,40
Traslado del operario al área administrativa	1,2	0,99	1	1,03	1,2	1,08
Alistamiento de tornillos y taladro	0,73	0,84	0,83	0,8	0,82	0,80
Traslado a la mesa principal	1,3	1,2	1,2	1,1	0,99	1,16
Esperar piezas de madera	3,2	2,99	3	3,1	3,12	3,08
Recibir piezas de madera	0,34	0,3	0,33	0,2	0,32	0,30
Ensamblar piezas de madera y acero	5,1	4,99	5	5,1	5	5,04
Transporte de pupitre al segundo piso	2,4	1,9	2	2,3	1,99	2,12
Almacenar producto terminado.	0,48	0,6	0,5	0,6	0,49	0,53
Tiempo normal						98,82
Suplementos por NPF						8,89
Tiempo estándar						107,72

Tabla 4: Tolerancias – Silla escolar

Tolerancias NPDF - Silla escolar				
	Porcentaje	Acero	Madera	Lámina
NP (Necesidades personales)	4%	3,95	1,58	0,35
F (Fatiga)	3%	2,96	1,19	0,26
D (Demora)	2%	1,98	0,79	0,17
Total	9%	8,89	3,56	0,78

El tiempo requerido para fabricar una silla escolar es de 107,72 minutos que equivale a 1,79 horas, para la elaboración de las piezas de madera que corresponden a sentadero, espaldar y brazo, el tiempo es de 43,13 minutos y para el portalibros 9,49 minutos.

Tabla 5: SILLA UNIVERSITARIA Toma de tiempos - Lámina (Portalibros)

Proceso	# operarios		Tiempo	Hora de inicio		Hora final
	1		Min	8 a.m		12 a.m
	Visita 1	Visita 2	Visita 3	Visita 4	Visita 5	Promedio
Traslado de materia prima e insumos en área de almacenamiento	0,89	0,99	1	1,03	1,05	0,99
Almacenar materia prima e insumos	0,92	0,96	1	1,05	1,1	1,01
Traslado de la lámina a la cortadora	0,48	0,55	0,66	0,69	0,74	0,62
Cortar lámina	1,28	1,31	1,5	1,56	1,61	1,45
Rayar lámina	0,87	0,99	1	1,09	1,11	1,01
Despunte de lámina	0,71	0,81	0,83	0,9	0,91	0,83
Traslado de lámina a la dobladora	0,23	0,29	0,33	0,39	0,41	0,33
Doblar lámina	0,86	0,95	0,98	0,99	1	0,96
Inspeccionar pieza	0,51	0,58	0,66	0,7	0,79	0,65
Transportar lámina a mesa principal	0,86	0,94	1	1,08	1,1	1,00
Tiempo normal						8,85
Suplementos pos NPDF						0,80
Tiempo estándar						9,64

Tabla 6: Toma de tiempos – Silla universitaria

Proceso	# operarios		Tiempo	Hora de inicio		Hora final
	3		Min	8 a.m		12 a.m
	Visita 1	Visita 2	Visita 3	Visita 4	Visita 5	Promedio
Traslado de materia prima e insumos en área de almacenamiento	0,99	0,68	1	1,04	1,06	0,95
Almacenar materia prima e insumos	0,28	0,38	0,5	0,09	0,1	0,27
Traslado del tubo a la tronzadora	0,55	0,63	0,66	0,69	0,72	0,65
Cortar tubo.	1,88	2,01	2	2,09	2,02	2,00
Traslado de los tubos al Esmeril	0,33	0,44	0,5	0,52	0,54	0,47
Pulir tubo en el Esmeril	0,95	0,98	1	1,03	1,05	1,00
Traslado del tubo a la dobladora	0,33	0,49	0,5	0,56	0,61	0,50
Doblar tubo	1,91	3,09	3	2,4	3,5	2,78
Inspeccionar piezas	1,08	1,6	1,5	1,51	1,15	1,37
Traslado de piezas a la punzadora	0,32	0,42	0,5	0,52	0,59	0,47
Perforar piezas de acero	1,55	1,51	1,6	1,05	1,67	1,48
Transporte de piezas de acero a la mesa principal	0,55	0,62	0,66	0,71	0,73	0,65
Soldar piezas de acero y portalibro	4,89	4,97	5	5,06	5,1	5,00
Inspeccionar ensamblado	0,45	0,48	0,5	0,55	0,61	0,51
Traslado del ensamblado de tubo al área de lavado	0,95	0,99	1	1,1	1,09	1,03
Lavar ensamblado	1,88	2,97	3	3,09	3,11	2,81
Limpiar ensamblado	1,99	2,88	2	2,07	2,1	2,21
Traslado de las piezas ensambladas al área de secado	0,33	0,48	0,5	0,56	0,61	0,50
Secado del ensamblado	2	2	2	2	2	2,00
Trasladar piezas ensambladas al área de pintado	0,13	0,15	0,16	0,19	0,2	0,17
Pintar piezas ensambladas	2,88	3,01	3	3,08	3,1	3,01
Esperar secado de pintura	10	10	10	10	10	10,00
Traslado de piezas ensambladas al horno	0,1	0,13	0,16	0,19	0,2	0,16
Introducir el ensamblado al horno	0,88	0,95	1	1,05	1,09	0,99
Encender horno	0,32	0,41	0,5	0,55	0,57	0,47
Tiempo de quema en el horno	30	30	30	30	30	30,00
Apagar horno	0,29	0,31	0,33	0,35	0,39	0,33
Dejar enfriar ensamblado	10	10	10	10	10	10,00
Sacar ensamblado del horno	0,39	0,49	0,5	0,55	0,61	0,51
Trasladar ensamble a la mesa principal	0,98	1,3	1,5	1,58	1,61	1,39
Traslado del operario al área administrativa	0,99	1,05	1	1,09	0,88	1,00
Alistamiento de tornillos, taladro convencional y piezas de plasticos	0,85	0,76	0,83	0,66	0,85	0,79
Traslado a la mesa principal	1,99	2,01	2,3	2,23	2,29	2,16
Ensamblar piezas de plastico y acero	3,99	4,08	4	4,07	4,09	4,05
Transporte del pupitre al segundo piso	0,98	1,87	2	2,05	2,09	1,80
Almacenar producto terminado	0,33	0,44	0,5	0,53	0,59	0,48
Tiempo normal						93,96
Suplementos por NPF						8,46
Tiempo estándar						102,41

Tabla 7: Tolerancias – Silla universitaria

Tolerancias NPPD - Silla universitaria			
	Porcentaje	Acero	Lámina
NP (Necesidades personales)	4%	3,76	0,35
F (Fatiga)	3%	2,82	0,27
D (Demora)	2%	1,88	0,18
Total	9%	8,46	0,80

Para la elaboración de una silla universitaria el tiempo promedio es de 102,41 minutos, que equivale a 1,71 horas y para el portalibros es de 9,64 minutos.

Tabla 8: ARCHIVADOR DE 4 GAVETAS Toma de tiempos lámina

Proceso	# operarios		Tiempo	Hora de inicio		Hora final
	4		Min	8 a.m -12 p.m	2p.m-6 p.m	
Archivador de 4 gavetas	Visita 1	Visita 2	Visita 3	Visita 4	Visita 5	Promedio
Traslado de materia prima e insumos en área de almacenamiento	0,88	1,02	0,88	0,98	1,03	1,0
Almacenar materia prima e insumos	0,4	0,35	0,5	0,57	0,43	0,5
Traslado de la lámina a la cortadora de lámina	0,77	0,95	1	1,05	0,88	0,9
Cortar lámina cuerpo y gaveta	35,77	35,88	36	36,01	36,08	35,9
Rayar lámina	31,77	31,88	31	32,01	30,77	31,5
Despunte de lámina	5,99	7,01	7	6,77	6,99	6,8
Traslado de lámina a la dobladora	1,02	0,99	1	1,02	0,98	1,0
Doblar láminas de cuerpo y gavetas	59,77	60,01	60	59,88	60,04	59,9
Inspeccionar piezas	1,20,99	1,09	1,5	1,51	1,3	1,4
Transportar piezas a la mesa principal	0,99	1,88	2	2,01	1,99	1,8
Soldar cuerpo	14,99	15,02	15	14,78	14,88	14,9
Traslado del armazón y gavetas al área de lavado	1,99	2,05	2	1,77	1,65	1,9
Lavar armazón y gavetas	3,99	5,08	5	5,01	4,77	4,8
Limpiar con trapo armazón y gavetas	1,99	2,77	3	3,08	2,97	2,8
Traslado del cuerpo y gavetas al área de	0,56	0,61	0,66	0,49	0,65	0,6
Secado del cuerpo y gavetas	2	2	2	2	2	2,0
Traslado de cuerpo y gavetas al área de pintado	0,31	0,29	0,33	0,25	0,32	0,3
pintar cuerpo y gavetas	6,66	7,88	8	8,08	7,98	7,7
Esperar secado de pintura	10	10	10	10	10	10,0
Traslado del cuerpo y gavetas al horno	0,69	0,74	0,75	0,66	0,71	0,7
Introducir cuerpo y gavetas al horno	0,99	1,26	2	1,99	2,08	1,7
Encender horno	0,34	0,51	0,5	0,44	0,53	0,5
Tiempo de quema en el horno	30	30	30	30	30	30,0
Apagar horno	0,26	0,31	0,33	0,3	0,29	0,3
Dejar enfriar cuerpo y gavetas	10	10	10	10	10	10,0
Sacar cuerpo y gavetas del horno	1,99	2,75	3	2,98	3,01	2,7
Trasladar cuerpo y gavetas a la mesa principal	2,08	1,76	2	1,68	1,94	1,9
Traslado del operario al área administrativa	0,79	1,03	1	0,88	0,93	0,9
Alistamiento de varillas, rieles, remache y taladro convencional	0,69	0,81	0,8	0,79	0,82	0,8
Traslado a la mesa principal	0,99	1,09	1,2	1,18	1,13	1,1
Ensamble de gavetas al cuerpo	16,09	14,99	16	15,88	16,01	15,8
Inspeccionar ensamble del archivador	0,98	1,05	1	0,78	1,05	1,0
Transporte del archivador al segundo piso	3,01	2,99	3	3,03	2,88	3,0
Almacenamiento del producto terminado.	0,55	0,49	0,66	0,5	0,67	0,6
Tiempo normal						256,5
Suplementos por NPPD						23,1
Tiempo estándar						279,6

Tabla 9: Tolerancias – Archivador de 4 gavetas

Tolerancias NPDF - Archivador de 4 gavetas		
	Porcentaje	Lámina
NP (Necesidades personales)	4%	10,26
F (Fatiga)	3%	7,69
D (Demora)	2%	5,13
Total	9%	23,1

El tiempo promedio para la realización de un archivador de 4 gavetas es de 279,6 minutos que equivale a 4,66 horas.

CONCLUSIÓN

Con los tiempos obtenidos y las listas de chequeo en el área de producción, se logró conocer el estado en que se encuentra la empresa, respecto a los métodos de trabajo empleados por los operarios, herramientas y maquinaria utilizadas en la elaboración de los productos, y la localización de estos, y así poder continuar con la diagramación para examinar los procesos de elaboración, donde se observó falencias lo cual nos permitió dar estrategias de mejora frente a este problema

CAPÍTULO 4

4.1. RESULTADOS DEL TRABAJO DE CAMPO

4.1.1. Diagramas utilizados en el estudio de Métodos y Tiempos

Con el fin de analizar y entender los procesos productivos, se elaboró diferentes diagramas de procesos, operaciones y recorrido, donde se observó de manera formal y precisa las diferentes actividades, movimientos y transportes que se efectúan en la planta COANDES durante el proceso productivo y poder realizar de esta manera la mejor distribución en planta que se adecue a sus necesidades.

Para la elaboración de una silla escolar se realizó tres diagramas de procesos que se pueden observar en la gráfica 3, 4 y 5 ya que se debe trabajar con tres materiales diferentes: Para las piezas de madera se deben realizar 17 actividades, para el portalibros 10 actividades y para el proceso de ensamblado total de las piezas de madera, lamina y acero se realizan 38 actividades como se muestra a continuación:

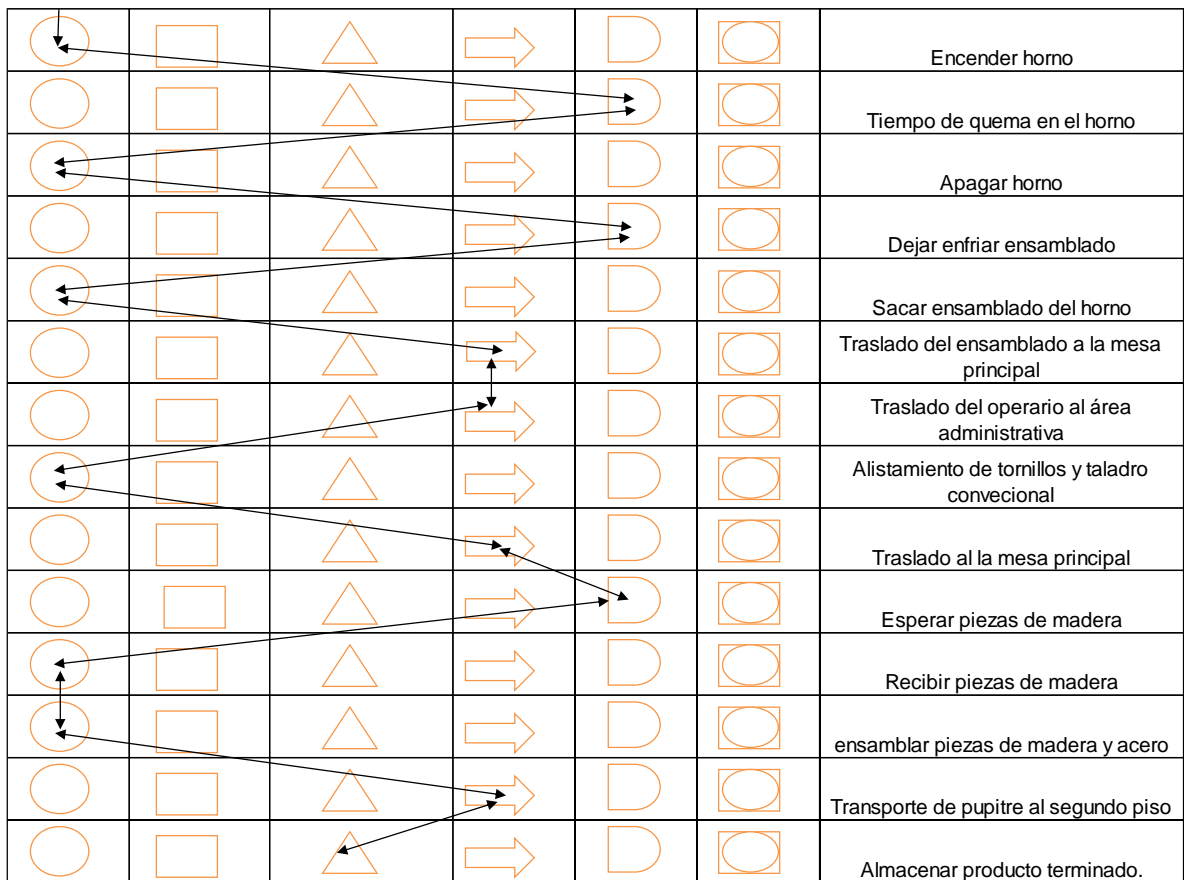
Operación	Inspeccion	Almacenamiento	Transporte	Espera	Combinada	Descripción del proceso de madera
						Traslado de materia prima e insumos en área de almacenamiento
						Almacenar materia prima e insumos
						Traslado de la madera a la sierra de banco
						Cortar piezas de madera
						Pulir piezas de madera
						Traslados de las piezas a la lijadora
						Lijar las piezas
						Inspección de lijado
						Aplicar sellador a las piezas lijadas
						Esperar la fijación en las piezas selladas
						Lijar piezas selladas
						Inspección de piezas selladas
						Traslado de piezas al área de pintura
						Barnizar con laca y catalizador las piezas
						Esperar secado de pintura
						Inspeccionar secado
						Traslado de las piezas de madera al área de metal y acero

Gráfica 3: SILLA ESCOLAR - Diagrama de proceso - Piezas de madera (Brazo, espaldar y sentadero)

Operación	Inspección	Almacenamiento	Transporte	Espera	Combinada	Descripción del proceso de lámina (Portalibro)
						Traslado de materia prima e insumos en área de almacenamiento
						Almacenar materia prima e insumos
						Traslado de la lámina a la cortadora de lamina
						Cortar lámina
						Rayar lámina
						Despunte de lámina
						Traslado de lámina a la dobladora
						Doblar lámina
						Inspeccionar pieza
						Transportar lámina a mesa principal

Gráfica 4: Diagrama de proceso - Lámina (Portalibros)

Operación	Inspección	Almacenamiento	Transporte	Espera	Combinada	Descripción del proceso de acero
						Traslado de materia prima e insumos en área de almacenamiento
						Almacenar materia prima e insumos
						Traslado del tubo a la tronzadora
						Cortar tubo.
						Traslado de los tubos al Esmeril
						Pulir tubo en el Esmeril
						Traslado del tubo a la dobladora
						Doblar tubo
						Inspeccionar piezas
						Traslado de piezas a la punzadora
						Perforar piezas
						Transporte a la mesa principal
						Soldar piezas de acero y portalibro
						Inspeccionar ensamblado
						Traslado del ensamblado de tubo al área de lavado
						Lavar ensamblado
						Limpiar ensamblado
						Traslado de las piezas ensambladas al área de secado
						Secado del ensamblado
						Trasladar piezas ensambladas al área de pintado
						Pintar piezas ensambladas
						Esperar secado de pintura
						Traslado de piezas ensambladas al horno
						Introducir ensamblado al horno



Gráfica 5: Diagrama de proceso – Silla escolar

En la tabla 10 se puede observar el número de actividades que se requieren para la elaboración de una silla escolar

Tabla 10: Resumen número de actividades – Silla escolar

RESUMEN			
	Acero	Madera	Lámina
Operación	15	6	4
Inspección	2	3	1
Transporte	14	5	4
Almacenamiento	2	1	1
Espera	5	2	0
Operación combinada	0	0	0
Total	38	17	10

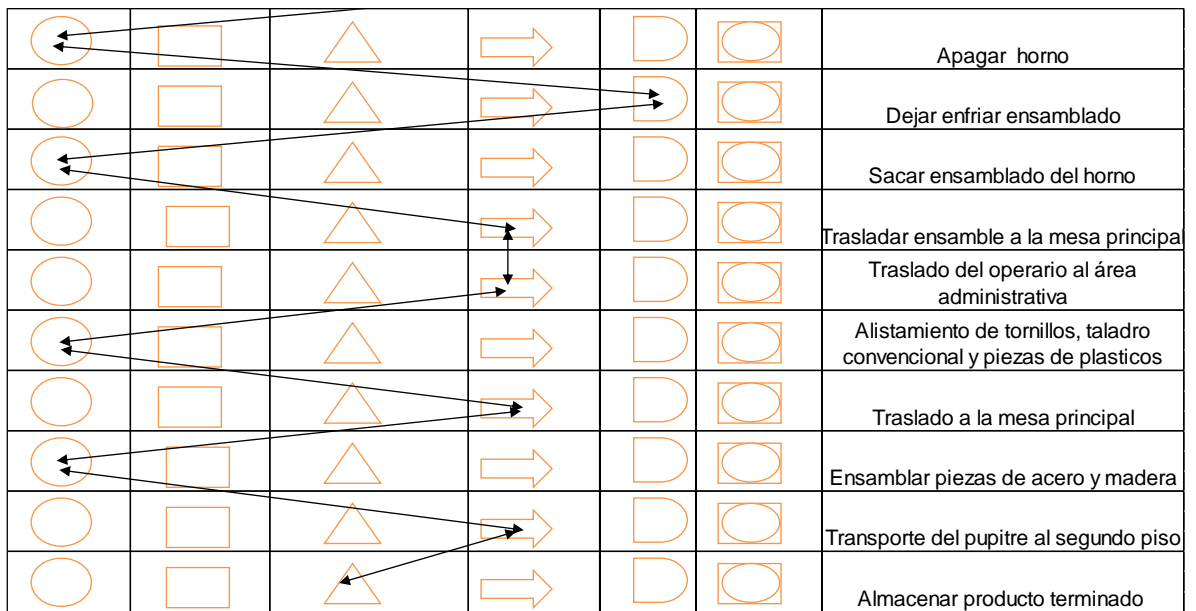
Para una silla universitaria se realizó dos diagramas de procesos como se observa en las gráficas 6 y 7 ya que se debe trabajar con 2 materiales diferentes: Para el portalibros son 10 actividades y para el proceso de ensamblado total de lámina y acero se realizan 36 actividades.

Para las piezas de plástico que son el sentadero, espaldar y brazo, la empresa las compra por aparte.

Operación	Inspección	Almacenamiento	Transporte	Espera	Combinada	Descripción del proceso de lámina (Portalibro)
						Traslado de materia prima e insumos en área de almacenamiento
						Almacenar materia prima e insumos
						Traslado de la lámina a la cortadora de lámina
						Cortar lámina
						Rayar lámina
						Despunte de lámina
						Traslado de lámina a la dobladora
						Doblar lámina
						Inspeccionar pieza
						Transportar lámina a mesa principal

Gráfica 6: SILLA UNIVERSITARIA - Diagrama de proceso – Lámina (Portalibros)

Operación	Inspección	Almacenamiento	Transporte	Espera	Combinada	Descripción del proceso de acero
						Traslado de materia prima e insumos en área de almacenamiento
						Almacenar materia prima e insumos
						Traslado del tubo a la tronadora
						Cortar tubo.
						Traslado de los tubos al Esmeril
						Pulir tubo en el Esmeril
						Traslado del tubo a la dobladora
						Doblar tubo
						Inspeccionar piezas
						Traslado de piezas a la punzadora
						Perforar piezas de acero
						Transporte de piezas de acero a la mesa principal
						Soldar piezas de acero y portalibro
						Inspeccionar ensamblado
						Traslado del ensamblado de tubo al área de lavado
						Lavar ensamblado
						Limpiar ensamblado
						Traslado de las piezas ensambladas al área de secado
						Secado del ensamblado
						Trasladar piezas ensambladas al área de pintado
						Pintar piezas ensambladas
						Esperar secado de pintura
						Traslado de piezas ensambladas al horno
						Introducir el ensamblado al horno
						Encender horno
						Tiempo de quema en el horno



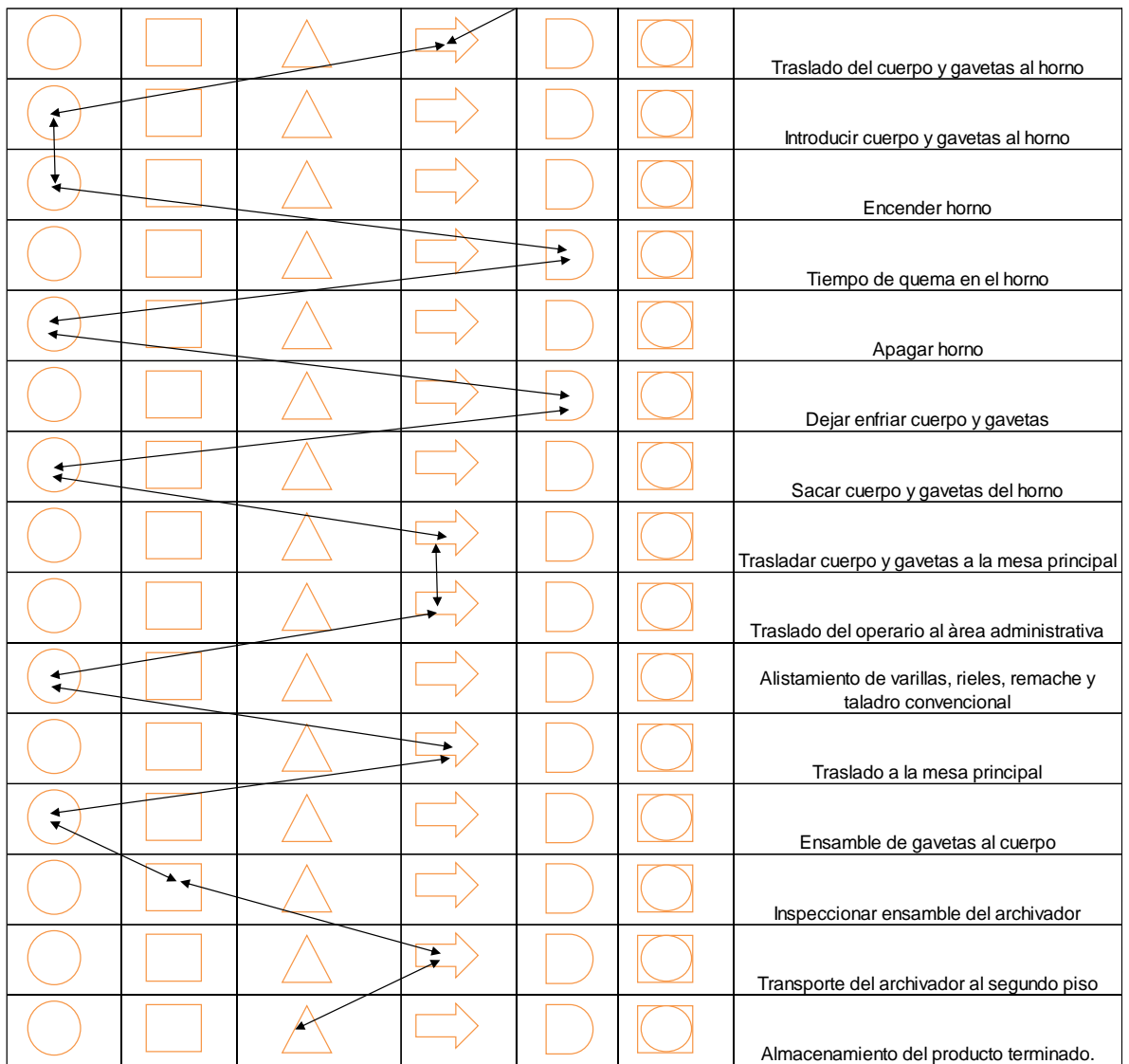
Gráfica 7: Diagrama de proceso – Silla universitaria

Tabla 11: Resumen número de actividades – Silla universitaria

RESUMEN		
	Acero	Lámina
Operación	14	4
Inspección	2	1
Transporte	14	4
Almacenamiento	2	1
Espera	4	0
Operación combinada	0	0
Total	36	10

Para un archivador de 4 gavetas se realizó un diagrama que se observa en la gráfica 8 donde se identifica 34 actividades que incluye ensamblado de cuerpo y gavetas, transporte, lavado, pintado entre otras

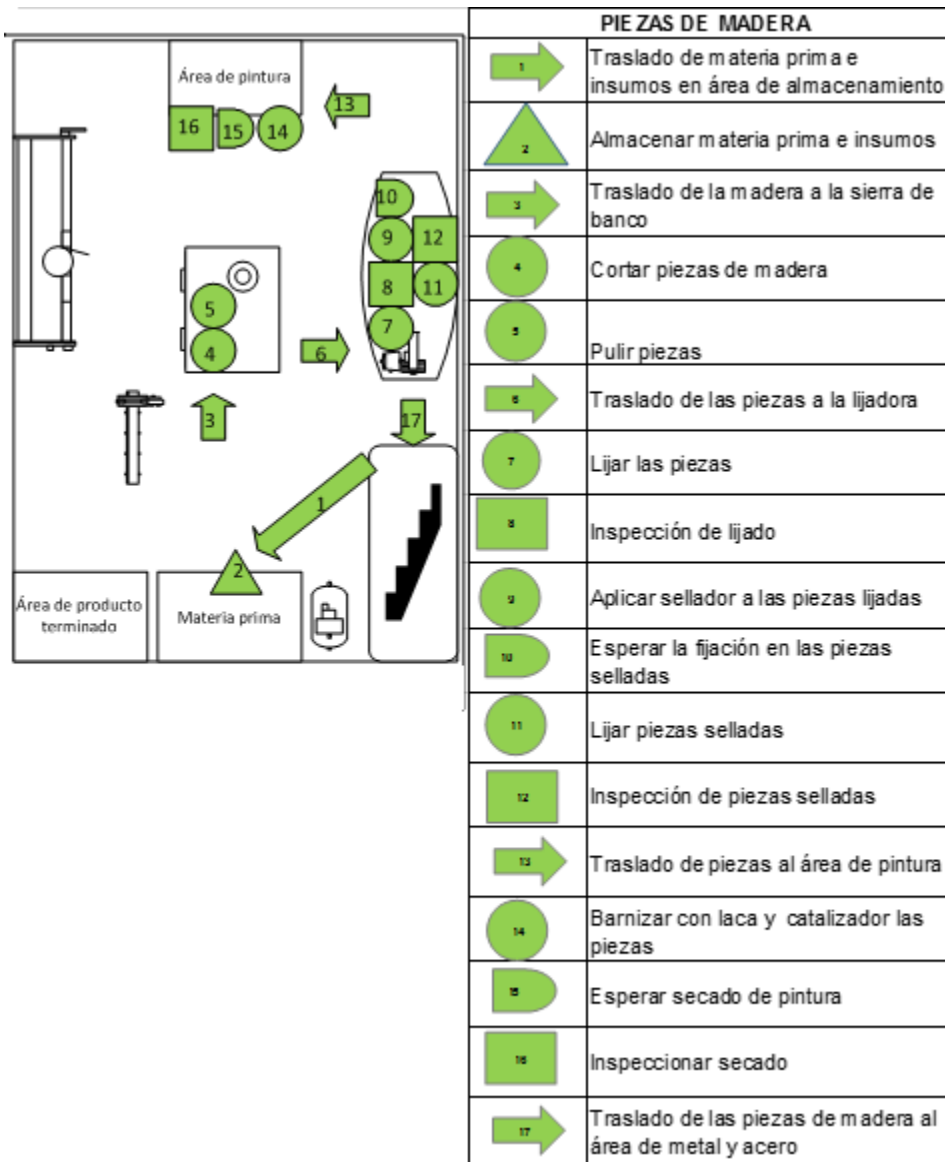
Operación	Inspección	Almacenamiento	Transporte	Espera	Combinada	Descripción del proceso de lámina (Parte externa y gavetas)
						Traslado de materia prima e insumos en área de almacenamiento
						Almacenar materia prima e insumos
						Traslado de la lámina a la cortadora de lamina
						Cortar lámina
						Rayar lámina
						Despunte de lámina
						Traslado de lámina a la dobladora
						Doblar láminas de cuerpo y gavetas
						Inspeccionar piezas
						Transportas piezas a la mesa principal
						Soldar cuerpo
						Traslado del armazón y gavetas al área de lavado
						Lavar armazón y gavetas
						Limpiar con trapo armazón y gavetas
						Traslado del cuerpo y gavetas al área de secado
						Secado del cuerpo y gavetas
						Traslado de cuerpo y gavetas al área de pintado
						pintar cuerpo y gavetas
						Esperar secado de pintura



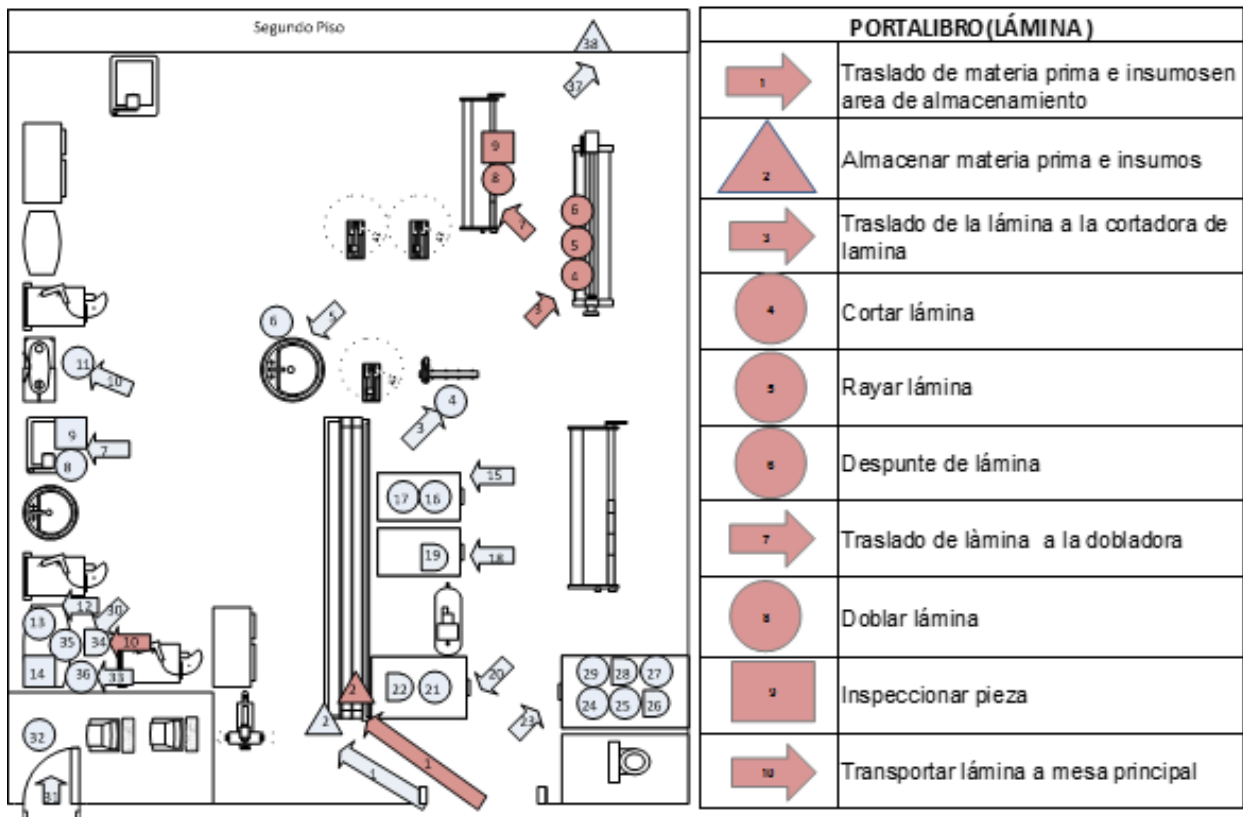
Gráfica 8: Diagrama de proceso – Archivador de 4 gavetas

Tabla 12: Resumen número de actividades – Archivador







































RESUMEN	
	Lámina
Operación	14
Inspección	2
Transporte	12
Almacenamiento	2
Espera	4
Operación combinada	0
Total	34



Gráfica 9: Diagrama de recorrido - Piezas de madera Silla escolar



Gráfica 10: Diagrama de recorrido Silla escolar

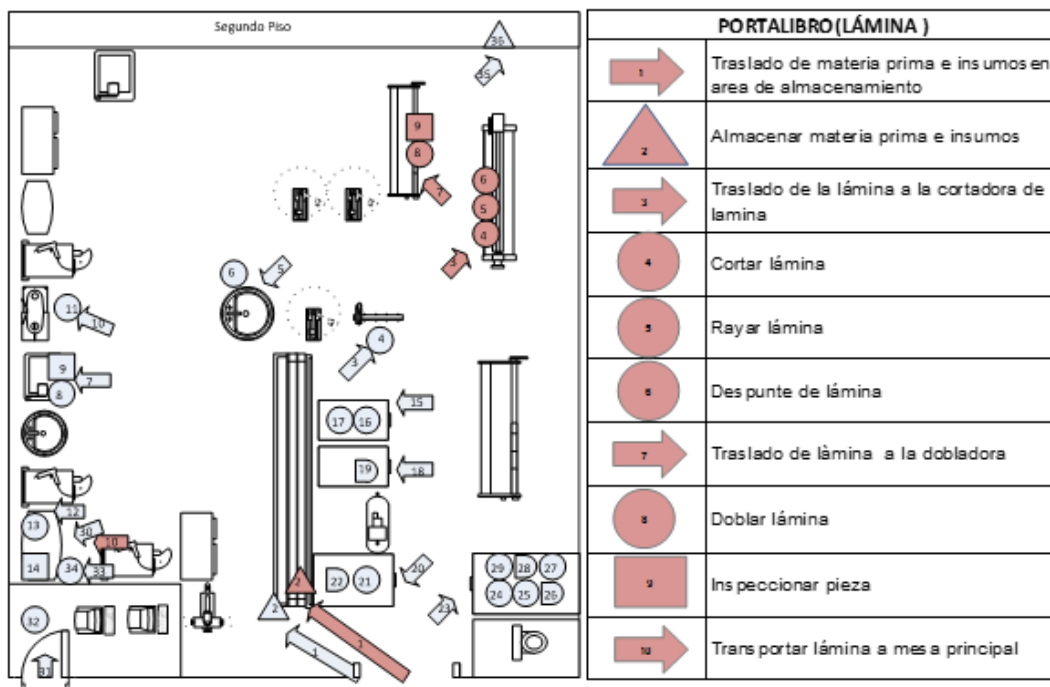
SILLAS ESCOLARES	
	Traslado de M.P e insumos al area de almacenamiento
	Almacenar materia prima e insumos
	Traslado del tubo a la tronadora
	Cortar tubo.
	Traslado de los tubos al Esmeril
	Pulir tubo en el Esmeril
	Traslado del tubo a la dobladora
	Doblar tubo
	Inspeccionar piezas
	Traslado de piezas a la punzadora
	Perforar piezas
	Transporte a la mesa principal
	Soldar piezas de acero y portalibro
	Inspeccionar ensamblado
	Traslado del ensamblado de tubo al área de lavado
	Lavar ensamblado
	Limpiar ensamblado
	Traslado de las piezas ensambladas al área de secado
	Secado del ensamblado
	Trasladar piezas ensambladas al área de pintado
	Pintar piezas ensambladas
	Esperar secado de pintura
	Traslado de piezas ensambladas al horno
	Introducir ensamblado al horno
	Encender horno
	Tiempo de quema en el horno
	Apagar horno
	Dejar enfriar ensamblado
	Sacar ensamblado del horno
	Traslado del ensamblado a la mesa principal
	Traslado del operario al área administrativa
	Alistamiento de tornillos y taladro conveccional
	Traslado al la mesa principal
	Esperar piezas de madera
	Recibir piezas de madera
	Ensamblar piezas de madera y acero
	Transporte de pupitre al segundo piso
	Almacenar producto terminado.

Gráfica 11: actividades del diagrama de recorrido Silla escolar





































En el diagrama de recorrido del proceso de elaboración de la silla escolar se evidencia los movimientos de los operarios para cada actividad, la actividad del acero es realizada por tres operarios, el primer operario se encarga de la materia prima, cortes, soldado y doblar, el segundo se encarga de la limpieza, lavado y secado y el tercero de la quema en el horno y la pintura y para las piezas de madera se requieren dos operarios, el primer operario se encarga de la materia prima, cortar, pulir y lijar y el segundo de pintar.

Se realizaron dos diagramas de recorrido ya que el área de madera se encuentra ubicada en otra zona, generado demoras en el proceso, puesto que las piezas de madera deben ser transportadas al área de acero para la fabricación de este producto.

En la gráfica 11 se observa 14 actividades de transporte para la elaboración de la silla escolar, considerando estas muy altas debido a la mala ubicación de maquinaria y herramientas que se encuentran en el área administrativa.



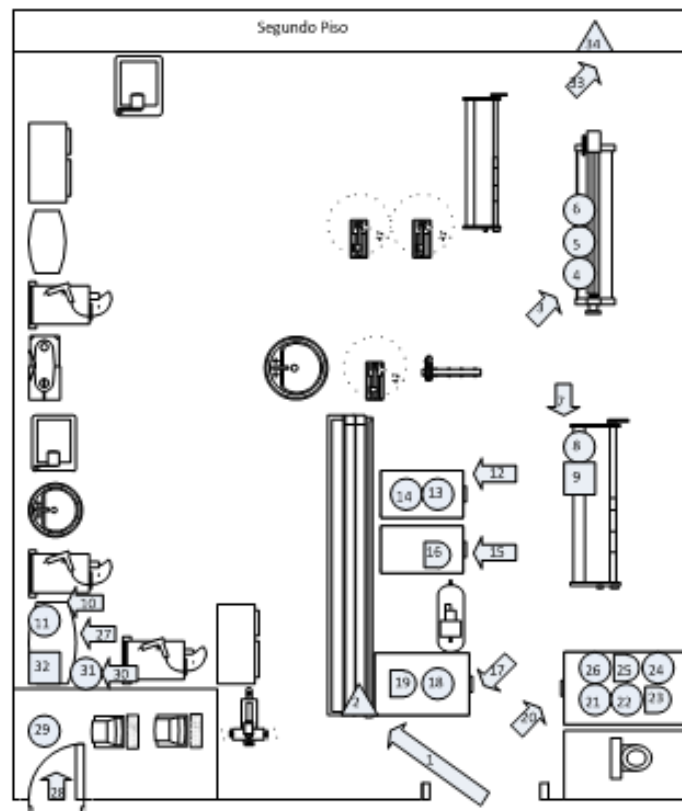
Gráfica 12: Diagrama de recorrido – lamina (portablibros) Silla universitaria

SILLAS UNIVERSITARIAS			
	Traslado de materia prima e insumos en área de almacenamiento		Secado del ensamblado
	Almacenar materia prima e insumos		Trasladar piezas ensambladas al área de pintado
	Traslado del tubo a la tronadora		Pintar piezas ensambladas
	Cortar tubo.		Esperar secado de pintura
	Traslado de los tubos al Esmeril		Traslado de piezas ensambladas al horno
	Pulir tubo en el Esmeril		Introducir el ensamblado al horno
	Traslado del tubo a la dobladora		Encender horno
	Doblar tubo		Tiempo de quema en el horno
	Inspeccionar piezas		Apagar horno
	Traslado de piezas a la punzadora		Dejar enfriar ensamblado
	Perforar piezas de acero		Sacar ensamblado del horno
	Transporte de piezas de acero a la mesa principal		Trasladar ensamble a la mesa principal
	Soldar piezas de acero y portalibro		Traslado del operario al área administrativa
	Inspeccionar ensamblado		Alistamiento de tornillos, taladro convencional y piezas de plasticos
	Traslado del ensamblado de tubo al area de lavado		Traslado a la mesa principal
	Lavar ensamblado		Ensamblar piezas de plastico y acero
	Limpiar ensamblado		Transporte del pupitre al segundo piso
	Traslado de las piezas ensambladas al área de secado		Almacenar producto terminado



































Gráfica 13: actividades del diagrama de recorrido - Silla universitaria

En el diagrama de recorrido para el proceso de elaboración de una silla universitaria, muestra los diferentes movimientos de los operarios para cada actividad, la actividad del acero es realizada por tres operarios, el primer operario se encarga de la materia prima, cortes, soldado y doblar, el segundo se encarga de la limpieza, lavado y secado y el tercero de la quema en el horno y la pintura.

En la gráfica 13 hay 14 actividades de transporte y 14 de operación, afectando negativamente el proceso de producción en la empresa, ya que esto genera retrasos debido a las demoras y transportes, mala ubicación de maquinaria y herramientas que se encuentran en el área administrativa.



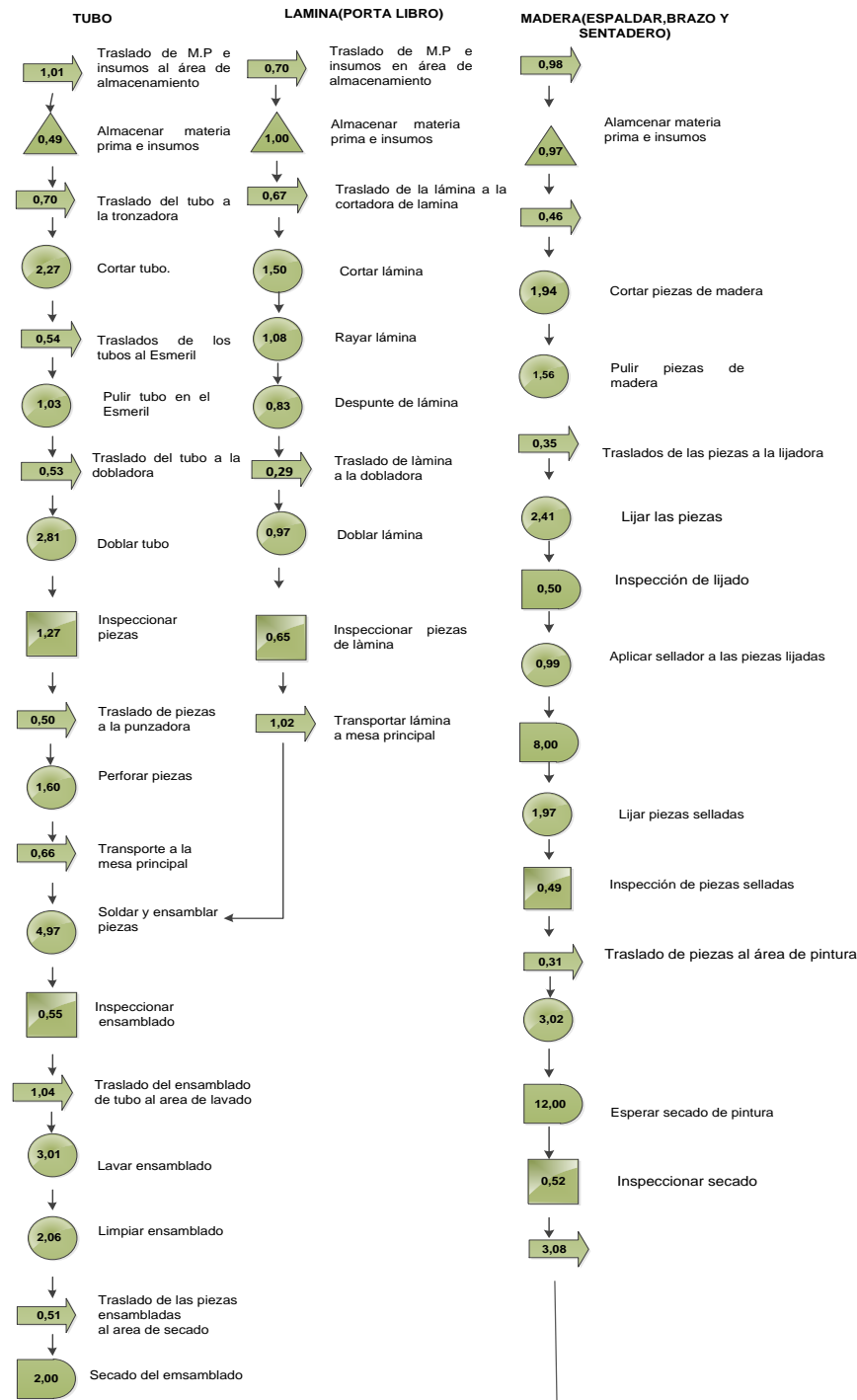
Grafica 14: Diagrama de recorrido – Archivador de 4 gavetas

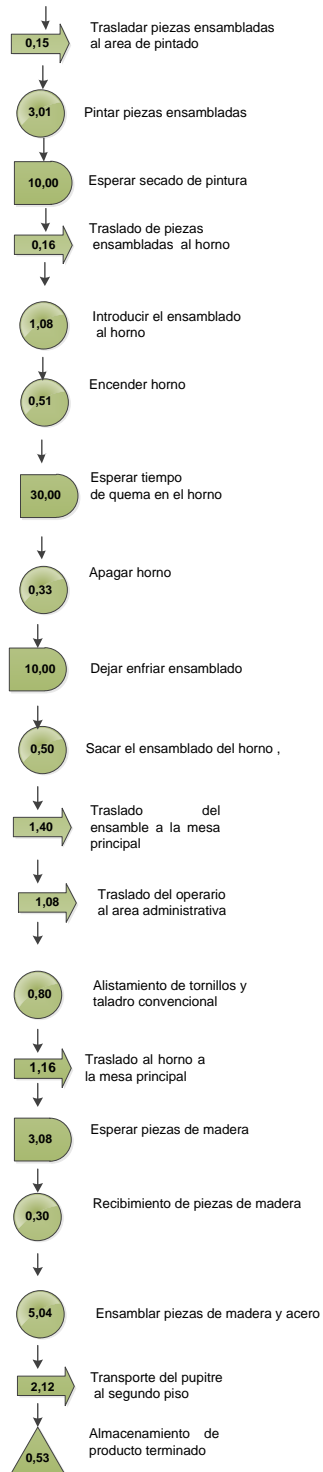
ARCHIVADOR			
 1	Trasladar materia prima e insumos en área de almacenamiento	 18	pintar cuerpo y gavetas
 2	Almacenar materia prima e insumos	 19	Esperar secado de pintura
 3	Traslado de la lámina a la cortadora de lamina	 20	Traslado del cuerpo y gavetas al horno
 4	Cortar lámina cuerpo y gaveta	 21	Introducir cuerpo y gavetas al horno
 5	Rayar lámina	 22	Encender horno
 6	Despunte de lámina	 23	Tiempo de quema en el horno
 7	Traslado de lámina a la dobladora	 24	Apagar horno
 8	Doblar láminas de cuerpo y gavetas	 25	Dejar enfriar cuerpo y gavetas
 9	Inspeccionar piezas	 26	Sacar cuerpo y gavetas del horno
 10	Transportar piezas a la mesa principal	 27	Trasladar cuerpo y gavetas a la mesa principal
 11	Soldar cuerpo	 28	Traslado del operario al área administrativa
 12	Traslado del armazón y gavetas al área de lavado	 29	Alistamiento de varillas, rieles, remache y taladro convencional
 13	Lavar armazón y gavetas	 30	Traslado a la mesa principal
 14	Limpiar con trapo armazón y gavetas	 31	Ensamble de gavetas al cuerpo
 15	Traslado del cuerpo y gavetas al área de secado	 32	Inspeccionar ensamble del archivador
 16	Secado del cuerpo y gavetas	 33	Transporte del archivador al segundo piso
 17	Traslado de cuerpo y gavetas al área de pintado	 34	Almacenamiento del producto terminado.

Grafica 15: actividades del diagrama de recorrido – Archivador de 4 gavetas

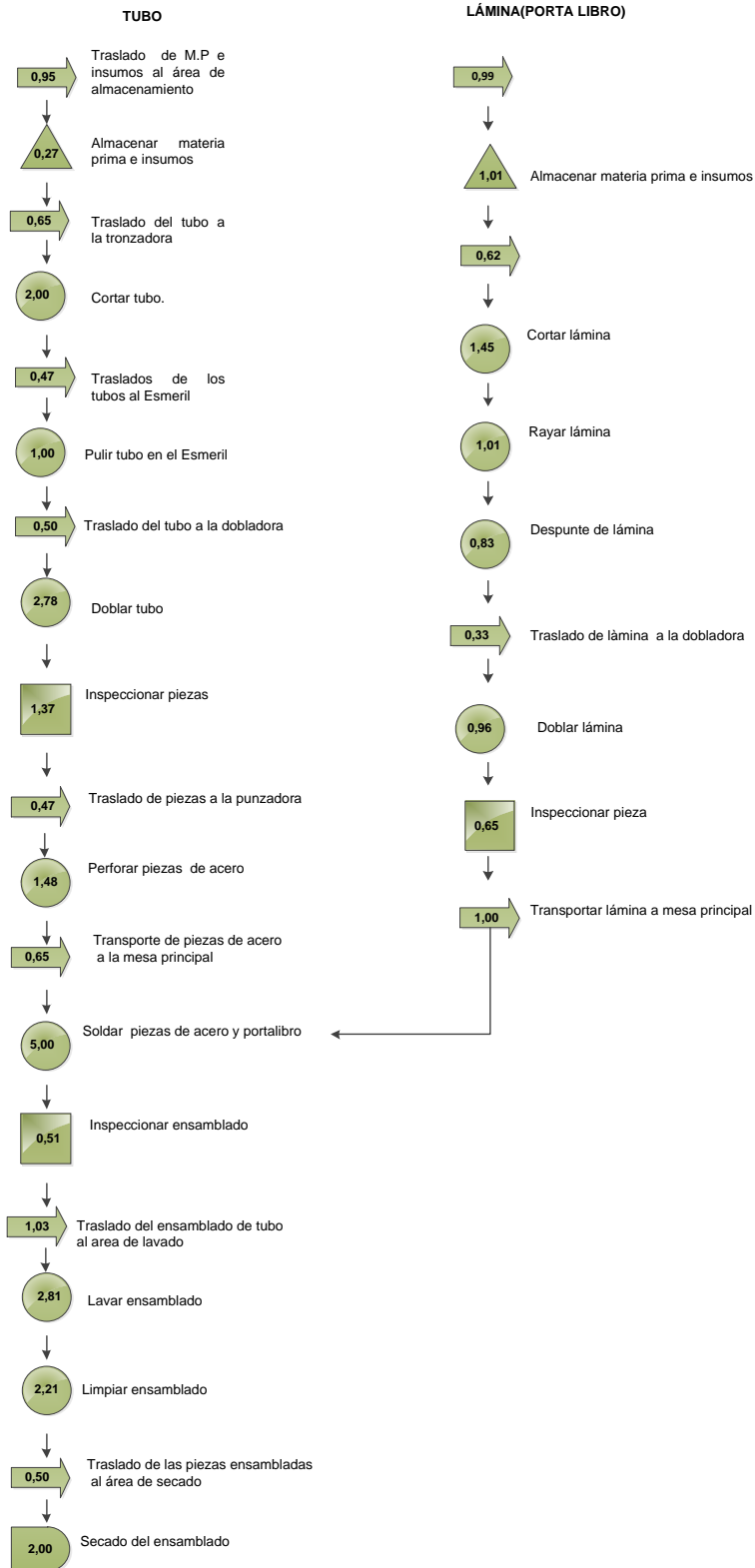
El diagrama de recorrido del proceso de elaboración de un archivador de 4 gavetas, muestra los movimientos de los operarios para cada actividad, la actividad de lámina es realizada por tres operarios, el primer operario se encarga de la materia prima, cortes, soldado y doblar, el segundo se encarga de la limpieza, lavado y secado y el tercero de la quema en el horno y la pintura.

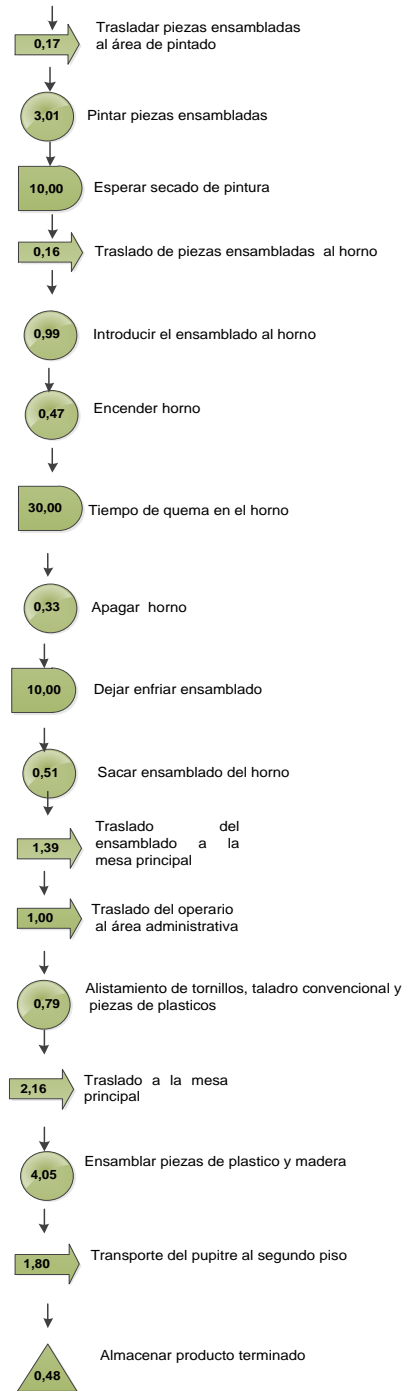
En el proceso hay 12 actividades que hacen referencia al transporte, lo cual se aproxima a las 14 operaciones que se deben hacer para la elaboración del producto, también hay 4 esperas, debido a la mala ubicación de maquinaria y herramientas que se encuentran en el área administrativa.





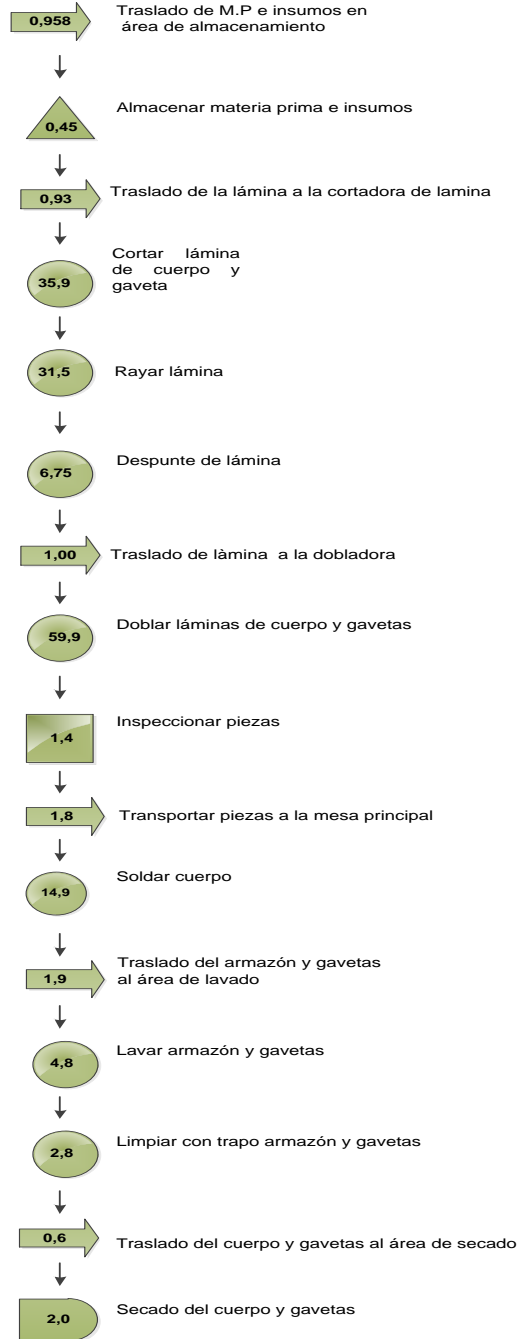
Gráfica 16: Diagrama de operaciones - silla escolar

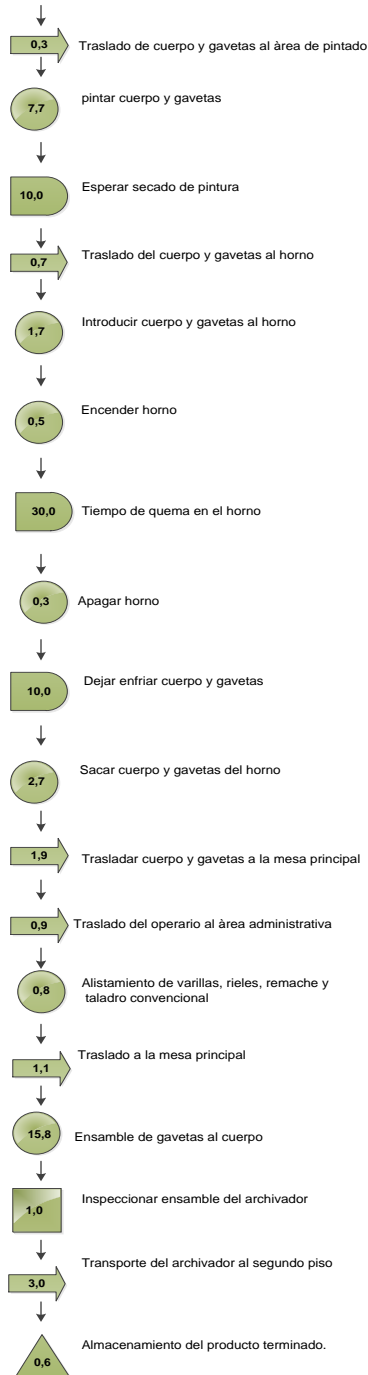




Gráfica 17: Diagrama de operaciones - Silla universitaria

LÁMINA





Gráfica 18: Diagrama de operaciones - Archivador de 4 gavetas

CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta los tiempos y los diferentes diagramas que se utilizaron para la elaboración de los productos: Sillas escolares, universitarias y archivadores, se observó que para la elaboración de la silla escolar hay un tiempo promedio de transporte de 3,08 minutos que es el recorrido que hace el operario desde el área de madera hasta el área de acero, ya que esta se encuentra ubicada en otra planta, con el nuevo diseño de distribución en planta estos tiempos podrían disminuir.

En el diagrama de recorrido de los tres productos se observó que hay demasiados retrocesos ya que la maquinaria no está bien localizada por lo cual algunas actividades no pueden llevar su secuencia, además hay un traslado del operario al área administrativa porque algunos insumos y herramientas se encuentran en estas.

Otra de las problemáticas que se presenta en la empresa es que no hay un área adecuada para los sanitarios y lockers de los operarios, ya que esta se encuentra ubicada al lado de horno de quema y en medio de la maquinaria respectivamente.

En el área de producción se evidencio la falta de orden con respecto a la materia prima, insumos, maquinaria, producto terminado y residuos, generando inseguridad en los operarios al momento de llevar a cabo sus respectivas actividades, lo que puede ocasionar accidentes laborales, con el nuevo diseño de distribución en planta se tratara de reducir estos riesgos, organizando estas áreas con el fin de mantener un orden.

4.1.2. Factores que Intervienen en la Distribución en Planta

- **Sistemas de mantención:** actualmente la empresa tiene una distribución por proceso

- **Almacenes:** en la parte central se almacena la materia prima y en el segundo piso el producto terminado.
- **Personal necesario:**

Gerente

Contador Contratación por honorario

Administración y ventas: Vendedor externo

Secretaria

Propietario (Gerente)

Área de ebanistería: 2 operarios

Área de producción: 1 operario de lámina - 2 asistentes

1 operario de tubería - 2 asistentes

1 operario de acero y gas - 2 asistentes

1 operario en pintura, armado y limpieza - 3 asistentes

Normalmente trabajan 9 personas que son fijas para satisfacer la demanda, con dos jornadas mañana y tarde de 4 horas cada una

- **Características del edificio**

Edificio actual: En el primer piso se encuentra el área de administración y ventas, materia prima, área de producción, área de pintura, armado y limpieza.

Se cuenta con 1 piso, poca iluminación, teja termocustica, columna de hierro ipe, el área de acero y metal es de 208 m² y el área de madera es de 50 m²

- **Servicio auxiliar**

Edificio actual: Actualmente la empresa cuenta con un baño, 1 locker

Edificio futuro: En este edificio se especificará el espacio del área productiva, área de administración y ventas, oficina de producción y diseño, ducha, baño mixto, lockers, cafetera y botiquín.

- **Control:** Es artesanal.

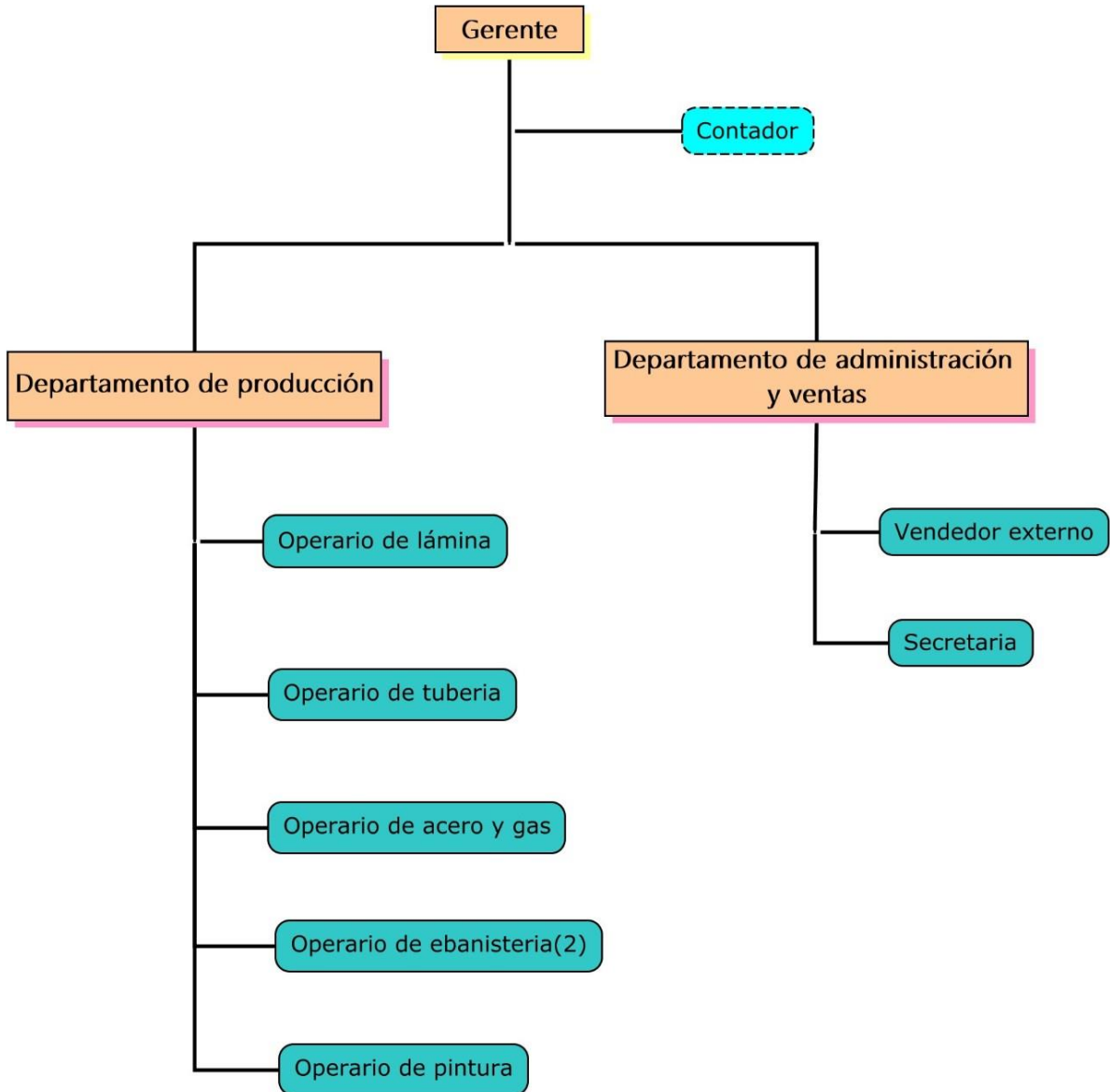
En la tabla 13 se muestra la demanda mensual de los productos: Silla escolar, silla universitaria y archivador de 4 gavetas

Tabla 13 Demanda de productos de la empresa

COANDES	
Producto	Demanda mensual (Und)
Sillas escolares	100
Sillas universitarias	40
Archivadores de 4 gavetas	15

En la gráfica 19 se muestra el organigrama de la empresa COANDES y de esta manera observar de un amañera sencilla la estructura organizacional.

Organigrama empresa COANDES



Grafica 18: Organigrama de la empresa COANDES

CAPITULO 5

5.1. PROPUESTA DE MEJORA PARA EL DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.

5.1.1. Cálculo de las áreas de la planta en la empresa COANDES.

Para calcular las áreas de la planta se empleó el método Guerchet, en el cual se utilizan diferentes fórmulas para obtener el cálculo de las tres superficies: Estática, gravitacional y de evolución para obtener el espacio requerido por cada área, como se muestra en las tablas:

- Tabla 14: Cálculo de superficies (m²)
- Tabla 15: Cálculo de superficies (m²)

Tabla 14: Cálculo de superficies (m²)

Cálculo de superficies (m ²)						
Áreas (Acero y lámina)	Maquinaria	ss	N	sg	se	Total
Materia prima	Materia prima	5,76	2	11,52	25,92	43,2
Quema	Horno de quema	6,76	1	6,76	20,28	33,8
Doblado	Dobladora de lámina grande	2,75	1	2,75	8,25	13,75
	Dobladora de lámina pequeña	1,81	1	1,81	5,43	9,05
	Dobladora de tubo grande	2,73	2	5,46	12,29	20,48
	Dobladora de tubo pequeño	1,56	2	3,12	7,02	11,7
Corte	Cortadora de lámina	2,25	1	2,25	6,75	11,25
	Cortadora de tubo	1,6	1	1,6	4,8	8
Pintura	Área de pintura	3,38	1	3,38	10,14	16,9
	Compresor de pintura	1,69	1	1,69	5,07	8,45
Lavado y secado	Área de lavado y secado	1,22	1	1,22	3,66	6,1
Perforación	Taladro de árbol	0,23	1	0,23	0,69	1,15
	Taladro de lámina	0,46	1	0,46	1,38	2,3
	Taladro de árbol	0,3	1	0,3	0,9	1,5
	Troqueleadora	0,41	1	0,41	1,23	2,05
	Punzadora	0,3	1	0,3	0,9	1,5
Pulido	Esmeril	0,12	2	0,24	0,54	0,9
	Esmeril	0,21	2	0,42	0,945	1,575
Ensamble	Soldador	0,21	2	0,42	0,945	1,575
	Soldador	0,21	2	0,42	0,945	1,575
	Soldador	0,21	2	0,42	0,945	1,575
	Mesa	1,19	2	2,38	5,355	8,925
	Mesa principal soldar	0,98	4	3,92	7,35	12,25
Producto terminado	Producto terminado	5,52	2	11,04	24,84	41,4
Total						261
Cálculo de superficies (m ²)						
Áreas (Madera)	Maquinaria	ss	N	sg	se	Total
Materia prima	Materia prima	1,15	2	2,3	5,175	8,625
Corte	Sierra de banco	0,87	1	0,87	2,61	4,35
	Ingletadora	2,3	1	2,3	6,9	11,5
Pulido	Mesa de herramientas	2,74	1	2,74	8,22	13,7
	Canteadora	0,7	2	1,4	3,15	5,25
Pintura	Compresor	0,2	2	0,4	0,9	1,5
	Pintura	0,9	1	0,9	2,7	4,5
Producto terminado	Producto terminado	0,76	2	1,52	3,42	5,7
Total						55,13

Tabla 15: Cálculo de superficies (m²)

Cálculo de superficies (m ²)		
Áreas (Acero y lámina)		
Casilleros y ducha	Ducha	1,39
	Casillero	3,34
Sanitarios	Baño (2)	2,79
	Lavamanos	1,39
	Mingitorio	0,84
	Puerta	1,39
Cafeteria		2,2
Administración y ventas		9,3
Investigación y diseño		9,3
Total		31,94
Áreas (m ²)		
Área de residuos madera		3,5
Área de residuos acero y lámina		6
Total		9,5

Después de calcular las superficies de cada área en m² se procedió a utilizar la herramienta Corelap 1.0 la cual permitió ubicar los departamentos de acuerdo con la calificación de cercanía total representada en trayectoria rectilínea

En las gráficas 20 y 21 se muestra la plantilla del programa Corelap 1.0 donde se digitaron los nombres de los departamentos con su respectivo tamaño en m².

¿Cuántos departamentos quiere implantar? CONTINUAR RETROCEDER

Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1 MATERIA PRIMA	8,63
2 CORTE	15,85
3 PULIDO	18,95
4 PINTADO	6
5 PDTO TERMINADC	5,7
6 RESIDUOS	3,5

Superficie Disponible :

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

A = 6
E = 5
I = 4
O = 3
U = 2
X = 1

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

CONTINUAR RETROCEDER

Gráfica 20: Pantalla de introducción datos del área de madera

¿Cuántos departamentos quiere implantar? CONTINUAR RETROCEDER

Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1 MATERIA PRIMA	43,2
2 CORTE	19,25
3 PULIDO Y DOBLAJE	57,45
4 PERFORACIÓN	8,5
5 ENSAMBLE	22,9
6 LAVADO Y SECADO	6,1
7 PINTURA Y QUEMADO	59,15
8 PDTO TERMINADC	41,4
9 RESIDUOS	6
10 SANITARIOS Y DUCHAS	11,14
11 CAFETERIA	2,2
12 ADM. Y VENTAS	9,3
13 PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN	9,3

Superficie Disponible :

Definición de los parámetros que determinan el peso de las relaciones.

A = 6
E = 5
I = 4
O = 3
U = 2
X = 1

El chart de relaciones se rellena asignando una de estas 6 constantes a la relación entre cada 2 departamentos. El valor de cada constante puede ser modificado en esta tabla.

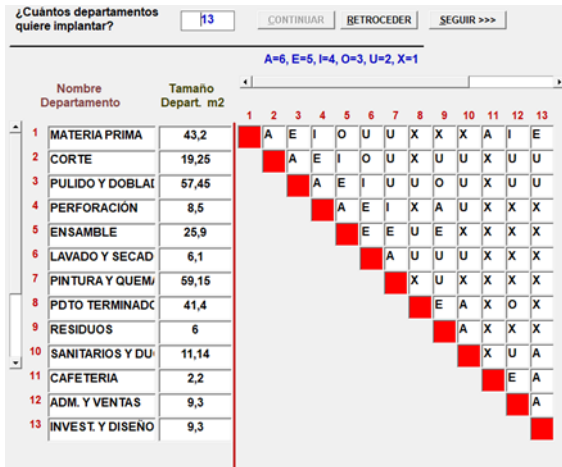
CONTINUAR RETROCEDER

Gráfica 21: Pantalla de introducción datos del área de acero - lámina

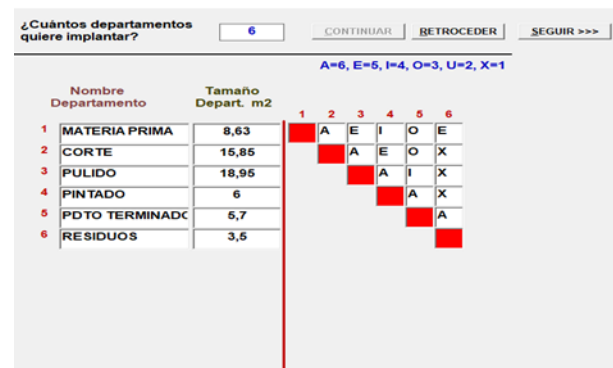
El algoritmo evalúa la relación entre los departamentos de una matriz simétrica, por lo que sólo es necesario introducir las constantes (A, E, I, O, U, X) en la mitad de la matriz, donde “A” absolutamente necesario, “E” especialmente importante, “I” importante, “O” ordinaria, “U” sin importancia, “X” rechazable como se observa en las gráficas:

Grafica 22: Tabla de relación entre departamentos acero - lámina

Grafica 23: Tabla de relación entre departamentos madera

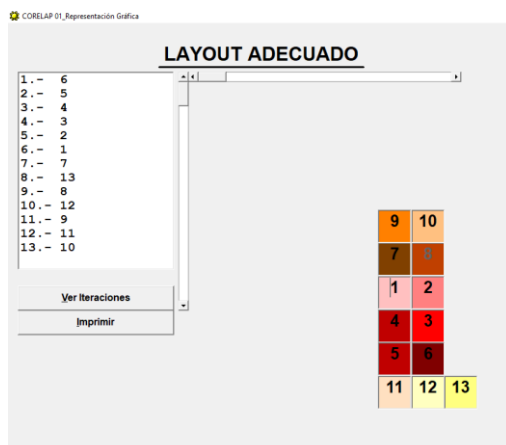


Gráfica 22: Tabla de relación entre departamentos del área de acero - lámina

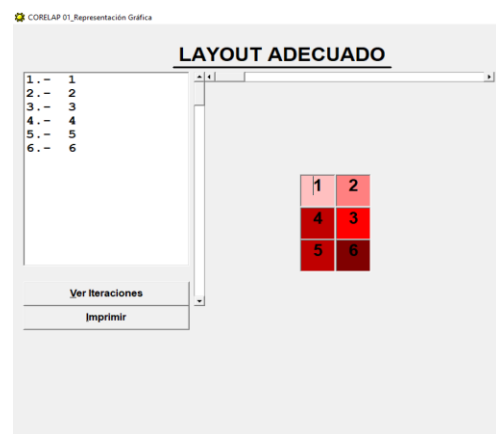


Gráfica 23: Tabla de relación entre departamentos del área de madera

Una vez establecida la relación de importancia entre los departamentos, el Corelap arroja la solución gráfica, la cual se observa en las gráficas 24 y 25



Gráfica 24: Pantalla de representación gráfica del área de acero - lámina



Gráfica 25: Pantalla de representación gráfica del área de madera

Matriz de flujo: Se utilizó el método de entrevista y observación directa, donde se estableció el flujo entre áreas de trabajo, de acuerdo a la importancia y la relación entre las áreas de la planta y de esta manera emplear el software WinQSB, a continuación, se muestra las áreas y flujo entre ellas:

Acero - lámina	
Letra	Área
A	Oficina
B	Perforación
C	Ensamble
D	Pintura
E	Pulido
F	Lavado y secado
G	Doblado tubo
H	Materia prima
I	Perforación
J	Pulido
K	Ensamble
L	Perforación
M	Locker
N	Doblado lámina
O	Producto terminado
P	Doblado lámina
Q	Corte lámina
R	Perforación
S	Corte acero
T	Doblado lámina
U	Quema
V	Baños
Madera	
Letra	Área
A	Producto terminado
B	Materia prima
C	Lijado
D	Corte
E	Corte
F	Lijado
G	Pintura

Gráfica 26: Designación de áreas – planta actual

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
A	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	30
B	0	0	90	25	20	10	0	0	0	0	90	0	30	10	0	10	0	0	0	0	0	30
C	30	20	0	0	10	95	0	0	10	0	0	10	30	0	0	0	0	10	0	0	0	30
D	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30		0	0	0	0	0	0	90	30
E	0	0	0	0	0	0	95	0	10	0	0	10	30	90	0	90	20	0	30	90	0	30
F	0	0	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	10	30
G	0	90	20	0	10	0	0	0	90	10	20	90	30	0	0	0	0	90	0	0	0	30
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	90	0	0	0
I	0	0	90	20	20	10	0	0	0	0	90	0	30	10	0	10	0	0	0	0	0	30
J	0	0	0	0	0	0	95	0	10	0	0	10	30	90	0	90	20	0	30	90	0	30
K	30	20	0	0	10	95	0	0	10	0	0	10	30	0	0	0	0	10	0	0	0	30
L	0	0	90	20	20	10	0	0	0	0	90	0	30	10	0	10	0	0	0	0	0	30
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0	90	20	0	10	0	0	0	90	10	20	90	30	0	0	0	0	90	0	0	0	30
O	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
P	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	90	0	0	0	0	30
Q	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	30	0	0	30	0	0	0	0	0	30
R	0	0	90	20	20	10	0	0	0	0	90	0	30	10	0	10	0	0	0	0	0	30
S	0	0	0	0	95	0	20	20	0	95	0	0	30	90	0	0	0	0	0	0	0	30
T	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	90	0	0	0	0	30
U	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	30	0	95	0	0	0	0	0	0	30
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gráfica 27: Matriz de flujo entre las áreas planta actual, acero - lámina

	A	B	C	D	E	F	G
A	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	10	90	90	0	10
C	0	0	0	10	10	90	0
D	0	20	90	0	0	10	90
E	0	20	90	0	0	10	90
F	95	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	10	10	90	0

Gráfica 28: Matriz de flujo entre las áreas planta actual, madera

Una vez asignadas las diferentes áreas de la planta actual y su respectiva matriz de flujo, se procedió a realizar la asignación de los departamentos de la planta óptima con las respectivas necesidades que requería el propietario: Ducha, locker, residuos, cafetería, área de producción y de investigación, que se muestra a continuación:

Lámina - acero	
Letra	Área
A	Oficina administración y ventas
B	Residuos
C	Oficina producción y diseño
D	Corte
E	Cafeteria
F	Pulido y doblado
G	Materia prima
H	Perforación
I	Ducha y locker
J	Ensamble
K	Producto terminado
L	Lavado y secado
M	Pintura y quema
Madera	
Letra	Área
N	Materia prima
O	Residuos
P	Corte
Q	Producto terminado
R	Pulido
S	Pintura

Gráfica 29: Designación de áreas – planta óptima

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
A	0	20	95	0	30	0	20	0	20	0	30	0	0	20	10	0	20	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	95	0	0	20	30	20	10	20	30	20	30	10	10	10	0	10	20	10	10
D	0	90	0	0	0	95	10	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	10	0	20	30	0	0	95	30	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	20	0	0	90	30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	10	0	10	30	30	0	0	30	95	0	10	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	10	0	30	10	0	20	30	0	10	95	20	0	0	0	0	0	0
K	20	0	20	0	10	0	0	0	10	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	30	0	0	0	30	30	0	0	90	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	30	0	0	0	30	0	95	30	0	0	0	0	0	0	0
N	10	0	0	0	30	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	95	0	10	0
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	10	0	30	0	0	0	30	0	0	0	0	30	90	0	0	95	10
Q	10	0	10	0	30	0	0	0	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R	0	0	0	0	30	0	0	0	30	0	0	0	0	0	20	30	0	0	95
S	0	0	10	0	30	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	95	30	0

Gráfica 30: Matriz de flujo entre las áreas planta óptima

Para minimizar el flujo del proceso de producción se utilizó el método de filas por columnas donde queda estimado un número de 19 filas por 19 columnas de acuerdo a la distribución y el plano futuro para la construcción de la nueva planta, para ello se utilizó el software WinQSB, en su herramienta Layout.

En la gráfica 31 se realizó un layout funcional para la empresa COANDES en la cual se definió 19 departamentos descritos anteriormente con un número de 10 columnas y 20 filas, una vez establecidos estos parámetros se procedió a realizar la tabla funcional del layout donde están descritas las áreas de la "A" hasta la "S", con el número de porcentaje de flujo de un departamento a otro como se estableció en la tabla 16, donde se dividió el plano de la planta en cuadrículas, con el fin de darle una dimensión específica a las áreas de la empresa por ejemplo el área "A" tiene una dimensión de [(19,1)-(20,2)], para el caso del proyecto se busca minimizar el número de áreas de acuerdo al Layout existente.

Problem Specification

Problem Type

- Facility Location
- Functional Layout
- Line Balancing

Objective Criterion

- Minimization
- Maximization

Problem Title: COANDES

Number of Functional Departments: 19

Number of Rows in Layout Area: 20

Number of Columns in Layout Area: 10

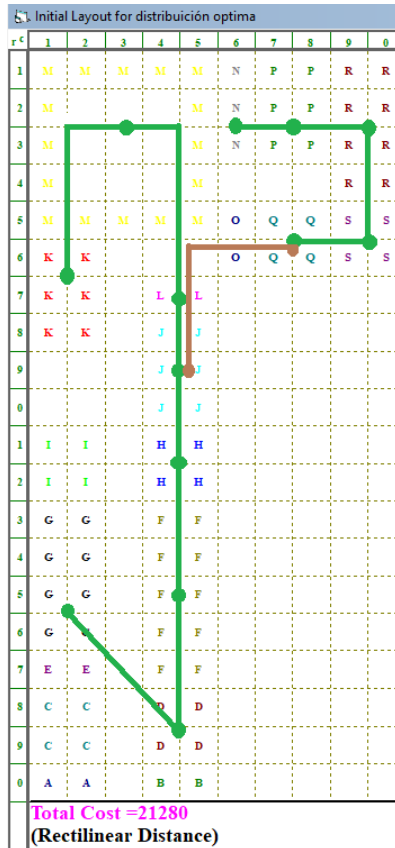
OK Cancel Help

Gráfica 31: Especificación del problema en WinQSB

Tabla 16: Layout funcional.

Number	Flow/Unit Cost	Flow/Unit Cost	Flow/Unit Cost	Flow/Unit Cost	Flow/Unit Cost	Flow/Unit Cost	Flow/Unit Cost	Flow/Unit Cost	Flow/Unit Cost	Flow/Unit Cost	Flow/Unit Cost	Flow/Unit Cost	Cell Locations [e.g., (3,5), (1,1)-(2,4)]
1	20	0	30	0	0	0	20	10	0	20	0	0	(19,1)-(20,2)
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(20,4)-(20,5)
3	30	20	30	10	10	10	0	0	10	20	10	10	(18,1)-(19,2)
4	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(17,4)-(19,5)
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(17,1)-(17,2)
6	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(12,4)-(17,5)
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(13,1)-(16,2)
8	30	95	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	(11,4)-(12,5)
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(11,1)-(12,2)
10	30	0	10	95	20	0	0	0	0	0	0	0	(8,4)-(10,5)
11	10	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	(5,1)-(8,2)
12	30	30	0	0	90	0	0	0	0	0	0	0	(7,4)-(7,5)
13	30	0	95	30	0	0	0	0	0	0	0	0	(1,1)-(5,5)
14	30	0	0	0	0	0	0	95	0	10	0	0	(1,6)-(3,6)
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(5,6)-(6,6)
16	30	0	0	0	0	30	90	0	0	95	10	0	(1,7)-(3,9)
17	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(5,7)-(6,8)
18	30	0	0	0	0	0	20	30	0	0	95	0	(1,9)-(5,10)
19	30	0	0	0	0	0	0	0	95	30	0	0	(5,9)-(6,10)

El resultado de la distribución en planta óptima se puede evidenciar en la siguiente gráfica



Gráfica 32: Distribución óptima en WinQSB

:

SIMULACIÓN PROMODEL

Después del diagnóstico realizado y el empleo de las diferentes herramientas: Corelap 1.0 y WinQSB se procedió a elaborar la simulación del proceso de fabricación de un archivador de la planta actual y optima de la empresa COANDES con la finalidad de observar los tiempos de operación, traslado y el porcentaje de utilización de estos, que se evidencian a continuación:



Gráfica 33: simulación layout planta actual, acero - lámina

Tabla 17: % de utilización planta actual, acero – lámina

LAYOUT ACTUAL			
PROCESO	OPERACIÓN/MIN	MOVIMIENTO LOGICO/ MIN	% DE UTILIZACIÓN
M.Prima	0.45	0.95	99.05
Cortadora de Lamina	35.9	0.93	98.31
Rayar y despuntar	38.25	0.5	89.84
Doblar lamina	61.3	1.0	93.92
Ensamble	14.9	1.8	20.19
Lavado y secado	9.6	1.9	13.01
Pintura	17.7	0.3	23.99
Quema	43.5	0.7	54.61
PDT.Terminado	0.6	3.0	0.74



Gráfica 34: layout planta óptima

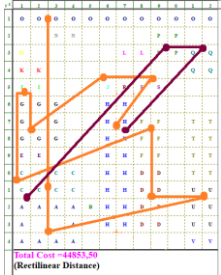
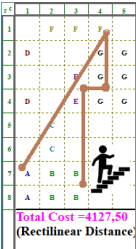
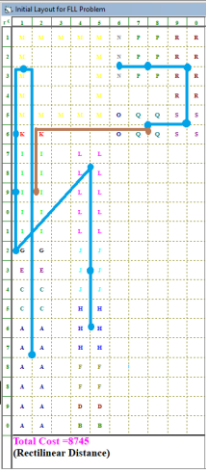
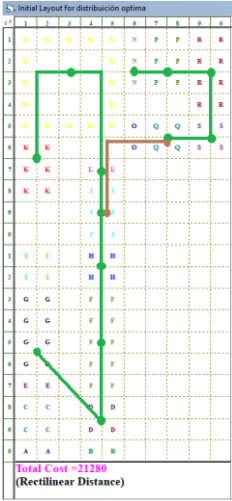
Tabla 18: % utilización planta optima

LAYOUT OPTIMO			
PROCESO	OPERACIÓN/MIN	MOVIMIENTO LOGICO/ MIN	% DE UTILIZACIÓN
M.Prima	0.45	0.60	99.16
Cortadora de Lamina	35.9	0	98.47
Rayar y despuntar	38.25	0.30	83.49
Doblar lamina	61.3	0.35	66.31
Ensamble	14.9	0.15	13.18
Lavado y secado	9.6	0.5	8.49
Pintura	17.7	0.20	8.78
Quema	42.5	0.20	18.79
PDT.Terminado	0.6	0	0.27

Al comparar las dos simulaciones se puede observar una disminución en el movimiento lógico o el tiempo de traslado del operario al siguiente departamento, por ejemplo, el traslado desde la materia prima al área de corte en la planta actual es de 0,95 min y para la óptima de 0,60 minutos

Mediante la utilización de los softwares (Corelap 1.0 y WinQSB) se obtuvo el diseño óptimo de la distribución en planta el cual se ve plasmado en la gráfica 34

En el siguiente cuadro comparativo se presentarán las ventajas y desventajas de 3 layout: el Layout 1 se evidencia la situación actual de la empresa COANDES, el Layout 2 es una propuesta sugerida por un diseñador industrial al propietario, donde se observó recorridos innecesarios, por esta razón se sugirió el 3 Layout donde se propone un diseño óptimo, resultado del análisis y la investigación realizada.

Layout 1. Actual		Layout 2. Diseñador industrial		Layout 3. Propuesta	
 					
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
	El área de aseo no está alejada del área de producción, ya que esta se encuentra al lado del área de quema.		Área de aseo se encuentra en el área de producción	El área de aseo y producción se encuentran alejadas	

		El área de pintura y quema se encuentra aislada de los demás departamentos de producción, ya que la pintura es una sustancia tóxica.	Distancia considerable entre el área de quema y producto terminado.	La distancia entre el área de pintura y quema con el producto terminado es mínima.	
	Los insumos necesarios para completar el producto terminado se encuentran en el área administrativa.	Los insumos necesarios para completar el producto terminado se encuentran en el área de producción		Los insumos necesarios para completar el producto terminado se encuentran en el área de producción	
	El área de acero, lamina y madera se encuentran en dos lugares diferentes.	El área de acero, lamina y madera están en la misma planta		El área de acero, lamina y madera están en la misma planta	
	Las áreas de pulido, doblado, corte, perforación, ensamble, lavado y secado no tienen un orden lógico de acuerdo a la secuencia del proceso.		Distancia considerable del área de pulido y doblado al área de perforación.	Las áreas de pulido, doblado, corte, perforación, ensamble, lavado y secado tienen un orden lógico de acuerdo a la secuencia del proceso.	
	El área de producción cuenta con una puerta para la carga y descarga de materia prima y salida del producto terminado.		El área de producción cuenta con una puerta para la carga y descarga de materia prima y salida del producto terminado.	Cuenta con una segunda puerta de carga y descarga de materia prima y producto terminado, optimizando la entrada de la materia prima	

				y salida del producto final.	
	La empresa no cuenta con una buena iluminación y ventilación.	Se cuenta con extractores de aire para facilitar la ventilación en la planta		Se cuenta con extractores de aire para facilitar la ventilación en la planta	
	No cuenta con un área de residuos para madera y acero, dejándolos en cualquier espacio de estas áreas, generando desorden y posibles accidentes.		Los residuos se encuentran al lado de los baños	Cuenta con un área de residuos para madera y acero, generando orden y evitando posibles accidentes.	
	La empresa no cuenta con un área de cafetería.	La empresa cuenta con un área de cafetería.		La empresa cuenta con un área de cafetería.	
	El área de producto terminado no es el adecuado ya que se encuentra lejos del área de salida			El área de producto terminado se encuentra cerca del área de salida	
	La empresa no cuenta con un parqueadero para operarios y propietario.	Se cuenta con un parqueadero para operarios y propietario.		Se cuenta con un parqueadero para operarios y propietario.	

CAPITULO 6

6.1. CONCLUSIONES

- Se observó que para la elaboración de la silla escolar hay un tiempo promedio de transporte de 3,08 minutos que es el recorrido que hace el operario desde el área de madera hasta el área de acero, ya que esta se encuentra ubicada en otra planta, con el nuevo diseño de distribución en planta estos tiempos disminuirían ya que el área de madera y acero se encontrarán en la misma planta.
- El estudio de métodos y tiempos permitió observar los retrasos, movimientos innecesarios, cuellos de botella que se generan en el área productiva de la empresa COANDES, debido a la inadecuada distribución en planta, con el diseño óptimo de distribución en planta se logró un orden lógico del proceso productivo, ahorrando tiempo de transporte entre cada operación.
- Mediante el método de Guerchet se determinó el tamaño de los departamentos, el cual sirvió para poder trabajar con los softwares: Corelap 1.0 y el WinQSB con el fin de ubicar las áreas de la mejor manera en el nuevo lote evitando desperdicios de espacios.
- Con el prototipo óptimo de distribución en planta se observa que hay un orden lógico de las áreas administrativas y productivas, logrando un ambiente laboral agradable.
- En el nuevo diseño de distribución en planta se crearon oficinas de administración – ventas y producción - diseño, también áreas para residuos, cafetería, ducha y locker, ya que COANDES contaba con áreas como: administrativa, baños y locker, que se encontraban ubicadas inadecuadamente generando desorden y posibles accidentes.

6.2. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los datos arrojados por el software WinQSB, se sugiere un cambio de las áreas de producción para igualar el flujo de cargas en estas y disminuir recorridos dentro de la planta.
- Mediante la lista de chequeo de seguridad y salud en el trabajo de observo que la empresa no cuenta con un sistema de SST, por esta razón se sugiere implementarlo ya que es de gran importancia proteger la integridad y salud de los empleados.
- Durante el diagnóstico se evidencio el desgaste de maquinaria por tal motivo se recomienda crear un programa preventivo y correctivo de mantenimiento a los equipos y herramientas utilizadas, para garantizar su óptimo funcionamiento.
- Este proyecto fue encaminado al diseño óptimo de una distribución de planta y de esta manera lograr la implementación de este y las alternativas de mejoras propuestas, generando ventajas a nivel de producción y organización en la empresa.

6.3. BIBLIOGRAFÍA

Aguirregoitia Mora, M. (Julio de 2011). Metodo de trabajo y control de tiempos en la ejecución de proyectos de edificación . España .

Alva Mangechego, D. J. (31 de 05 de 2014). DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE UNA FÁBRICA DE MUEBLES DE MADERA Y PROPUESTA DE NUEVAS POLÍTICAS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS. San Miguel, Peru.

Arevalo Fernandez, N., & Wladimir, E. y. (2011). Diseño de una distribución de planta en la empresa Estibas y carpinteria elguedo LTDA. Cartagena, Colombia.

Aurelio, B. y. (2012). PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN UNA EMPRESA. CALI, COLOMBIA.

Carrillo Rodríguez, H., Díaz Núñez, J. J., Gurruchaga, E., & López, I. (15 de Octubre de 2009). Distribución de Planta bajo el Diagrama Adimensional de bloques.

Delgado Torres, J. J. (s.f.). *TRABAJO DE INVESTIGACION.SISTEMAS DEPRODUCCION*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/55505338/4-Tipos-de-Sistemas-de-Produccion>

Diaz, J. (09 de marzo de 2010). winqsb 2.0 - paquete de herramientas para el análisis de decisiones.

Florenia. (03 de 03 de 2009). *Definición ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/metal.php>

Hcossio Agudelo, E. y. (2012). PROPUESTA DE DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA EMPRESA CARRETES Y MADERAS. CALI, COLOMBIA.

Jativa Cardenas, N. C. (2012). DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA NUEVA PLANTA EN LA EMPRESA MALDONADO GARCIA MAGA. Ecuador.

Morillo Jurado, R. (01 de 2015). PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UNA FÁBRICA DE MUEBLES COMO HERRAMIENTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD . España.

Ospina Delgado, J. P. (2016). propuesta de distribución de planta para aumetar la productividad en una empresa metalmeccanica en Ate Lima Peru. Ate, Perú.

Perez Gosende, P. A. (Diciembre de 2007). Utilización de software en la localización de instalaciones de producción y servicios. Cuba .

Perez Gosende, P. A. (2016). EVALUACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE PLANTAS INDUSTRIALES MEDIANTE UN ÍNDICE DE DESEMPEÑO. 14.

Quiceno, D. y. (2012). PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN. CALI, COLOMBIA.

Salazar López, B. (s.f.). Definición de Estudio de Métodos o Ingeniería de Métodos. Colombia.

Stephens, F. E. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales* . Mexico : Pearson Educación .


Tecnología Area. (s.f.). Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/materiales/madera.html>

Tineo Razuri, P. J. (2012). REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA DEL ÁREA DE PRODUCCION PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA HILADOS RICHARDS.SA.C. PERÚ.

6.4. ANEXOS


Anexo A.

Lista de chequeo de producción

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN - POPAYÁN, CAUCA - INGENIERÍA INDUSTRIAL						
LISTA DE CHEQUEO						
LISTA DE CHEQUEO			PRODUCCIÓN	DURACIÓN : 2 HORA		
ESTUDIANTES			ALEJANDRA RODRIGUEZ, MONICA PANTOJA			
NOMBRE DEL TUTOR			YUDY XIMENA BOLAÑOS			
FECHA			DD: 11	MM: 04	AA: 2018	
SISTEMA DE PRODUCCIÓN						
Nº	VARIABLES/ INDICADORES	CUMPLE			OBSERVACIONES	
		SI	NO	NO APLICA		
1	¿El proceso productivo está diseñado y diagramado?		X			
2	¿El proceso productivo es intensivo en maquinaria o en mano de obra	X			Manual	
3	¿Existen políticas sobre el manejo del proceso productivo?		X			
4	¿ Esta documentado el orden de producción que permite iniciar el proceso productivo ?	X			A medida que el cliente haga pedidos	
5	¿Existen supervisores de producción ?	X			El propietario	
6	¿Se tiene registro de las unidades del producto que se producen por día?	X				
7	¿ Se controla la producción de todos los productos de la empresa COANDES ?	X			Producto que se fabrica debe ser facturado	
8	¿El proceso productivo está dividido en operaciones identificables?	X			Si, pero no hay orden en cuanto al manejo de residuos y herramientas	
9	¿Las operaciones del proceso productivo siguen una secuencia lógica? Es decir, no presentan retrocesos	X				
10	¿Los métodos de trabajo están estandarizados en la planta ?		X			
11	¿Se lleva un control de las operaciones de producción ?		X			
12	¿Se llevan estudios de métodos y tiempos?		X			
13	¿Se realiza control total de la calidad en el proceso productivo?		X			
14	¿La programación de la producción se hace con base en pedidos reales?	X			Se trabaja sobrepedido	
15	¿La programación de la producción tiene en cuenta el inventario deseado?		X			
16	¿La programación de la producción sirve para programar las necesidades de material y mano de obra?		X			
17	¿ Utilizan algún tipo de planeación del producto o de la producción?		X			
18	¿Existen datos estadísticos sobre la eficiencia en la planeación de la producción?		X			
19	¿ La empresa maneja un plan de producción estable (demanda estable)?		X			
20	¿Se cuenta con software especializado para realizar la planeación?		X			
21	¿Se cuenta con políticas que definan la forma de medir la productividad de la empresa?		X			

Anexo B.

Lista de chequeo de Seguridad y Salud en el Trabajo

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN - POPAYÁN, CAUCA - INGENIERÍA INDUSTRIAL					 <small>FUNDACION UNIVERSITARIA DE POPAYÁN CAUCA</small>	
LISTA DE CHEQUEO						
LISTA DE CHEQUEO				SGSST		DURACIÓN: 2 HORA
ESTUDIANTES				ALEJANDRA RODRIGUEZ , MONICA PANTOJA		
NOMBRE DEL TUTOR				YUDY XIMENA BOLAÑOS		
FECHA				DD: 10	MM: 04	AA: 2018
SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO						
Nº	VARIABLES/ INDICADORES	CUMPLE			OBSERVACIONES	
		SI	NO	NO APLICA		
1	¿Hay un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), vigente para el año?		X			
2	En el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) ¿está definida la Política de Seguridad y Salud en el trabajo, elaborada con la participación del Comité Paritario o el Vigía? La Política: ¿esta firmada por el representante legal?		X			
3	¿La empresa cuenta con los recursos financieros, técnicos y de personal para la gestión de los riesgos?		X			
4	¿La empresa conformó el Comité de Convivencia Laboral?		X			
5	En el SG-SST ¿está definido y escrito el método de identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos?		X			
6	¿Están definidas los perfiles de riesgo del puesto de trabajo de los empleados ?		X			
7	¿Hay un programa, que se cumple para promover entre los trabajadores estilos de vida saludable?		X			
8	¿Está identificada, evaluada y priorizada la vulnerabilidad de la empresa frente a las amenazas (análisis de vulnerabilidad)?		X			
10	¿El Plan de prevención, preparación y respuesta ante emergencias incluye planos de las instalaciones que identifican áreas y salidas de emergencia, así como la señalización		X			
11	¿Todos los trabajadores se encuentran en capacidad de saber actuar antes, durante y después de las emergencias de manera general?		X			
12	¿Hay un programa de mantenimiento periódico de todos los equipos relacionados con la prevención y atención de emergencias así como los sistemas alarma, de detección y control de incendios, y el mismo se cumple según lo planteado?		X			
13	¿Se investigan los incidentes y los accidentes de los trabajadores de acuerdo a la normatividad vigente?		X			
14	¿Hay información actualizada de los trabajadores, para el último año sobre los resultados de los exámenes médicos (ingreso, periódicos y de retiro),incapacidades,		X			
15	¿La empresa garantiza que los residuos sólidos, líquidos o gaseosos que se producen, se eliminan de forma que no se ponga en riesgo a los trabajadores?		X			
16	¿Se capacita a los trabajadores sobre el uso de los EPP?		X			
17	En el SG-SSTA ¿se identifican las máquinas y/o equipos que se utilizan, así como las materias primas, insumos, productos finales e intermedios, subproductos y material de desecho?		X			
18	El método para identificar los peligros, evaluar y valorar los riesgos ¿ incluyó el trabajo rutinario o no rutinario y para los puestos incluyó los factores de riesgo, el número de trabajadores expuestos, los tiempos de exposición, las consecuencias de la exposición, el grado de riesgo y el grado de peligrosidad y los controles existentes y los que se requiere implantar y se tienen plenamente identificados los trabajadores que se encuentren expuestos de manera permanente a las actividades de alto riesgo?		X			
19	A cada trabajador que requiere protección de uso personal, ¿se le entregan los EPP y se le reponen de acuerdo a las disposiciones vigentes?: ¿Se deja evidencia de la gestión?	X			No se deja evidencia de la gestión	
20	Se han implementado las acciones factibles, para reducir la vulnerabilidad de la empresa frente a estas amenazas?		X			

Anexo C.

Evidencias

