

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA
CASO: ID INDUSTRIAL DISEÑO DE EXHIBICIÓN SAS.

EDGAR ARTURO GONZÁLEZ MONGUÍ
AYDA PATRICIA GUERRERO CAMACHO

Director de proyecto:

JESÚS LEONARDO LARA FLORIAN

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C., COLOMBIA

2014

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción	9
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	11
1.1. Descripción del problema	11
1.2. Formulación del problema	13
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	14
2.1. Objetivo general	14
2.2. Objetivos específicos	14
3. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
3.1. Justificación	15
3.2. Delimitación	16
4. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN	17
4.1. Marco teórico	17
4.2. Marco conceptual	19
4.3. Marco histórico	25
5. DISEÑO METODOLÓGICO	27
6. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	28
6.1. Sistema de producción	28
6.2. Ocho factores de la distribución de planta.	36
6.2.1. Materiales	37
6.2.2. Maquinaria	41
6.2.3. Hombre	42
6.2.4. Movimiento	45
6.2.5. Espera	56

6.2.6.	Servicio.....	56
6.2.7.	Edificio.....	57
6.2.8.	Cambio.....	59
6.3.	Análisis de costo	60
7.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO	62
7.1.	Materiales	64
7.2.	Maquinaria	65
7.3.	Hombre	66
7.4.	Movimiento	67
7.5.	Espera	78
7.6.	Servicio	78
7.7.	Edificio	78
7.8.	Cambio	80
7.9.	Análisis de costos	82
8.	CONCLUSIONES FINALES	88
8.1.	Recomendaciones	89
8.2.	Conclusión general	91
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
10.	ANEXOS	93
10.1.	Ficha técnica MDF.	93
10.2.	Ficha técnica tablex.	94
10.3.	Ficha técnica fórmica	95
10.4.	Ficha técnica acrílico.	96
10.5.	Ficha técnica PS.	97
10.6.	Ficha técnica vinilo.	98

10.7.	Ficha técnica vidrio.	100
10.8.	Plano situación actual.	102
10.9.	Plano situación actual con recorridos para el proceso productivo de categoría muebles.	103
10.10.	Ficha técnica sierra acolilladora.	104
10.11.	Ficha técnica sierra sinfín	105
10.12.	Ficha técnica planeadora	108
10.13.	Ficha técnica ruteadora empotrable	109
10.14.	Ficha técnica sierra circular	111
10.15.	Ficha técnica máquina router CNC	112
10.16.	Plano propuesta de mejoramiento	113
10.17.	Plano propuesta con recorridos para CNC	114
10.18.	Plano propuesta con recorridos para maquinaria actual	115

Índice de ilustraciones y tablas

Ilustración 1. Organigrama ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S.	25
Ilustración 2. Mueble de exhibición.	28
Ilustración 3. Stand de exhibición Feria Fedopto 2014.	28
Ilustración 4. Flujograma del proceso productivo de ID Industrial.	29
Ilustración 5. Ingresos anuales por categoría.	31
Ilustración 6. Proceso productivo categoría Muebles.	33
Ilustración 7. Proceso productivo categoría ferias.	35
Ilustración 8. Proceso productivo categoría mantenimiento.	36
Ilustración 9. Distribución de planta actual.	51
Ilustración 10. Proyección de ventas categoría de muebles.	64
Ilustración 11. Distribución de planta con movimientos propuesta CNC.	69
Ilustración 12. Distribución de planta con movimientos con maquinaria actual.	70
Ilustración 13. Proyección de unidades producidas por año.	76
Tabla 1. Ingresos anuales de ID Industrial S.A.S.	31
Tabla 2. Materiales usados en la fabricación de 4 tipos de muebles diferentes.	40
Tabla 3. Hoja de costos de Materia Prima e Insumos.	41
Tabla 4. Costo de Mano de Obra por producción.	43
Tabla 5. Costo por parafiscales.	44
Tabla 6. Costo por dotación de producción.	44
Tabla 7. Tiempos de producción para 4 productos. (s)	46
Tabla 8. Diagrama de Flujo proceso de producción actual.	48
Tabla 9. Diagrama de relaciones situación actual.	50

Tabla 10. Consideraciones de capacidad de planta.	52
Tabla 11. Valores de producción en estado normal.....	53
Tabla 12. Capacidad de planta.....	55
Tabla 13. Descripción de áreas de ocupación de maquinaria.....	57
Tabla 14. Promedio de uso de servicios públicos.....	59
Tabla 15. Costo Servicios Públicos.....	59
Tabla 16. Resumen de costos mensuales.....	60
Tabla 17. Tabla de proyección de ventas.	63
Tabla 18. Diagrama de relaciones.	68
Tabla 19. Diagrama de flujo proceso de producción CNC.....	71
Tabla 20. Comparativo entre movimientos de flujo maquinaria actual vs CNC.....	72
Tabla 21. Diagrama de flujo proceso de producción con distribución propuesta.	73
Tabla 22. Resumen de tiempos y movimientos situación actual Vs. situación propuesta.	74
Tabla 23. Consideraciones de capacidad de planta proyectada.....	75
Tabla 24. Proyección de unidades producidas por año.	75
Tabla 25. Capacidad de planta esperada.....	77
Tabla 26. Comparativo de capacidades.	77
Tabla 27. Descripción de áreas de ocupación esperada.....	79
Tabla 28. Comparativo de áreas de ocupación.	80
Tabla 29. Plan de amortización de pagos crédito.	82
Tabla 30. Hoja de costos de Materia Prima e Insumos proyectados.	83
Tabla 31. Costo de Mano de Obra por producción proyectado.....	84
Tabla 32. Costos por parafiscales proyectado.	85
Tabla 33. Costo por dotación de producción proyectado.	85

Tabla 34. Costo Servicios Públicos proyectado.	86
Tabla 35. Resumen de costos proyectados.	86
Tabla 36. Comparativo de costos.	87
Tabla 37. Aplicación de las 5 "S" en ID Industrial.	89

Resumen

El estudio del diseño, distribución y localización en planta tiene como fin efectuar procesos de análisis y mejoramiento del uso adecuado de los recursos de la empresa en el marco de las áreas construidas y por construir de una compañía. A continuación, se realizará un análisis de las instalaciones actuales en la compañía ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S., con el fin de proporcionar una opción para el rediseñar el sistema de distribución en planta que mejore y haga más eficientes y eficaces los procesos que allí se llevan actualmente.

A lo largo del desarrollo del presente proyecto, se analizarán los factores que inciden en la consecución de las metas y las programaciones de la producción en planta, de tal forma que se logre aumentar la productividad, eficiencia y eficacia de los procesos. El análisis será guiado por temáticas propias de Localización y Distribución en Planta, los cuales darán una perspectiva amplia respecto a las actividades a llevar a cabo para que la propuesta de mejoramiento pueda ser avalada y definido como viable y logre desarrollarse dentro de las actividades normales de la compañía.

Palabras clave: distribución, diseño, planta industrial, procesos, eficiencia, eficacia, efectividad, recursos.

Introducción

“La distribución de planta está relacionada con la disposición de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de una organización productiva. La finalidad de la distribución en planta es la de organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del proceso de trabajo, así como de los materiales, personas e información a través del sistema productivo.

Las características relevantes de la distribución de planta tienen que ver con la minimización de costos de manipulación de materiales, con la utilización eficiente tanto de los espacios de la planta como de la mano de obra, la eliminación de cuellos de botella, reducción de tiempos, eliminación de movimientos inútiles, la facilitación de entradas y salidas de materiales, productos o personas, entre otros.” (Juan Manuel Carrión Delgado, 2011)

Mediante el análisis de estas características se determina la “Propuesta de mejoramiento de un sistema de distribución en la planta de ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S.”, con el fin de incorporar una máquina Router CNC, que permita la modernización de los procesos en el sistema productivo y garantice la rentabilidad de la organización, por medio de la simplificación de los flujos de los procesos y del área con que se dispone.

Esta investigación pretende identificar las características que justifiquen un rediseño de distribución de planta en la compañía ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S., por medio de un análisis teórico del tema de distribución, de la situación actual de la compañía objeto de estudio, de la identificación del problema de la compañía, del planteamiento de los objetivos, estado del arte, la situación propuesta y las recomendaciones de la investigación.

Por medio de los capítulos 1, 2 y 3 se desarrollan el problema, objetivos y justificación de la investigación, otorgando un sentido y dirección al proyecto. A través del capítulo 4 se determinan

los marcos de referencia en los cuales está basada la investigación y su desarrollo, algunos propuestos teóricos que afianzan aún más el desarrollo de la temática.

A partir del capítulo 6 al 9, se presenta el desarrollo completo de la investigación, pasando por la identificación de la compañía hasta la descripción del propuesto a raíz del estudio metodológico de las bases teóricas y prácticas.

La distribución de planta, con la ubicación de la máquina Router CNC, no solo simplifica y moderniza los procesos, sino también permite hacer uso de las unidades tecnológicas antiguas, con las unidades tecnológicas nuevas para el aumento de la capacidad productiva de la organización.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

“... El diseño de una distribución en planta es un problema muy complejo, que exige la intervención de especialistas en disciplinas diversas. Un conocimiento de los métodos y las técnicas específicas de la distribución es insuficiente, se necesita información sobre el proceso y sobre los equipos para llevarlo a cabo y además se ha de atender a diversas exigencias ambientales (iluminación, ventilación, etc.) e incluso estéticas. Desde luego, para abordar con perspectivas de éxito distribuciones de planta de envergadura una amplia experiencia debe considerarse como requisito.” (Vallhonrat & Corominas, 1991)

El problema de la distribución en planta requiere de un análisis que permita la identificación de todos los factores que influyen en una organización y más específicamente en un proceso determinado. No basta con tener en cuenta factores mínimos como la maquinaria o los recursos que se utilicen, además de esto se debe hacer una interacción entre todos los elementos que afectan un proceso, tanto de la parte operativa, como de la administrativa.

“La actividad productiva desarrollada por una empresa debe estar organizada de manera que se logren los objetivos previstos para la producción de forma óptima, técnica y económicamente, utilizando los sistemas de gestión más adecuados y avanzados.

En efecto, tan importante como obtener el producto apropiado, es hacerlo con el mínimo empleo de recursos, por medio del proceso oportuno, convenientemente gestionado, con unos costes, un tiempo y un volumen de stock mínimos y la máxima calidad posible. En este aspecto, debemos hacer hincapié en que una producción técnica correcta pero con un coste más allá de los admisible, no tendrá interés alguno para la empresa.” (Cuatrecasas, 2009)

Este referente se desarrolla en la investigación, al analizar el proceso productivo de la compañía ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S., la cual se dedica al diseño y fabricación de

muebles para exhibición, desde muebles para superficies planas, como estanterías, pequeños exhibidores de tiendas, bares, entre otros; hasta llegar a lugares personalizados de exhibición, como lo son los stands, cuyos diseños y modelos dependen de las consideraciones tanto de lugar, como de cliente y producto.

“El incremento de la productividad es uno de los aspectos más importantes para mejorar el nivel de vida de una población, por ello existe la necesidad de formular estudios que permitan evaluar factores que afecten la productividad de sectores industriales.... La medición de la productividad permite comparar bajo un mismo patrón el desarrollo de compañías, industrias y naciones, de manera cualitativa o cuantitativa....”. (Terán, 2009)

El caso de estudio de la compañía ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S., permite inferir al aplicar el modelo Craig Harris específicamente en la medición de la productividad parcial consistente en la relación cantidades producidas vs horas hombre, se tiene un crecimiento del 66%, datos desarrollados en que aplicado al caso de la compañía encontramos:

$$productividad\ parcial = \frac{unidades\ producidas}{horas\ hombre}$$

Entonces,

$$productividad\ parcial\ 1 = \frac{11}{9}$$

$$productividad\ parcial\ 1 = 1,2\ und/hh$$

El análisis anterior, nos demuestra que la tasa de productividad parcial antes de implementar la mejora del diseño es de 1,2 unidades que significa que un trabajador produce 1 unidad al día.

1.2. Formulación del problema

Con la adquisición de la máquina router CNC por la compañía, surge el siguiente cuestionamiento: ¿Cuáles serán las características del sistema de distribución que justifique un rediseño en la planta de ID Industrial?

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Objetivo general

Proponer un rediseño de un sistema de distribución de planta para ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S., a través de un análisis de los factores de la distribución de planta que permita la adaptación idónea de la máquina CNC adquirida al proceso productivo.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Caracterizar la situación actual del sistema de distribución para ID Industrial, a través de la exposición del sistema productivo de la planta que permita identificar los nodos principales a tener en cuenta en la adaptación.
- ✓ Analizar las herramientas técnicas a partir de autores sobre la temática que ayuden en el reconocimiento de las posibles soluciones al problema de distribución.
- ✓ Determinar las características tecnológicas actuales que puedan ser adaptadas a la planta de ID Industrial, por medio del estudio de la maquinaria para establecer las condiciones a las que debe ser rediseñado el sistema de distribución de planta.
- ✓ Proponer un rediseño del sistema de distribución para la planta de ID Industrial por medio de la argumentación de factores que generen un beneficio al sistema productivo de la compañía.

3. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Justificación

Es de vital importancia en una compañía la adquisición de herramientas y maquinaria que optimicen y modernicen los procesos, por tal motivo es de interés el mejoramiento del sistema de distribución de una planta de producción como el de la compañía ID Industrial, así como el aprovechamiento de los recursos físicos y humanos en un nivel adecuado.

Durante la elaboración de los productos se tienen en cuenta varios procesos que la compañía lleva a cabo y en momentos de alto flujo son tercerizados. Aquellos que con mayor frecuencia se llevan a cabo dentro de la planta están relacionados con la fabricación de muebles de madera y con todos los subprocesos que para esto requiere: ensamble y armado de piezas para la elaboración del producto final.

La tercerización se caracteriza por no contar con los elementos, herramientas, maquinarias propias o la capacidad suficiente para llevar el proceso en desarrollo. Se pueden identificar en la organización los siguientes: metalmecánica, termoformado, termodoblado, impresión digital, litografía, cortes de vinilo, transporte, entre otros.

Sin embargo, durante la trayectoria de trabajo de la compañía se ha logrado efectuar estrategias colaborativas entre proveedores-organización, las cuales han permitido mantener el nivel de calidad y efectividad, deseados para los procesos que favorecen las expectativas del cliente.

Actualmente la capacidad de producción en la compañía es de 22 unidades diarias de la categoría mueble, fabricados para diferentes tipos de clientes, con la adquisición de la máquina CNC se pretende aumentar la capacidad de producción en un 27%, correspondiente a 28 unidades de muebles al día.

Otro de los factores importantes esperados después de hacer la nueva distribución de planta es aumentar el nivel de productividad parcial de acuerdo a la aplicación de la medición de alguna variable en el proceso de medición con una tasa de mejora del 30%.

Este proyecto involucrará talento humano, de esta manera se realizará un aporte social, incentivando a que el personal se capacite para mejorar tanto la calidad del producto, como la calidad de vida de cada integrante de la organización, siendo una empresa que está formada de manera legal todos aquellos involucrados en este plan de negocio, tienen sus respectivos aportes a salud, pensión, entre otros.

3.2. Delimitación

Esta investigación se llevará a cabo en la empresa ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S., ubicada en el barrio Carvajal, en la Calle 37 No. 68I-78, al sur de la ciudad de Bogotá.

Ha sido desarrollada durante el segundo semestre de 2013 y primer semestre de 2014; apoyados y soportados en la cátedra de localización y distribución de planta, fundamento clave para el éxito de esta investigación.

Los recursos de la investigación serán los conocimientos adquiridos mediante la cátedra junto con los suministrados por parte de la compañía ID Industrial.

Dadas las condiciones que tiene la compañía de múltiples productos con múltiples variables, para los análisis que soportan el diseño de planta, se selecciona la categoría Mueble debido a sus altas ventas en el mercado y su impacto en el proceso de productivo por las actividades que se desarrollan en corte.

4. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Marco teórico

Los siguientes autores aportan con sus teorías la forma para delimitar la investigación, soportar el tema y proporcionar una metodología:

William K. Hodson (1996) maynard manual del ingeniero industrial editorial MC Graw Hill, México. Carlos Bello Perez (2004) Manual de producción aplicado a las pequeñas y medianas empresas, Editorial ECOE ediciones. Colombia.

Ambos autores explican de manera detallada lo que representa un sistema de distribución, a partir de elementos básicos como la identificación de propiedades y caracterización de la distribución física de las instalaciones en una compañía, en especial en la segunda referencia en empresas PYMES, similares a la empresa del caso de estudio.

Jhon Jairo leguizamon, Dayann Obando. Jhon Perez (2011), Diseño de distribución de planta en la empresa logytech mobile que optimice el proceso productivo en el área de fullfilment.

El autor referenciado expone los diferentes tipos de distribución en planta con el fin que sea aplicado de acuerdo a la información obtenida, según los procesos actuales de una compañía.

Pierre Beranger (1998), En busca de la excelencia Industrial editorial Limusa, México.

Robert C. Rosales (1998) Manual del ingeniero de planta, editorial Mc Gramltiel. México

Se exponen los tipos de maquinaria que pueden ser usadas en una planta de manufactura, de tal forma que sean identificadas las características de ellas, para permitir un aprovechamiento de los espacios y procesos a la hora de efectuar una distribución en planta.

Benjamin W. Niebel, (1990). Ingeniería industrial métodos, tiempos y movimientos, Editorial Alforomega, México

Este autor describe el método y la metodología para realizar el estudio de tiempos y movimientos (pág. 14). También desarrolla el análisis de la operación de los elementos

productivos y no productivos de dicha operación con el fin de mejorarlos (pág. 46) esto es importante para analizar la situación actual de la compañía ID Industrial.

Ing. Dusko Kalenatic (2001) Modelo integral y dinámico para el análisis, planeación, programación y control de las capacidades productivas en empresas manufactureras, Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia.

Este autor permite calcular la capacidad instalada, disponible, necesaria, utilizada con el fin de indicar al grado de utilización de la capacidad productiva del puesto de trabajo y el de la organización.

William K. Hodson (1996) Maynard Manual del Ingeniero Industrial Tomo IV, Editorial McGraw Hill, México

Este autor permite la planificación de la distribución de planta siguiendo los principios de Richard Muther (pag. 13-35)

Francisco Javier Mejía Dsorio (1998) Gestión Tecnológica Dimensional y Perspectiva, Editorial Guadalupe LTDA.

Este autor permite encontrar una colaboración de la tecnología aplicada a las empresas de manufactura y las situaciones a tener en cuenta frente a las combinaciones generadas en la planeación y desarrollo de las empresas en sus procesos productivos.

4.2. Marco conceptual

4.2.1. Distribución en planta: “El diseño de sistemas productivos es un proceso complejo que implica conocimientos económicos, técnicos y de gestión. Dos aspectos importantes de este proceso de diseño son las decisiones de localización y de distribución en planta.

Las primeras pueden tener diversa envergadura, según cual sea el elemento que se trate de localizar, pero al tratarse de una planta de producción, su localización tiene importantes implicaciones en la estrategia de la empresa.

Aunque la distribución en planta es, en el fondo, un problema de localización múltiple, el número de elementos a localizar, su interacción y la variedad de puntos de vista que deben ser

tenidos en cuenta (desde el estético al económico o desde la seguridad hasta la imagen comercial de la empresa), le dan carácter específico y en general, gran dificultad.

De ahí la importancia de seguir un método para el estudio de distribuciones en planta y de disponer en cada una de sus etapas de instrumentos y técnicas para aplicarlo.

En la distribución en planta, los flujos de materiales o personas juegan un papel muy importante. De ahí la estrecha relación del planteamiento de la distribución con la selección de los medios para materializar tales flujos, con la manutención. A la manutención corresponde siempre una parte considerable de la inversión en una planta industrial o en un almacén y de sus costos de funcionamiento.

La distribución en planta es definida de diferentes maneras por varios autores, sin embargo la aproximación más cercana puede considerarse como:

La distribución en planta es la ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados.” (Pierre, 1995)

4.2.2. Factores de la distribución en planta. A lo largo del desarrollo de la presente tesis se tendrán en cuenta los factores especificados por Muther:

“Estos factores que influyen en la distribución en planta se dividen en ocho grupos: materiales, maquinaria, hombre, movimiento, espera, servicio, edificio y cambio, a los cuales se les analizan diversas características y consideraciones que deben ser tomadas en cuenta en el momento de llevar a cabo una distribución en planta.

Factor Material:

a) Tamaño: Es importante porque puede influir en muchas otras consideraciones a tener en cuenta en una distribución.

b) Forma y volumen: Ciertos productos o materiales que tengan formas extrañas e irregulares pueden crear dificultades para manipularlos. El volumen de un producto tendrá un efecto de la mayor importancia sobre el manejo y el almacenamiento al planear una distribución.

c) Peso: Afectará a muchos otros factores de distribución tales como maquinaria, carga de pisos, equipo de transporte, métodos de almacenamiento. En muchos casos es la consideración decisiva.

d) Condición. Fluido o sólido, duro o blando, flexible o rígido.

e) Características especiales: Algunos materiales son muy delicados, quebradizos o frágiles. Otros pueden ser volátiles, inflamables o explosivos. Las características especiales son el calor, frío, cambios de temperatura, luz solar, polvo, suciedad, humedad, transpiración, atmósfera, vapores y humos, vibraciones, sacudidas o choques.

Factor Maquinaria.

Abarcando equipo de producción y herramientas, y su utilización. La información sobre la maquinaria es fundamental para una ordenación apropiada de la misma.

Los elementos o particularidades del factor maquinaria incluyen:

- Máquinas de producción.
- Equipo de proceso o tratamiento.
- Dispositivos especiales.
- Herramientas, moldes, patrones, plantillas, montajes.
- Aparatos y galgas de medición y de comprobación, unidades de prueba.
- Herramientas manuales y eléctricas manejadas por el operario.
- Controles o cuadros de control.
- Maquinaria de repuesto o inactiva.

- Maquinaria para mantenimiento.
- Taller de utillaje u otros servicios.

Proceso o Método

Los métodos de producción son el núcleo de la distribución física, ya que determinan el equipo y la maquinaria a usar, cuya disposición, a su vez, debe ordenarse. La mejora de métodos y la distribución en planta van estrechamente unidas.

Maquinaria

Las principales consideraciones en este sentido son el tipo de maquinaria requerida y el número de máquinas de cada clase. Los puntos a tener en cuenta en la selección del proceso, maquinaria y equipo son los siguientes:

- Volumen o capacidad
- Calidad de la producción.
- Costo inicial (instalado).
- Costo de mantenimiento o de servicio.
- Costo de operación.
- Espacio requerido.
- Garantía y disponibilidad,
- Cantidad y clase de operarios requeridos.
- Riesgo para los hombres, material y otros elementos.
- Facilidad de reemplazamiento.
- Incomodidades inherentes (ruidos, olores, etc)
- Restricciones legislativas.
- Enlace con maquinaria y equipo ya existente.

- Necesidad de servicios auxiliares.”

Utillaje Y Equipo.

a) El tipo de utillaje y equipo necesarios: El ingeniero de distribución deberá averiguar si el utillaje y equipo escogido por el ingeniero de proceso le forzarán de algún modo a realizar una distribución menos favorable, que podría evitarse. Un equipo estándar puede facilitar el trabajo de la distribución. Unas dimensiones estándar también simplifican la tarea de proyectar una distribución. El tiempo requerido para medir cada unidad de un modo individual, y para realizar modelos a escala, se reduce en gran manera. El tamaño y forma óptima de las unidades estándar variará para cada industria.

b) Cantidad de utillaje y equipo requerido: La selección de maquinaria, herramientas y equipo va directamente unida a la selección de operaciones y secuencias. Estas operaciones y secuencias deben estar expuestas en una lista de operaciones u hoja de ruta. Tales listas o fichas pueden ser solamente un bosquejo, o muy completas.

Factor Hombre.

Como factor de producción, el hombre es mucho más flexible que cualquier material o maquinaria. Se le puede trasladar, se puede dividir o repartir su trabajo, entrenarle para nuevas operaciones y, generalmente, encajarle en cualquier distribución que sea apropiada para las operaciones deseadas.” (Muther, 2000)

Factor Movimiento.

“El movimiento de al menos uno, de los tres elementos básicos de la producción (material, hombres y maquinaria) es esencial. Generalmente se trata del material (materia prima, material en proceso o productos acabados).” (Pierre, 1995)

Factor Espera.

“El material puede esperar en un área determinada, dispuesta aparte y destinada a contener los materiales en espera; esto se llama almacenamiento. Los materiales también pueden esperar en la misma área de producción, aguardando ser trasladados a la operación siguiente; a esto se le llama demora o espera.” (Pierre, 1995)

Factor Servicio.

“Los servicios de una planta son las actividades, elementos y personal que sirven y auxilian a la producción. Los servicios mantienen y conservan en actividad a los trabajadores, materiales y maquinaria.” (Vallhonrat & Corominas, 1991)

Factor Edificio.

“Algunas industrias pueden operar en casi cualquier edificio industrial que tenga el número usual de paredes, techos, pisos y líneas de utilización. Unas pocas funcionan realmente sin ningún edificio. Otras, en cambio, requieren estructuras industriales expresamente diseñadas para albergar sus operaciones específicas. El edificio es el caparazón que cubre a los operarios, materiales, maquinaria y actividades auxiliares, siendo también una parte integrante de la distribución en planta. El edificio influirá en la distribución sobre todo si ya existe en el momento de proyectarla, razón por la cual las características del edificio llegan a ser en muchas ocasiones limitaciones a la libertad de distribución.” (Pierre, 1995)

Factor Cambio.

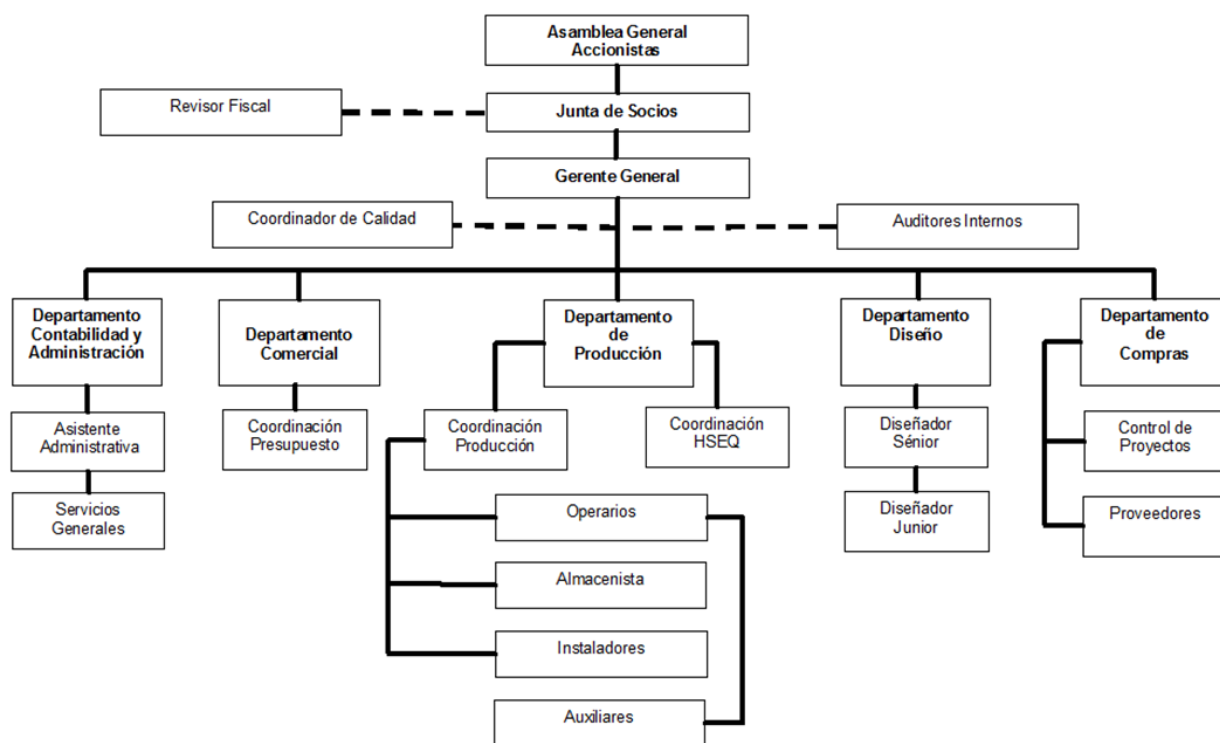
“Las condiciones de trabajo siempre estarán cambiando y esos cambios afectarán a la distribución en mayor o menor grado. El cambio es una parte básica de todo concepto de mejora y su frecuencia y rapidez se va haciendo cada día mayor. Los cambios envuelven modificaciones en los elementos básicos de la producción como hombres, materiales y maquinaria, en las actividades auxiliares y en condiciones externas y uno de los cambios más

serios es el de la demanda del producto, puesto que requiere un reajuste de la producción y por lo tanto, de un modo indudable, de la distribución.” (Muther, 2000)

4.3. Marco histórico

ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S., es una empresa que presenta un organigrama encabezado por su gerente Luis Alejandro Solorza tal como se muestra en la ilustración 1, quien hace parte del cuerpo directivo como socio. La organización se encuentra ubicada en el barrio Carvajal, Calle 37A Sur No. 68I-78, dentro de la ciudad de Bogotá D.C.

Ilustración 1. Organigrama ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S.



Fuente: ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S.

La compañía tiene una trayectoria de más de 10 años en el mercado, destacándose con sus clientes por ser una empresa empeñada en brindar excelencia y calidad en todos y cada uno de los servicios que presta.

ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S., es una organización dedicada al diseño y fabricación de muebles para exhibición, desde muebles para superficies planas, como estanterías, pequeños exhibidores de tiendas y bares, entre otros; hasta llegar a lugares personalizados de exhibición, como lo son los stands, cuyos diseños y modelos dependen de las consideraciones tanto de lugar, como de cliente y producto.

Entre sus clientes más destacados, se cuenta con Femsa, Hyundai, British American Tobacco (BAT-Protabaco), E&M (Golty), Ladrillera Santa Fe, Tetra Pak y Signa Grain, entre otros.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

“La metodología es el procedimiento general para lograr de forma precisa el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación. Aquí se deben presentar los métodos y las técnicas específicas que se van a seguir para alcanzar los objetivos propuestos. Una metodología planteada en forma adecuada garantiza el logro de los objetivos.” (Niebel, 1990)

Para la investigación en curso, el diseño metodológico está constituido por tres fases:

Fase 1: Recolección de la información. En esta etapa se recolecta la información primaria y secundaria. En la primaria se ejecuta el estudio de tiempos y movimientos, se analiza el sistema de producción, se recolectan las características técnicas enunciadas en los 8 factores de la distribución de planta según Muther; de acuerdo a la metodología utilizada, se selecciona la categoría mueble debido a que es el producto “vaca lechera” de la compañía según la matriz de Boston.

Fase 2: Análisis de la información. En esta fase se determina según el estudio de tiempos y movimientos las capacidades y la matriz de relaciones. Los 8 factores del diseño de planta, cuáles son las variables predominantes para hacer la distribución, de igual forma los aspectos planteados por Pierre (modernización, simplificación, flexibilidad e integración).

Fase 3: Propuesta del rediseño de planta. A partir de los análisis de la situación actual del sistema de producción se hace una propuesta teniendo en cuenta las variables de la fase 2 y el costo generado.

6. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

6.1. Sistema de producción

ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S., maneja diferentes categorías de productos debido a que sus clientes requieren propuestas específicas para dar solución a sus necesidades. Dentro del estudio realizado a la compañía se seleccionaron las siguientes 3 categorías principales de productos para facilitar el entendimiento del sistema productivo como son:

1. Mueble: Son todos los productos fabricados que se relacionan con mobiliario.

Ilustración 2. Mueble de exhibición.



Fuente: ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S.

2. Feria: Son todos los productos relacionados con escenarios o stands de exhibición.

Ilustración 3. Stand de exhibición Feria Fedopto 2014.

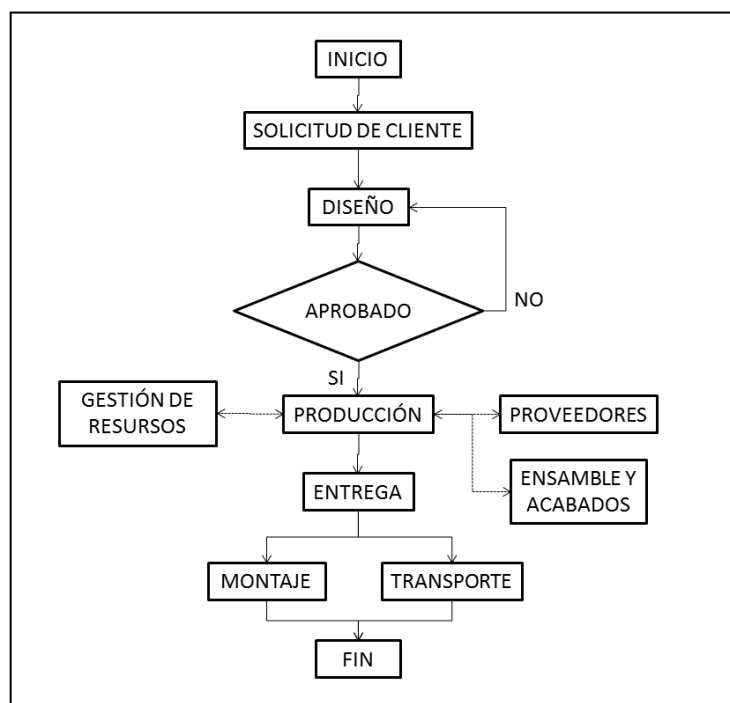


Fuente: ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S.

3. **Mantenimientos:** Son todos aquellos productos que se relacionan con el mantenimiento, instalaciones y servicios postventa.

Partiendo de la categorización anterior, se da inicio al proceso productivo de la compañía como se observa en la ilustración 4:

Ilustración 4. Flujoograma del proceso productivo de ID Industrial.



Fuente: Los autores.

1. **REQUISICIÓN:** durante este proceso, el cliente solicita el diseño del producto que desea, con el fin que se le brinden diferentes opciones tanto de materiales como de costos para su objetivo principal que es el de exhibición.
2. **DISEÑO:** de acuerdo a las características solicitadas por el cliente, se realiza el modelado del mueble, dando las especificaciones técnicas para poder producir.
3. **APROBACIÓN:** una vez obtenido el diseño, este pasa a una serie de verificaciones y cambios solicitados por el cliente y que deben ser tenidos en cuenta para determinar las características de capacidad y funcionalidad a considerar durante la producción.

4. **PRODUCCIÓN:** La compañía presenta una producción en línea, sin embargo de acuerdo a cada categoría definida su ejecución se maneja de manera específica para cada uno.

La producción de muebles se realiza directamente con la maquinaria, materia prima, mano de obra y en las instalaciones de la compañía.

La producción de ferias, no son ejecutadas dentro de la compañía sino en los espacios dispuestos por los clientes para tal fin. En este proceso sólo se requiere la mano de obra.

Los mantenimientos son servicios prestados fuera de las instalaciones de la compañía, directamente en los muebles o espacios instalados para corregir o dar acabados al trabajo ya realizados.

5. **ENTREGA:** es la disposición final del producto para el cliente, de acuerdo a la categoría en que se maneje y puede ser montaje o transporte. El montaje hace referencia a todas las entregas de producto fuera de las instalaciones y que requieran de instalación. Por su parte, el transporte hace referencia a las entregas que requieren del almacenamiento de producto terminado dentro de las instalaciones de la compañía.

Dentro del sistema de producción se aplica una mezcla del tipo de distribución por producto y por proceso. El material va siendo desplazado desde la selección, hasta el almacenaje del producto final, pasando por cada subproceso, en el cual tiene una intervención de maquinaria específica para darle las características propias del producto deseado, tal como se muestra en el anexo 10.9.

Como se planteó en la delimitación, la razón por la cual se escoge la categoría mueble son las siguientes:

1. Análisis de ventas:

De acuerdo a la información suministrada por la compañía, en la tabla 1 se observan los ingresos anuales. En ella se identifican los ingresos totales anuales por categoría de producto, y se ve reflejada la fluctuación de ingresos para cada una:

Tabla 1. Ingresos anuales de ID Industrial S.A.S.

	Total Ingresos Año	Muebles	Ferías	Mantenimiento
2007	\$579.594.279	\$336.164.682	\$127.510.741	\$115.918.856
2008	\$1.042.739.577	\$646.498.538	\$145.983.541	\$250.257.498
2009	\$721.747.704	\$332.003.944	\$317.568.990	\$72.174.770
2010	\$662.511.587	\$271.629.751	\$79.501.390	\$311.380.446
2011	\$1.603.664.000	\$849.941.920	\$304.696.160	\$449.025.920
2012	\$2.753.117.224	\$1.734.463.851	\$880.997.512	\$137.655.861
2013	\$2.397.218.163	\$1.558.191.806	\$527.387.996	\$311.638.361

Fuente: ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S.

En la ilustración 5, se observa que los ingresos recibidos por la categoría de muebles, supera los ingresos recibidos por ferias y mantenimiento.

Ilustración 5. Ingresos anuales por categoría.



Fuente: ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S.

A pesar que durante los años 2009 y 2010 se nota un decrecimiento de los ingresos por parte de la categoría de muebles, a partir del 2011 se ha mantenido un crecimiento exponencial en los ingresos totales por dicha categoría; por su parte, los ingresos por la categoría de Ferias han presentado una inestabilidad respecto a la categoría de muebles, reflejado en una disminución de los ingresos para el último período; es de notar, que la categoría de mantenimientos ha presentado una reducción considerable con el paso de los años, lo cual representa un aumento de la demanda de la categoría de muebles. Por esta razón, la categoría de muebles es la seleccionada para el estudio de la investigación:

2. Análisis de proceso:

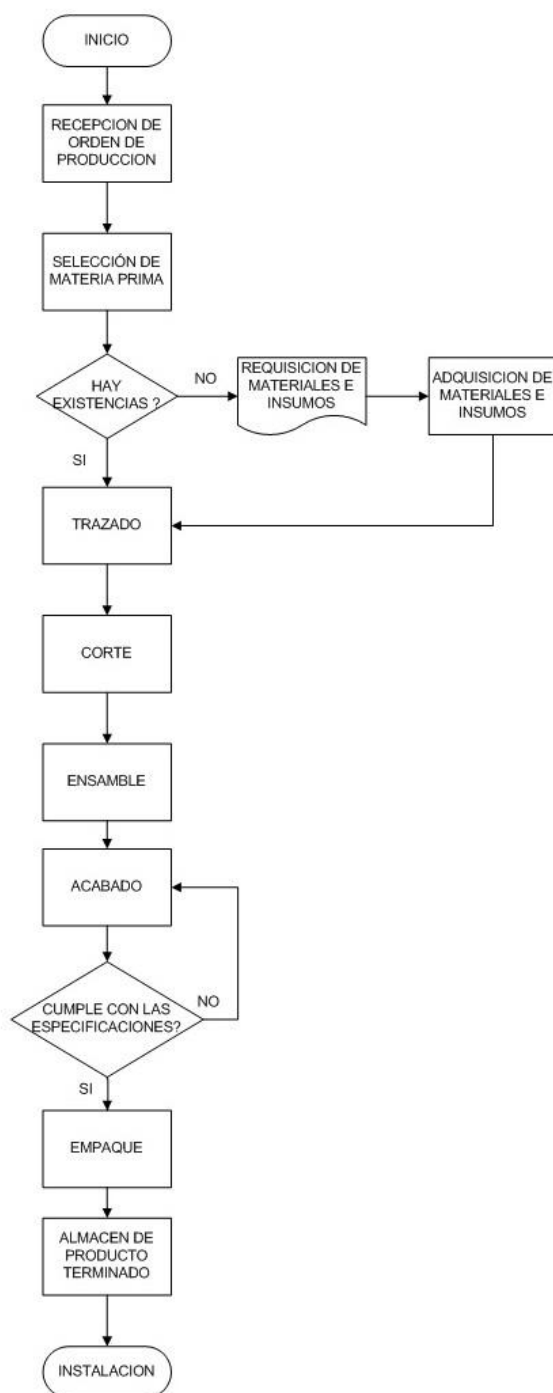
Como se ha mencionado anteriormente, se presentan tres categorías principales en la producción dentro de la compañía. Cada una de las categorías presenta un flujo de proceso diferente, que a su vez, hace uso de distintos recursos tanto de materia prima, insumos, mano de obra, maquinaria y áreas locativas. A continuación se presenta la caracterización para el desarrollo de cada categoría:

MUEBLES:

Tal como se muestra en la ilustración 6, para llevar a cabo la producción de cualquier producto de esta categoría, el punto de partida es la recepción de la orden de producción. Con ella se dan las características y especificaciones propias para cada mueble, las cuales han sido definidas por el área de diseño a través del seguimiento de la solicitud del cliente.

De la misma manera, la orden de producción da una visual general para definir cantidades de recursos que son necesarios para llevar a cabo dicho proceso. Es necesario para cada caso, evaluar las existencias de materiales e insumos, debido a la falta de dichos elementos, la producción para un producto no puede ser desarrollada.

Ilustración 6. Proceso productivo categoría Muebles.



Fuente: Los autores.

La categoría de muebles hace uso de materiales e insumos propios de la madera, partiendo como materia prima básica los tableros de MDF. Este material debe contar con un proceso de

trazado, con el fin de definir las especificaciones de forma que debe tener el producto final, además, de definir las áreas a cortar, para luego continuar con el proceso de ensamble.

Para efectuar el proceso de corte es necesario hacer uso de diferentes herramientas mecánicas como sierra circular de mesa, sierra acolilladora, sierra sinfín, planeadora y ruteadora.

En el proceso de ensamble todas las piezas son agrupadas de manera secuencial dando la forma final del producto lo cual da inicio al proceso de acabado, en donde se tienen en cuenta todos los detalles particulares según la necesidad del cliente y que se convierte en un punto clave a la hora del control de calidad.

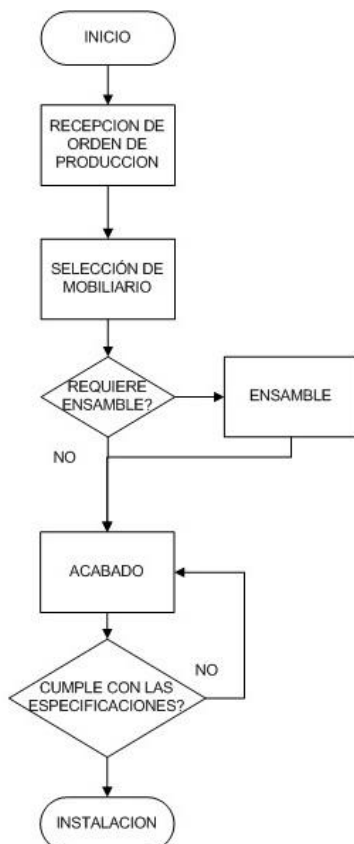
Realizada la revisión final del proceso de acabado, se procede con el empaque del producto terminado para luego ser depositado en el almacén y así realizar la instalación del mueble final.

FERIA:

Este proceso inicia con la recepción de la orden de producción, tal como se muestra en la ilustración 7; en el cual se identifican las necesidades del cliente para definir la siguiente etapa del proceso que hace referencia a la selección del mobiliario.

En esta segunda etapa, se toma el mobiliario requerido del almacén de producto terminado y de acuerdo a la terminación del producto, se decide si se requiere ensamblar o enviar al proceso de acabado. Si es necesario hacer un ensamble, se acomodan todas las piezas para lograr el objetivo del cliente. Por su parte, si se desea algún acabado especial, se envía a la sección de acabados donde, una vez, cumpla con las especificaciones del cliente, el producto se instalará en las áreas definidas por él mismo.

Ilustración 7. Proceso productivo categoría ferias.



Fuente: Los autores.

MANTENIMIENTO:

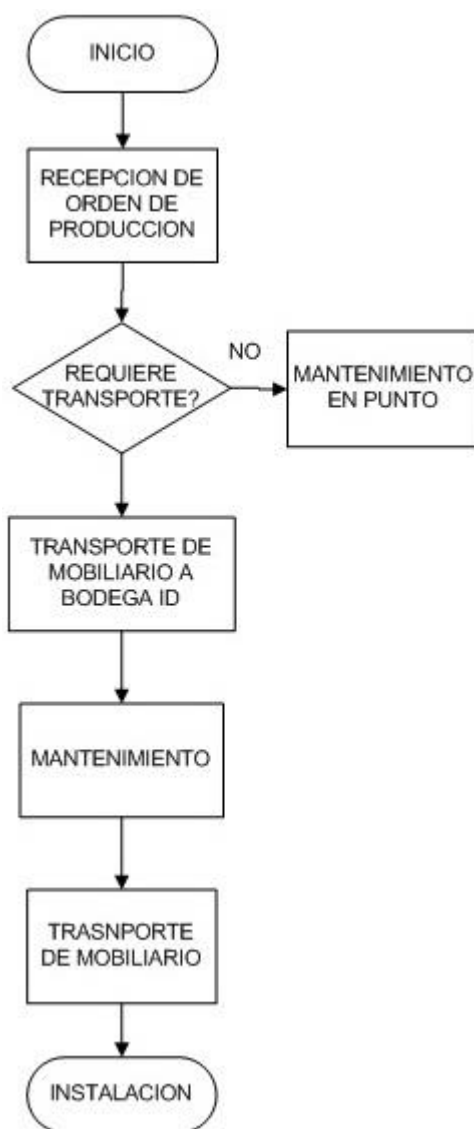
Al igual que en los proceso anteriores, este proceso inicia por la recepción de la orden de producción como se muestra en la ilustración 8. Aquí el estado del producto final, es decisivo para el direccionamiento del proceso.

Si el producto se encuentra bajo condiciones de gran deterioro, se requiere que sea transportado a las instalaciones de ID Industrial para su respectivo mantenimiento. De lo contrario, dicho mantenimiento se realizará en el punto donde se encuentra instalado el producto.

Como resultado del análisis de procesos, se puede inferir que el proceso productivo que se ve afectado directamente y en mayor proporción por la distribución de los elementos dentro de la compañía, es el de la categoría de muebles. En este, se identifica el uso permanente de la

maquinaria, mano de obra, instalaciones, materias primas e insumos, y demás factores, que deben ser tenidos en cuenta para el desarrollo del rediseño del sistema de distribución de planta que se desea proponer.

Ilustración 8. Proceso productivo categoría mantenimiento.



Fuente: Los autores.

6.2. Ocho factores de la distribución de planta.

Dentro del proceso productivo de la compañía, se consideran 8 factores principales, aportados por Muther. En consecuencia del análisis de ventas y de procesos, realizados en el numeral 6.1.,

se realizará la siguiente caracterización de los 8 factores a la categoría muebles, dado que esta es la que predomina en el flujo productivo de la compañía:

6.2.1. Materiales

Es uno de los factores más importantes de la distribución en planta. Incluye los siguientes elementos:

- **Materia prima.** La compañía hace uso de la madera como materia prima principal. Sin embargo en la fabricación de los productos de la categoría de muebles, se hace uso de otro tipo de materiales que aunque no hacen parte del proceso de fabricación dentro de planta, si son usados a la hora de la entrega final al cliente:

Tablero de fibra de densidad media (MDF): “Aglomerado elaborado con fibras de madera, presenta una estructura uniforme y homogénea y una textura fina que permite que sus caras y cantos tengan un acabado perfecto. Se trabaja prácticamente igual que la madera maciza, pudiéndose fresar y tallar en su totalidad.” (Fundación Wikimedia, inc., 2014). Ver anexo 10.1.

Tablex: “Lámina formada por tres capas de partículas de madera, aglomeradas mediante la adición de un pegante y la aplicación de procesos de alta presión y temperatura. Por sus especiales características este tablero aglomerado se denomina “madera reconstituida” constituyéndose en el tablero ideal para la fabricación de muebles. A través de un complejo proceso, del más alto nivel tecnológico se obtiene un producto que supera las condiciones presentes en la madera maciza, eliminando inconvenientes característicos de su estado natural.” (Pizano S.A., 2014). Ver anexo 10.2.

Fórmica: “Laminado plástico y brillante con que se forran algunas maderas, especialmente el conglomerado de madera.” (Larousse, 2007). Ver anexo 10.3.

Acrílico: “Nombre común del polimetacrilato de metilo (PMMA). Se utiliza a menudo como una alternativa al cristal, y en competencia con policarbonato (PC). A menudo es preferido

debido a sus propiedades moderada, fácil manejo y procesamiento, y bajo costo, pero se comporta de una manera frágil cuando está cargado, sobre todo en una fuerza de impacto” (Manufacturing Terms, 2014). Ver anexo 10.4.

Poliestireno (PS): “El poliestireno (PS) es un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del estireno. Existen cuatro tipos principales: el PS cristal que es transparente, rígido y quebradizo; el PS de alto impacto, resistente y opaco, el PS expandido, muy ligero, y el PS extrucionado, similar al expandido pero más denso e impermeable. Las aplicaciones principales del PS choque y el PS cristal son la fabricación de envases mediante extrusión-termoformado, y de objetos diversos mediante moldeo por inyección.” (Fundación Wikimedia, Inc., 2014). Ver anexo 10.5.

Vinilo: Hace referencia a la pintura acrílica. Este material es usado solamente cuando el proyecto lo amerita, sin embargo, su uso está ligado al cubrimiento de superficies, como también a dar un acabado diferente al producto que se fabrique. Ver anexo 10.6.

Vidrio: este material se usa en ocasiones para dar estructura, forma y sentido al producto que se fabrique. Puede utilizarse en diferentes calibres y acabados, entre los cuales se destacan los calibres de 5, 6 y 8 mm con terminados en pulido plano o redondo. Ver anexo 10.7.

Metalmecánica: las estructuras que dan refuerzo y cuerpo en algunos productos, son fabricadas con materiales metálicos como el cold roll (CR), aluminio o acero. Puede presentarse en varios calibres, diámetros y longitudes, las cuales son determinadas a partir de las necesidades específicas del proyecto.

Impresión digital: este material es específico para cada proyecto, varía en tamaño y cantidad de acuerdo a las solicitudes propias del cliente en cada mueble. Aunque no todos los productos de la categoría muebles tienen requisición de impresión digital, cuando son requeridas pueden ser

solicitadas en vinilo adhesivo con laminado mate o brillante, troquelados o en rollo. El proceso de impresión se terceriza por requerir maquinaria especial y mano de obra técnica.

- **Material entrante.** Hace referencia a la materia prima e insumos que dan inicio al proceso, entre los cuales se pueden mencionar los más relevantes: MDF, tablex, fórmica y tercerización. Dentro de la tercerización se presenta todo el material que no es producido dentro de la organización, ni es especialización del trabajo que se realiza, se consideran todos los elementos fabricados a partir de PS, acrílico, trabajos metalmecánicos y el tratamiento de corte y pulido de vidrios.

- **Material en proceso:** Las piezas que componen un mueble varían con el diseño y el tipo de mueble, sin embargo, dentro de las piezas más relevantes se encuentran la estructura y cuerpo, entrepaños, fondos, laterales, bases, tapas, zócalos y herrajes, entre otras.

- **Material saliente o embalado:** Una vez obtenido el mueble, cuidadosamente es recubierto por cartón y embalado con vinipel, para el cuidado de los mismos, con el fin de ser enviados al cliente final para uso como exhibición de producto.

- **Materiales accesorios usados en el proceso:** son los que se usan para unir piezas y dar acabados especiales a la madera, para lo cual dentro de la compañía se hace uso de incaspray (pegante para fórmica), pegante para madera, grapas, puntillas, tornillos, brocas, pinturas o lacas.

- **Piezas rechazadas, a recuperar o repetir:** Resultan del manejo que se les da a las piezas o productos en el transcurso del proceso productivo, es decir, piezas en mal estado, sin fórmica, desportilladas o defectuosas.

- **Material de recuperación:** Es el material sobrante, luego de efectuar un proceso principal. Todo proceso genera desperdicios, que pueden ser reutilizadas en el mismo proceso, por ejemplo piezas en madera que pueden ser enchapadas nuevamente.

- Chatarra, viruta, desperdicios o desechos: En el proceso productivo de la categoría muebles, de la misma manera como se puede recuperar material para reutilizar dentro del proceso, puede existir sobrantes que ya no pueden ser utilizados, bien sea por las características de defectos que se presentan, o por tamaños que haya en las piezas sobrantes. Dentro de este material, también se considera la viruta de la madera, pues no es reutilizable en un proceso productivo dentro de la compañía.

- Materiales para mantenimiento: Se debe tener en cuenta un cronograma de mantenimiento para las maquinas necesarias que intervienen en el proceso. Para ellas es necesario utilizar aceites, grasas, combustible, repuestos, etc.

Todos estos elementos contribuyen a la producción y transformación de la materia prima principal para obtener el producto terminado, bajo criterios específicos definidos por el área de diseño y el cliente.

Para determinar el promedio de materiales que son usados, se tiene en cuenta la fabricación de 4 productos diferentes de la categoría muebles como está determinado en la tabla 2, relacionando la cantidad de material que fue utilizado bajo las unidades de medida establecidas en cada ítem.

Tabla 2. Materiales usados en la fabricación de 4 tipos de muebles diferentes.

PIEZA	MADERA (Lámina)	FÓRMICA (Lámina)	INCASP (Galón)	TORNILLO (Unidad)	GRAPA (Millar)	BISAGRA (Par)	LIMPIADOR (Kilo)	VINIPEL (Rollo)	CARTÓN (Kilo)
MUEBLE1	3,8	4,8	0,88	405	9	11	0,64	0,19	58,6
MUEBLE2	2,5	4,9	0,53	139	2	9	0,64	0,11	32,1
MUEBLE3	1,4	3,8	0,28	138	3	6	0,42	0,18	15,2
MUEBLE4	3,5	5,9	0,48	786	6	7	0,72	0,91	36,3
PROMEDIO	2,8	4,85	0,542	367	5	8,25	0,605	0,347	35,55

Fuente: Los autores.

Para la producción, se debe tener en cuenta la inversión total a partir de los precios de compra por unidades de cada material. En la tabla 3 se presentan los costos promedio asumidos por la compañía durante un mes de producción en condiciones normales:

Tabla 3. Hoja de costos de Materia Prima e Insumos.

HOJA DE COSTOS					
Nombre del Producto	Exhibidor en madera producción mensual promedio				
MATERIA PRIMA	UNIDAD DE COMPRA	COSTO POR UNIDAD	UND PRODUC PROM	UND MES	COSTO TOTAL MES
MDF	Lámina	\$ 79.197	2,80	61,60	\$ 4.922.887
Fórmica	Lámina	\$ 82.654	4,85	106,70	\$ 8.819.182
Incaspray	Galón	\$ 25.139	0,54	11,88	\$ 298.651
Tornillería	Unidad	\$ 10	367,00	8074,00	\$ 80.740
Grapa	Millar	\$ 7.250	5,00	110,00	\$ 797.500
Bisagras	Par	\$ 5.750	8,25	181,50	\$ 1.043.625
Limpiador	Kilo	\$ 5.740	0,61	13,42	\$ 77.031
Vinipel	Rollo	\$ 20.786	0,35	7,70	\$ 160.052
Cartón	Kilo	\$ 1.850	35,55	782,10	\$ 1.446.885
TOTAL COSTOS					\$ 17.646.553

Fuente: ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S.

6.2.2. Maquinaria

La maquinaria empleada para el desarrollo de las actividades, son las relacionadas con la labor de carpintería. Los elementos que incluyen el factor máquina son los siguientes:

- **Máquinas de producción:** son todas aquellas máquinas utilizadas en el desarrollo de los procesos. Para la categoría muebles, la maquinaria es utilizada en el proceso de corte, entre las cuales se destacan sierra acolilladora, sierra sinfín, sierra circular, planeadora y ruteadora. Ver fichas técnicas anexos 10.10 – 10.14.
- **Dispositivos especiales:** son los elementos de apoyo al proceso de fabricación de un producto de la categoría muebles, como los son los bancos de trabajo.
- **Herramientas:** son instrumentos manuales que sirven para el funcionamiento y desarrollo conjunto con la maquinaria de producción a efectuar el proceso de ensamble. Dentro de ID Industrial, los elementos más representativos son taladro eléctrico, apuntilladora, grapadora y prensa mecánica, entre otros.
- **Aparatos de medición:** son utensilios que se usan para comparar las magnitudes físicas ya determinadas por el área de diseño, y que pretenden dar cumplimiento a las características de magnitudes propias para cada producto. Son utilizados el flexometro y el pie de rey.

En el factor movimiento se explicará más a fondo el método utilizado en la fabricación de una unidad de la categoría muebles, de tal forma que se pueda vislumbrar de manera clara la relación que existe entre la distribución de la maquinaria en planta y los movimientos necesarios para desarrollar el proceso.

Por políticas internas de trabajo de la compañía, se tiene establecido que se debe hacer mantenimiento a la maquinaria mensualmente, y para el cual se cuenta con una reserva de \$250.000, los cuales son cancelados a la compañía prestadora del servicio.

6.2.3. Hombre

Los operarios realizan las funciones asignadas en cada uno de sus puestos de trabajo. Cabe resaltar que cada operario cuenta con una capacitación adecuada para el manejo de cada máquina

y herramienta utilizada en la labor, así como también hace uso de sus elementos de protección personal. Esto con el fin de contribuir con el mejoramiento y calidad del objetivo primordial de la organización.

En total se cuenta con 8 empleados en el área de producción. Entre ellos se considera 1 jefe de producción, 1 jefe ebanista, 1 almacenista, 1 auxiliar y 4 operarios. Únicamente el jefe ebanista, el auxiliar y los operarios se ven involucrados directamente en todo el proceso de producción.

En el proceso de producción de la categoría muebles se presenta una producción en cadena que será detallada en el factor movimiento. Por este motivo el personal se encuentra ubicado en posición fija con una especialización para esta categoría y para las operaciones que se requieren.

Cabe anotar, que para hacer cumplimiento a este factor, la empresa dedica un presupuesto mensual de inversión que se detalla en la tabla 4 y 5, a continuación:

Tabla 4. Costo de Mano de Obra por producción.

Tipo de cargo	Cantidad	Salario mensual	Auxilio transporte	Salario total
Jefe de producción	1	\$ 1.200.000	\$ 72.000	\$ 1.272.000
Jefe ebanista	1	\$ 1.100.000	\$ 72.000	\$ 1.172.000
Almacenista	1	\$ 850.000	\$ 72.000	\$ 922.000
Auxiliar	1	\$ 750.000	\$ 72.000	\$ 822.000
Operario	4	\$ 616.000	\$ 72.000	\$ 2.752.000
TOTALES				\$ 6.940.000

Fuente: Los autores.

Tabla 5. Costo por parafiscales.

Tipo de cargo	Cantidad	Salario mensual	Pensiones 12%	ARP 6,96	Caja compensación 4%
Jefe de producción	1	\$ 1.200.000	\$ 144.000	\$ 83.520	\$ 48.000
Jefe ebanista	1	\$ 1.100.000	\$ 132.000	\$ 76.560	\$ 44.000
Almacenista	1	\$ 850.000	\$ 102.000	\$ 59.160	\$ 34.000
Auxiliar	1	\$ 750.000	\$ 90.000	\$ 52.200	\$ 30.000
Operario	4	\$ 616.000	\$ 295.680	\$ 171.496	\$ 98.560
			\$ 763.680	\$ 442.936	\$ 254.560

Fuente: Los autores.

Se debe tener en cuenta que para el año 2014 la empresa no tiene gastos por concepto de salud, SENA e ICBF, debido a la reforma tributaria establecida por el gobierno colombiano y que entró en vigor a partir del mes de Enero de 2014.

Dando cumplimiento a la normatividad legal, la compañía está comprometida con el suministro de la dotación al personal. En la tabla 6, se observa el detalle del vestuario requerido así como los costos incurridos:

Tabla 6. Costo por dotación de producción.

Tipo de dotación	Cantidad	Costo unitario	Frec. Dotacion mes
Calzado	8	\$ 45.200	1
Vestido de labor	8	\$ 52.300	1
Tapabocas	24	\$ 150	2
Tapa oídos	16	\$ 1.100	1
Guantes	40	\$ 17.800	2
TOTAL			\$ 2.228.800

Fuente: Los autores.

6.2.4. Movimiento

Los tres elementos básicos de producción son material, hombre y maquinaria, los cuales se desarrollaron en los tres factores anteriormente mencionados. Dichos elementos son de gran importancia, pues afectan de manera directa el traslado o movimiento de los materiales (materia prima, material en proceso y productos terminados).

El primer paso en la fabricación de un producto de la categoría muebles, consiste en el manejo adecuado de las materias primas requeridas a partir de la orden de producción (OP), ya que es prescindible contar con excelente calidad de materiales. Para ello, se hace uso de un área que garantice su buen estado y conserve sus propiedades químicas y físicas en todos los materiales e insumos.

Luego pasa a la realización de los trazos sobre la materia prima principal, para efectuar los cortes a partir de los planos mecánicos especificados desde el área de diseño, donde están definidas las medidas, acabados y propiedades del producto final. Dicho proceso es desarrollado por las máquinas sierra circular, sierra acolilladora, sierra sinfín, planeadora, ruteadora, según como está establecido para el flujo del proceso de fabricación de la categoría muebles.

El proceso de corte inicia en la sierra circular, en donde se obtienen las piezas de tamaños grandes, luego la materia prima es trasladada a la ruteadora, en donde se realizan los cortes de curvaturas y se dan acabados a los cantos de las piezas.

Para el ensamble del mueble, los operarios deben dirigirse a los planos mecánicos para determinar la unión adecuada de las piezas. Con la sierra acolilladora, se efectúa el corte transversal que da acabados al mueble, definidos anteriormente por el área de diseño. Paso seguido, se realizan los cortes de inclinaciones necesarios para las uniones perfectas del producto.

Una vez se tiene el mueble con los acabados adecuados, continúa el proceso con el enchape del producto, donde se da el aspecto visual, haciendo uso de fórmica que puede variar de color y

textura según sea determinado por el área de diseño. El enchape de las piezas juega un papel importante en la terminación del mueble y debe realizarlo la persona que tenga experiencia en el área de enchapado, para evitar desperdicio de material y reprocesos, que pueden dañar la apariencia del mueble; dando un perfecto contraste entre lo que se diseña y lo que se puede obtener.

Por experiencia, para realizar el pegado de la fórmica se deben tener en cuenta tolerancias de las medidas, que son corregidos haciendo uso de la planeadora. Esta da paso a la segunda fase de enchape, que se realiza en cantos y piezas pequeñas ya unidas al mueble.

Posteriormente, el producto terminado es enviado al área de acabados y empaque donde se dan los últimos detalles para obtener un producto de excelente calidad y bajo las características deseadas por el cliente. Por último, se envía el producto terminado a almacenaje o instalación, según sea determinado por el cliente. En la tabla 7 se identifican los tiempos de producción en los procesos de fabricación para 4 productos diferentes. La información consignada en la tabla se obtuvo a través de la observación de la producción durante 1 día de trabajado por cada producto de 9 horas.

Tabla 7. Tiempos de producción para 4 productos. (s)

Descripción de la actividad	MUEBLE 1	MUEBLE 2	MUEBLE 3	MUEBLE 4
Recepción de OP	1	1	0,8	1
Selección de MP	304,8	302,5	300,1	301,2
Traslado de MP hasta trazo	7,8	8,4	8,5	8,2
Trazo	602,15	600,35	600,75	601,2
Corte en sierra circular	60,25	45,82	52,62	42,8
Inspección	180	207	171	205,2
Transporte hasta ruteadora	6,42	6,1	6,75	6,52
Corte en ruteadora	112,36	110,5	110,68	110,85

Transporte hasta armado	7,45	9,75	8,76	5,84
Armado de piezas	1595,62	1378,87	1797,96	1278,02
Inspección	234,6	364,2	174,6	280,2
Transporte hasta acolilladora	5,03	5,82	5,82	7,87
Corte en acolilladora	153,22	179,93	137,53	129,42
Transporte hasta sinfín	3,18	3,97	2,81	3,1
Corte en sinfín	4,22	5,59	9,48	5,59
Inspección	187,2	192,6	228,60	190,8
Transporte hasta pegante	8,38	7,3	6,34	8,34
Aplicación de Incaspray	362,7	477,66	374,92	450,96
Secado	525,72	772,05	758,7	766,62
Transporte hasta armado	7,62	9,21	8,92	9,32
Enchape	2431,12	1294,96	1514,28	1420,52
Transporte hasta planeadora	4,81	3,95	3,23	4,45
Corte en planeadora	80,4	95,51	67,11	84,55
Inspección	154,2	196,2	154,8	147
Transporte hasta acabados	17,93	15,6	18,26	16,09
Acabados	802,98	943,21	262,64	139,47
Inspección	92,4	557,4	219	64,2
Transporte hasta almacén	5,19	6,03	7,29	5,8
Embalaje	80,13	69,13	83,07	75,19
Almacén	3,46	5,48	1,43	3,4

Fuente: Los autores.

A continuación, se analizará el diagrama de flujo, el cual es empleado en los estudios de mejora de métodos, basados en los movimientos desarrollados el momento de la fabricación de los 4 productos diferentes bajo la misma categoría. A pesar que son modelos que se presentan bajo las mismas circunstancias, siguen siendo susceptibles de adaptarse a las problemáticas que puedan surgir en la práctica cotidiana.

En la tabla 8, se muestra el flujo del proceso de producción que se lleva a cabo dentro de la organización. Los recorridos indicados representan las distancias de desplazamiento de un punto a otro, haciendo uso del recorrido más corto. Ver plano en anexo 10.9.

Tabla 8. Diagrama de Flujo proceso de producción actual.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCIÓN ID INDUSTRIAL DISEÑO DE EXHIBICIÓN S.A.S.							
PROCESO: Fabricación de productos categoría muebles.				DIAGRAMA No.: 1			
FECHA: Mayo 23 de 2014		HOJA 1 DE 2		ELABORADO POR: A.Guerrero - E.González			
TOTAL RESUMEN PROCESO ACTUAL	Cantidad de movt					T (s)	D (m)
	○	□	⇨	⊔	▽		
Actividades	12	5	10	2	1		
Tiempo (s)	5210,03	1050,30	76,28	1007,92	3,44	7347,97	39,53
Diagrama de flujo							
Descripción de la actividad	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenam.	Tiempos (s)	Recorridos (m)
Recepción de OP	○	□	⇨	⊔	▽	0,95	
Selección de MP	○	□	⇨	⊔	▽	302,15	
Traslado de MP hasta trazo	○	□	⇨	⊔	▽	7,59	4,22
Trazo	○	□	⇨	⊔	▽	601,11	
Corte en sierra circular	○	□	⇨	⊔	▽	50,37	
Inspección	○	□	⇨	⊔	▽	190,80	
Transporte hasta ruteadora	○	□	⇨	⊔	▽	6,45	3,21
Corte en ruteadora	○	□	⇨	⊔	▽	111,10	
Transporte hasta armado	○	□	⇨	⊔	▽	6,08	2,92
Armado de piezas	○	□	⇨	⊔	▽	1512,62	
Inspección	○	□	⇨	⊔	▽	263,40	

DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCIÓN ID INDUSTRIAL DISEÑO DE EXHIBICIÓN S.A.S.							
PROCESO: Fabricación de productos categoría muebles.				DIAGRAMA No.: 1			
FECHA: Mayo 23 de 2014		HOJA 2 DE 2		ELABORADO POR: A.Guerrero - E.González			
Diagrama de flujo							
Descripción de la actividad	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenam.	Tiempos (s)	Recorridos (m)
Transporte hasta acolilladora	○	□	⇨	D	▽	8,23	4,61
Corte en acolilladora	○	□	⇨	D	▽	150,03	
Transporte hasta sinfín	○	□	⇨	D	▽	3,27	1,36
Corte en sinfín	○	□	⇨	D	▽	6,22	
Inspección	○	□	⇨	D	▽	199,80	
Transporte hasta pegante	○	□	⇨	D	▽	7,95	4,44
Aplicación de Incaspray	○	□	⇨	D	▽	416,56	
Secado	○	□	⇨	D	▽	705,77	
Transporte hasta armado	○	□	⇨	D	▽	8,77	4,87
Enchape	○	□	⇨	D	▽	1665,22	
Transporte hasta planeadora	○	□	⇨	D	▽	4,11	1,90
Corte en planeadora	○	□	⇨	D	▽	81,89	
Inspección	○	□	⇨	D	▽	163,05	
Transporte hasta acabados	○	□	⇨	D	▽	16,97	9,05
Acabados	○	□	⇨	D	▽	537,08	
Inspección	○	□	⇨	D	▽	233,25	
Transporte hasta almacén	○	□	⇨	D	▽	6,14	2,95
Embalaje	○	□	⇨	D	▽	76,88	
Almacén	○	□	⇨	D	▽	3,44	

Fuente: Los autores.

Una vez realizado el análisis de las operaciones del proceso de producción, se obtiene que: las operaciones corresponden a un total de 12 actividades dando como resultado, 5210,03 segundos, es decir, 86,83 minutos de operación.

Por su parte, las inspecciones corresponden a un total de 5 actividades con un total de 1050,30 segundos, es decir, 17,5 minutos. Las actividades de transporte dan un total de 10 con una sumatoria de 76,28 segundos, es decir, 1,27 minutos.

Las demoras están representadas por dos actividades, dando un total de 1007,92 segundos, es decir, 16,79 minutos. Finalmente, el almacenaje solo se realiza una vez durante todo el proceso y por tanto corresponde a un total de 3,44 segundos.

Tabla 9. Diagrama de relaciones situación actual.

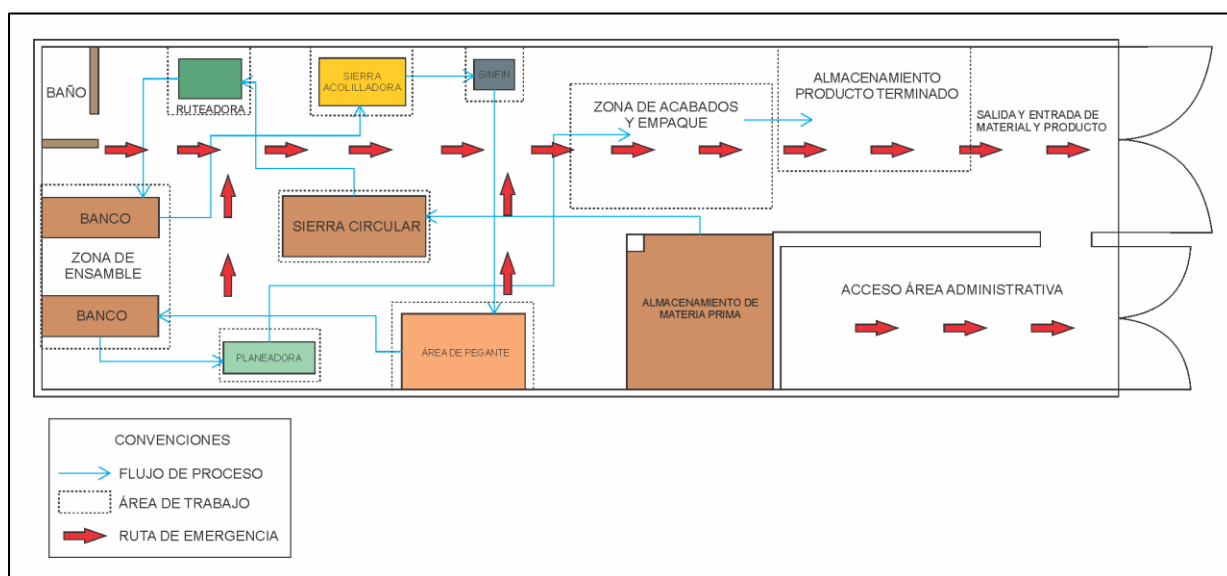
PASOS / TIEMPO	MP	Ruteadora	Acolilladora	Sinfín	S. Circular	Planeadora	Pegante	Banco	Ensamble
MP	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	0	0	0	0	8,23	0	0	0	0
Ruteadora	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	7,95	0
Acolilladora	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	0	0	0	3,27	0	0	0	0	0
Sinfín	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	7,59	0	0
Sierra circular	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	6,45	0	0	0	0	0	0	0
Planeadora	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	16,97
Pegante	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	8,77	0
Banco	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	0	0	6,14	0	0	4,11	0	0	0

Ensamble	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Los autores.

Después de identificar el flujo del proceso, es importante destacar la relación que se presentan entre la maquinaria y las distancias de traslado que son aplicadas al proceso, y que determinan de manera específica las necesidades que pueden existir al momento de realizar algún tipo de distribución dentro de la planta. Como se puede notar en la tabla 9 y en la ilustración 9, existe una relación en línea entre las máquinas, pero por su parte, el ensamble solamente tiene una relación de recepción de material en proceso, más no de traslado de material a otra área o máquina.

Ilustración 9. Distribución de planta actual.



Fuente: Los autores.

Para hacer el análisis técnico de las distancias de recorrido se presenta el plano a escala 1:1 y sus dimensiones se presentan en el anexo 10.9.

Teniendo en cuenta la relación entre la maquinaria y las distancias de recorrido del material además de los factores anteriormente mencionados, se identifica que la producción está determinada por los siguientes elementos:

- Sitios de trabajo
- Horas de trabajo
- Turnos
- Líneas de producción
- Productos (tipos y cantidades)
- Unidades tecnológicas, entre otros.

Estos elementos son componentes fundamentales para medir la capacidad disponible de la situación actual de la compañía. Por tanto, la capacidad real de producción es desarrollada bajo las consideraciones dadas en la tabla 10:

Tabla 10. Consideraciones de capacidad de planta.

Consideración	Cantidad
Sitios de trabajo	6
Horas de trabajo	9
Turnos	1
Líneas de producción	1
Productos (tipos y cantidades)	1
Horas de mantenimiento mensual por máquina	4
Unidades tecnológicas	4

Fuente: Los autores.

Para determinar la capacidad de planta se tiene en cuenta una producción en condiciones normales, es decir, en turnos diarios de producción de 9 horas. El período analizado corresponde a 4 meses del año 2013, en el cual se tuvo la producción que se detalla en la tabla 11:

Tabla 11. Valores de producción en estado normal.

MES	MUEBLE
1	9
2	11
3	10
4	14
PROMEDIO	11

Fuente: ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S.

Por tanto, la tasa de producción corresponde al valor promedio de las unidades fabricadas, es decir 11 unidades mensuales. De acuerdo a las fórmulas planteadas en el libro “planeación de la producción” por el ingeniero Carlos Castro, se tiene que las capacidades están definidas por las ecuaciones:

Ecuación 1. Capacidad instalada.

$$Ci = (ni \times hd \times dh) - (ni \times gi) = \text{horas/periodo}$$

Ci: capacidad instalada

ni: cantidad de sitios de trabajo o de unidades tecnológicas

gi: pérdidas estándar por mantenimiento preventivo y correctivo de los sitios de trabajo de las unidades tecnológicas.

hd: horas por día (9)

dh: días hábiles en el año (229)

Ecuación 2. Capacidad disponible.

$$Cd = \sum_{i=1}^m (ni \times ht \times nt \times dh) - (G1 + G2 + G3 + G4) = \text{horas/periodo}$$

Cd: capacidad disponible

dh: días hábiles en el año (229)

ht: número de horas turno que se labora en el sitio de trabajo tipo i

nt: número de turnos de trabajo que se labora en el sitio de trabajo tipo i

G1: pérdidas estándar por mantenimientos a las unidades tecnológicas

$$G1 = ni \times gi$$

G2: pérdidas estándar totales por la no asistencia de los trabajadores debido a vacaciones, incapacidades, permisos y otras ausencias justificadas y no justificadas (horas/año)

G3: pérdidas estándar totales por factores externos organizacionales en el proceso de producción (horas/año)

G4: pérdidas estándar totales por factores externos, naturales, técnicos y económicos.

Ecuación 3. Capacidad utilizada.

$$Cu = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Qrij \times Trij \text{ horas/periodo}$$

Qrij: cantidad real fabricada del producto tipo j que se procesó en el sitio de trabajo tipo i (unidades/año)

Trij: horas de trabajo promedio realmente utilizado por unidad de producto tipo j en el sitio de trabajo tipo i

Por tanto, se puede diferir que la capacidad instalada corresponde a:

$$Ci = (6 \times 9 \times 229) - (6 \times 48) = 12078 \text{ horas anuales}$$

Teniendo en cuenta la información consignados en la tabla 7, se puede inferir que el tiempo promedio en la elaboración de 1 mueble, corresponde a 2,04 horas, es decir que la capacidad instalada de producción es de 25 muebles por día, sabiendo que la planta trabaja continuamente y el personal se mantiene dentro de la organización laborando ininterrumpidamente:

$$\text{Tiempo de producción para 1 und} = \frac{7347,24 \text{ s}}{3600 \text{ s}} \times 1 \text{ h} = \mathbf{2,04 \text{ h}}$$

$$\frac{12078}{229} \div 2,04 = 25,85 \text{ unds/día}$$

Para la capacidad disponible, se tienen en cuenta que para G2 se cuenta con un total de 15 días hábiles al año para cada trabajador de acuerdo al estatuto laboral colombiano. Sin embargo, las vacaciones son colectivas en una fecha específica que es determinada por la alta gerencia a medida que avanza el flujo de trabajo y ya se tienen en cuenta éstos dentro de los días hábiles en el año.

De acuerdo al coordinador de producción, mensualmente se tiene una pérdida de 150 horas de trabajo por los temas de instalaciones y garantías que deben ser ofrecidos por la compañía es decir 1800 horas/año. Las pérdidas por factores externos corresponden a 0, por tanto:

$$Cd = (6 \times 9 \times 1 \times 229) - ((6 \times 48) + 1800) = 10278 \text{ horas anuales}$$

Es decir:

$$Cd = \frac{10278}{229} \div 2,04 = 22 \text{ unds/día}$$

Por otra parte, la capacidad utilizada con corte a 2013 corresponde a:

$$Cu = (154 \times 2,04) + (12 \times 2,04) = 338,64 \text{ horas anuales}$$

Es decir que $338,64 \text{ hr}/229 \text{ días} = 1,47$ horas efectivas de trabajo al día. Lo anterior indica que para poder fabricar 1 mueble se está requiriendo de dos días, desaprovechando la capacidad que la planta tiene actualmente. En la tabla 12, se resumen los cálculos obtenidos a partir de la formulación de capacidad instalada, disponible y utilizada, conteniendo los resultados detallados anteriormente.

Tabla 12. Capacidad de planta.

Tipo de capacidad	Valor
Instalada	25 unds/día

Disponible	22 unds/día
Utilizada	< 1 und/día

Fuente: Los autores.

6.2.5. Espera

“El objetivo de toda distribución correctamente planeada es una circulación material clara y veloz del material a través de la planta, siempre en progreso hacia el acabado del producto..., siempre que los materiales son detenidos, tiene lugar las esperas o demoras.” (Muther, 2000)

En la compañía ID Industrial, dentro del flujo de proceso se detectan dos demoras. La primera corresponde con la selección de la materia prima, esta se genera debido a que se requiere tiempo para seleccionar los materiales indicados, la calidad y características para la transformación de los mismos en el producto a elaborar.

La segunda tiene que ver con el secado del pegante aplicado a las superficies de los muebles, y se relaciona con el tiempo necesario para que el material logre el punto adecuado de fijación entre superficies y lograr el mejor acabado en el producto.

6.2.6. Servicio

ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S. tiene como finalidad optimizar cada uno de los procesos necesarios para la elaboración de los muebles, por tal motivo, es importante contar con una constante innovación y actualización de todas las tecnologías que favorezcan el proceso. Así pues, se tiene como propósito la implementación de una nueva máquina que genere el aumento de la capacidad productiva de la compañía, atrayendo más clientes por calidad y servicio.

Es fundamental para el buen funcionamiento de la compañía, contar con nuevos diseños que vayan a las expectativas del mercado, satisfaciendo la demanda del consumidor, aumentando las ventas de la compañía y beneficiando al empleado y al empleador.

Uno de los factores importantes en el servicio de la compañía es mantener, además del cliente, a cada uno de los empleados satisfechos con el ambiente de trabajo que los rodea, por esta razón, es importante contar con buenos espacios de movimiento y flujo de los materiales, además del almacenamiento de los mismos; facilitar el trabajo empleando nuevas máquinas y realizando el mantenimiento respectivo a cada una de ellas.

6.2.7. Edificio

Para la distribución caso de estudio, se concede gran importancia a este factor, debido a que se dispone de las instalaciones actuales en las que se pretende realizar la nueva distribución. Sin embargo, cabe anotar que la distribución se ve afectada por las condiciones de edificio industrial lo que hace rígido el nuevo planteamiento que se proyecte. ID Industrial cuenta con la estructura física actual como se puede comprobar en el anexo 10.8 con las dimensiones a escala 1:1 y adicional en la tabla 13 se presentan las áreas de ocupación de la maquinaria y zonas de trabajo dentro del área total del edificio correspondiente a 144.13 m².

Tabla 13. Descripción de áreas de ocupación de maquinaria.

ITEM	MÁQUINA	ÁREA DE OCUPACIÓN (m²)
1	Ruteadora	0,95
2	Acolilladora	1,59
3	Sinfín	0,48
4	Sierra circular	3,38
5	Planeadora	1,13
6	Almacén de materia prima	8,84
7	Pegante	3,64

8	Banco de trabajo	3,68
9	Zona de acabados y empaque y Almacén de producto terminado	5,28
	Total áreas de tránsito y baño	94,02
	Total área administrativa	21,14
	Total área de producción	28,97

Fuente: Los autores

La estructura de la planta consta de paredes, pisos, techo y forma del edificio. Debido a que la distribución de planta operativa, se centra en la planta del primer piso, sólo se considerará este para efectos del actual estudio.

- Forma de edificio: La estructura presenta una forma rectangular, desde el frente hasta el fondo del lote. Es de aclarar que dicha estructura ya se encontraba edificada una vez se trasladó la planta, en el inicio de operaciones de la compañía.
- Ventanas: Sólo existen ventanas en las puertas frontales como elementos de rápido acceso. Sin embargo no son los únicos elementos de ventilación presentes en la edificación.
- Suelo: Por tratarse de una planta manufacturera de alto tráfico, tanto de personal como de materiales y producto, el piso debe tener condiciones especiales para dicho flujo. La maquinaria que permite hacer movimientos de los equipos pesados dentro de la planta, presenta pesos de más de 1 Ton, por lo cual el piso tiene características de resistencia a pesos elevados.
- Techo: Es la principal fuente de ventilación e iluminación, al tener tejado móvil para la ventilación, y con acceso de iluminación.

- Paredes y columnas: Estos elementos se encuentran distribuidos a lo largo de la edificación, sin embargo las columnas no afectan el desplazamiento o ubicación de los equipos o movimientos de la producción.

Dentro de este factor, también se consideran variables que afectan los costos directos a la producción y que son importantes para el funcionamiento de la planta como lo son el consumo de energía eléctrica y acueducto. En la tabla 14 se describe el consumo mensual de estas dos variables para 4 meses de producción, con el fin de encontrar el valor promedio de costos por servicios públicos para la planta que se muestran en la tabla 15.

Tabla 14. Promedio de uso de servicios públicos.

Tipo de servicio	Und	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Prom
Energía eléctrica	kWh	252	174	187	234	211,75
Agua	m ³	3,3	2,5	3,6	3,4	3,2

Fuente: Los autores.

Tabla 15. Costo Servicios Públicos.

Tipo de servicio	Und	Valor und	Consumo mes	Valor consumo mes
Energía eléctrica	kWh	\$ 305	211,75	\$ 64.583,7
Agua	m ³	\$ 1.991	3,2	\$ 6.371,2
Totales Promedio Mes				\$ 70.954,9

Fuente: Los autores.

6.2.8. Cambio

Para poder emplear nuevas técnicas en el comportamiento productivo de la compañía, es importante contar dos aspectos fundamentales:

1. Demanda: En este aspecto, la compañía debe realizar un estudio de mercado en donde identifica el movimiento que favorezca el estado económico y productivo de la compañía. Para poder tomar dicha decisión, es importante tomar los datos en hechos históricos (según el volumen

de ventas), necesidad del consumidor (encuestas enfocadas a la necesidad del consumidor), y los avances tecnológicos de la competencia.

2. Trabajadores: Es importante contar con la opinión de los trabajadores quienes son en última instancia los que estarán permanentemente en el área de producción, ellos deberán considerar los aspectos más importantes a la hora de hacer la distribución de maquinarias y la implementación de nuevos mecanismos para el buen desarrollo de la producción. A ellos también se les deben de aplicar técnicas alusivas al crecimiento de la compañía, como por ejemplo, lluvias de ideas, encuestas, quejas y reclamos, entre otras, buscando de esta manera la innovación y crecimiento de la empresa.

6.3. Análisis de costo

ID Industrial, hace uso del costeo absorbente, puesto que los costos son clasificados como directos e indirectos a la producción y contablemente se asignan a los centros de costo definidos por la gerencia y la revisoría fiscal.

Tabla 16. Resumen de costos mensuales.

RESUMEN DE COSTOS	
TOTAL COSTOS MP	\$ 17.646.553,00
TOTAL COSTOS MO	\$ 6.940.000,00
TOTAL CIF	\$ 4.010.930,95
TOTAL COSTO	\$ 28.597.483,95

Fuente: Los autores.

Para poder llevar a cabo la producción normal, de acuerdo a las características anteriormente mencionadas, se incurren en diferentes costos y gastos con el fin de garantizar la disponibilidad y calidad de producto para cada cliente.

A medida que se han analizado los 8 factores según Muther, se han identificado de manera individual los costos y gastos incurridos por la organización. De acuerdo a la información obtenida, se puede inferir que los costos de mantener la producción mensual teniendo la capacidad disponible al 100%, es decir 22 unidades diarias, es representado por los valores indicados en la tabla 16.

7. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

El sistema propuesto está diseñado en base a una producción en línea, considerando importante la homogeneidad técnica que los productos presentan a pesar que sean diferentes para cada cliente y continúen siendo diferentes entre ellos.

Dentro del sistema de producción se continuará aplicando una mezcla del tipo de distribución por producto y por proceso, desplazando el material por cada sección del proceso de fabricación, dividido en dos subprocesos idénticos que hacen uso cada uno de cierta maquinaria lo que da la diferencia entre ellos.

Uno de los procesos, y a los que hace referencia la propuesta, es el uso de una máquina CNC que optimice las actividades de corte dentro del proceso productivo. El otro proceso, hace alusión al uso normal de la maquinaria actual y que aumente la capacidad de planta. Debido a la adquisición de la máquina CNC, se da lugar al cumplimiento de los objetivos planteados al proyecto, con la propuesta de mejoramiento del sistema de distribución de planta.

Análisis de ventas:

La proyección de ventas es un método apropiado para describir el comportamiento de los datos de ventas que se obtienen de la información suministrada por la compañía. Cabe recordar que en el análisis de ventas de la situación actual, se concluyó que la categoría muebles fue seleccionada para el estudio de la investigación, razón por la cual se presenta la proyección de ventas para esta propuesta.

En la tabla 17 se encuentra consignada la información de ventas para la categoría muebles, desde el año 2007 hasta el año 2013. Como se observa en la ilustración 10, el comportamiento de los datos se manifiesta en una tendencia exponencial por la variación de ventas de los productos a lo largo del tiempo.

Tabla 17. Tabla de proyección de ventas.

Año	Total Ingresos Año	Tendencia	Proyección
2007	\$336.164.682	\$261.574.037	
2008	\$646.498.538	\$342.104.883	
2009	\$332.003.944	\$447.428.777	
2010	\$271.629.751	\$585.178.756	
2011	\$849.941.920	\$765.337.847	
2012	\$1.734.463.851	\$1.000.962.551	
2013	\$1.558.191.806	\$1.309.129.075	
2014			\$1.712.170.883
2015			\$2.239.297.247
2016			\$2.928.710.101

Fuente: Los autores.

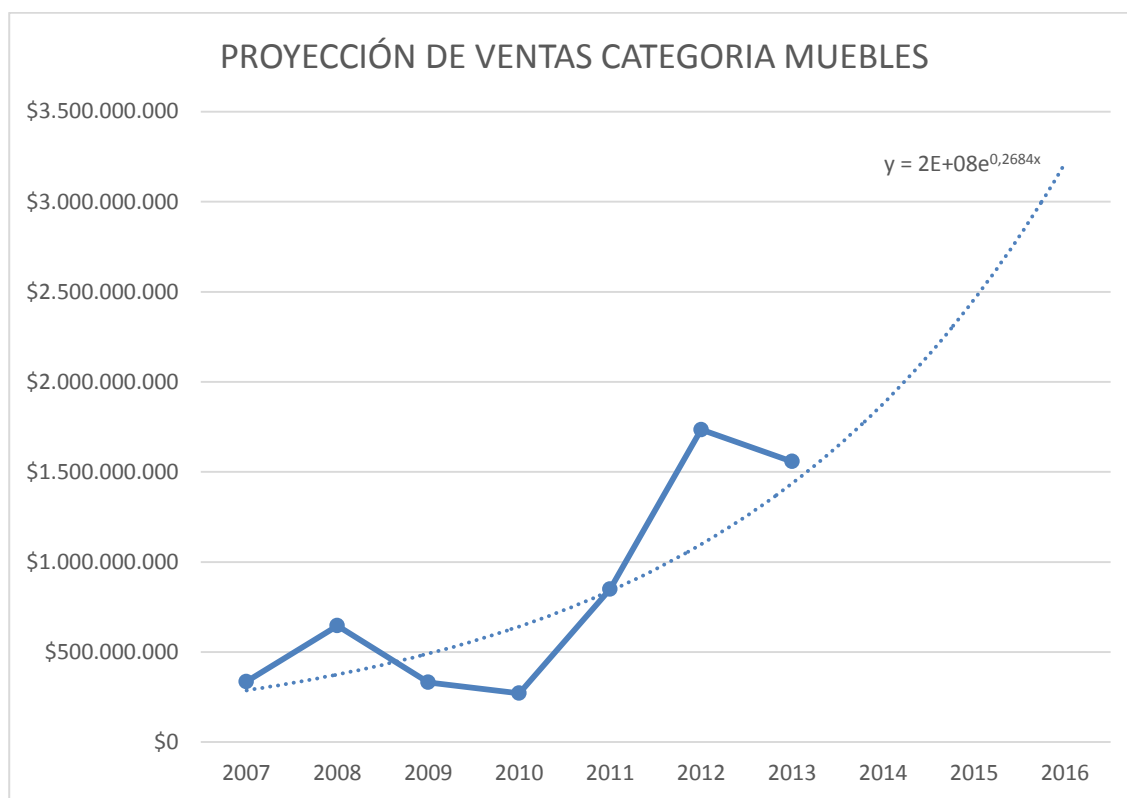
Este comportamiento se da bajo la ecuación de tendencia exponencial:

Ecuación 4. Tendencia exponencial categoría muebles.

$$y = 2E + 08e^{0,2684x}$$

A partir de esta ecuación se puede obtener la proyección de ventas de la categoría muebles para los períodos 2014 a 2016. Dicha proyección muestra que se tendrá un crecimiento durante estos años en proporción constante a lo largo del tiempo como se muestra en la ilustración 10, factor que es determinante para la adquisición de la nueva máquina.

Ilustración 10. Proyección de ventas categoría de muebles.



Fuente: Los autores.

Para la propuesta se analizarán, de igual forma, los 8 factores principales aportados por Muther para la distribución de planta quienes argumentarán la viabilidad de la propuesta en estudio.

7.1. Materiales

Dentro de un sistema productivo, el factor material tiene una gran relevancia a la hora de la organización del ciclo de producción.

El proceso de fabricación de una unidad de producto, una vez los planos están aprobados por el área de diseño, inicia con el área de corte. En esta área cada pequeña pieza que compone el mueble, es trazado sobre el material de acuerdo a las medidas requeridas y a la utilización que se le dará en el armado final del producto.

Para realizar dichos cortes, es necesario hacer uso de diferentes herramientas las cuales están descritas en la situación actual. Sin embargo, con la implementación de la máquina CNC, se cuenta con una unidad productiva adicional que pretende brindar un aumento en la capacidad de producción y a su vez, la modernización de los procesos y la mejora en la calidad de los productos.

Cada tipo de material presenta características específicas que deben ser tenidas en cuenta cuando se pretende realizar el paso de corte. Pero independiente a esto, todos los materiales deben ser trasladados de un equipo a otro de tal forma que se efectúen los cortes adecuados de cada pieza.

El uso de insumos durante el enchape del mueble se convierten vitales para que pueda darse el acabado deseado al producto, por tanto se requerirán de los mismos materiales e insumos de los que se ha hablado en la identificación del proceso actual.

El ensamble y armado de piezas continúa el proceso, allí se unen todas las piezas para formar la estructura deseada a partir de los planos mecánicos. Aún se siguen usando los mismos insumos como los son la tornillería y las grapas. Sin embargo, con el aumento de la capacidad productiva, se aumentará en la cantidad de materiales e insumos requeridos en una producción normal mensual.

Una vez finalizados el ensamble se hacen los acabados para el producto, con el fin de obtener un producto de calidad, con las características específicas planeadas. Paso seguido, el mueble se empaca y se almacena hasta el momento de su instalación final con el cliente.

7.2. Maquinaria

En la actualidad, la carrera competitiva de las organizaciones ha desatado un auge en los procesos de modernización de sus sistemas de producción. ID Industrial no es ajena a esta situación, la modernización se ha convertido en un elemento beneficioso para la organización,

pues con él se pretende aumentar la capacidad de producción, mejorar la calidad de los productos, aumentar la tecnificación de los procesos y crear células flexibles que permitan una efectiva reacción frente a cambios bruscos en la producción.

Como se ha mencionado anteriormente, el proceso de producción presenta una etapa de corte de materiales. De la misma manera, se ha mencionado que los materiales presentan características específicas a tener en cuenta para efectuar los cortes.

En su mayoría, la materia prima más usada corresponde a los materiales de madera, como el MDF, tablex y RH entre otros. Este material de acuerdo a sus dimensiones requiere cortes en las máquinas de sierra circular, acolilladora, sinfín, planeadora y ruteadora. Cada máquina otorga ciertas especificaciones al material de acuerdo a las solicitudes entregadas.

La máquina CNC, dentro de sus ventajas, presenta la de cumplir las funciones de sierra circular, acolilladora, sinfín, planeadora y rutadora al mismo tiempo. Esta máquina presenta una superficie con espacio para trabajar láminas de hasta 188 X 244 cms, es decir, puede trabajar sobre láminas completas sin necesidad de valerse de otra herramienta. Ver anexo 10.15, Ficha técnica máquina router CNC.

La máquina funciona con un área propia de operación, en la cual se cuenta con un equipo de cómputo que presenta el software para lograr dirigir los cortes sobre algún material. Dentro del sistema de distribución se considera el área de operación y el área de corte de la máquina CNC como una sola área productiva, pues una no puede apartarse de la otra, como se puede identificar en el anexo 10.16.

7.3. Hombre

La ordenación de las áreas de trabajo y del equipo de manera económica para el trabajo, permite asegurar y satisfacer no sólo a la organización sino a los empleados. La reducción de los costos de producción, se ven reflejados en factores como:

A. Seguridad de trabajadores: la modernización de los procesos productivos permiten que la mano de obra disminuya los peligros que el mismo proceso presenta. No sólo es aplicar técnicas de seguridad industrial, sino también es tener en cuenta que varias de las actividades riesgosas pueden ser reemplazadas en procesos tecnológicos con máquinas que realicen dichas actividades y sólo requieran un seguimiento y control.

B. Armonía del personal: la propuesta de distribución en planta permitirá que las actividades a desarrollar se logren en ambientes agradables. Junto con la aplicación de técnicas de gestión, como las “5 S”, el ambiente de trabajo mantendrá un orden, lo cual repercute en el aprovechamiento de todos los recursos, desde la MP hasta la disposición de las personas para lograr el trabajo con calidad.

C. Disminución de retrasos o reprocesos: Incluso en la organización más pequeña, una buena distribución de planta logra que el sistema productivo se mantenga de tal forma que a medida que se realizan las actividades de producción, se logra mantener una estabilidad entre los tiempos de cada una y los recorridos por los que debe pasar la MP para ser transformada en un producto final.

7.4. Movimiento

Dentro del sistema de producción se consideran 6 áreas fundamentales:

1. Corte
2. Enchape
3. Ensamble
4. Acabados
5. Empaque
6. Almacenaje

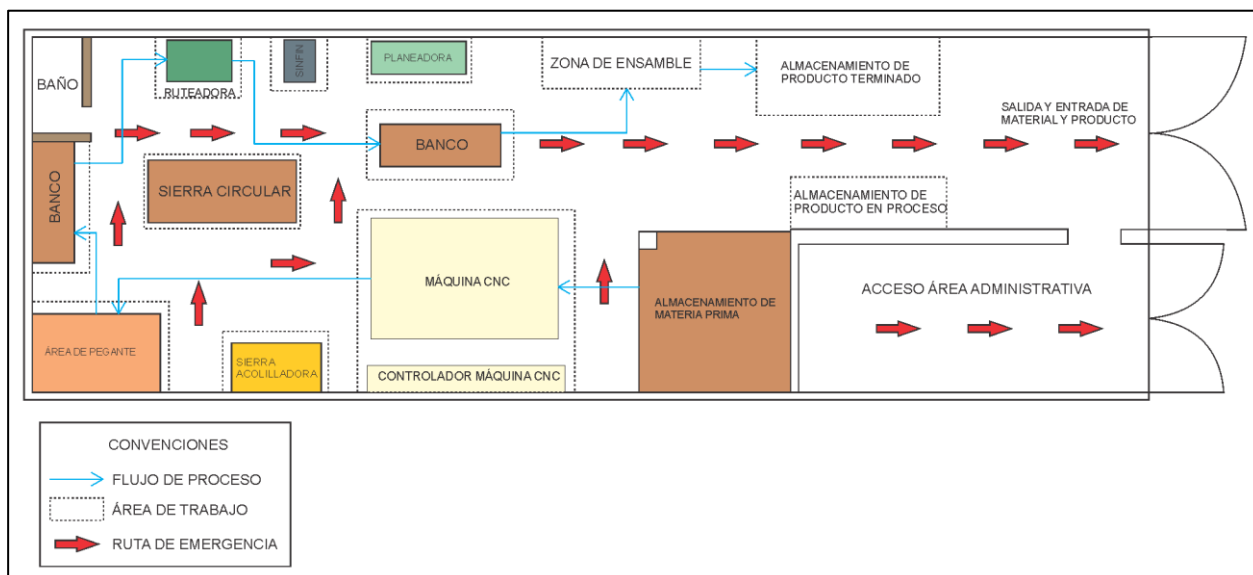
Pegante	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	12,11	0
Banco de trabajo	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
	0	0	6,07	0	0	0	3,17	0	0	9,34
Zona de Embalaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Los autores.

En la tabla 18 se incorpora la nueva máquina CNC y con la entrada de esta, aumenta la salida de material al proceso productivo, lo que puede verse representado en mayor capacidad productiva.

A continuación se presenta el diagrama de flujo en dos etapas. La primera de ellas, hace referencia al proceso productivo de un producto de la categoría muebles, haciendo uso de la máquina CNC como se ve reflejado en la ilustración 11. Por tanto, se obtiene una comparación entre los tiempos y movimientos del proceso actual con el proceso propuesto con la CNC.

Ilustración 11. Distribución de planta con movimientos propuesta CNC.



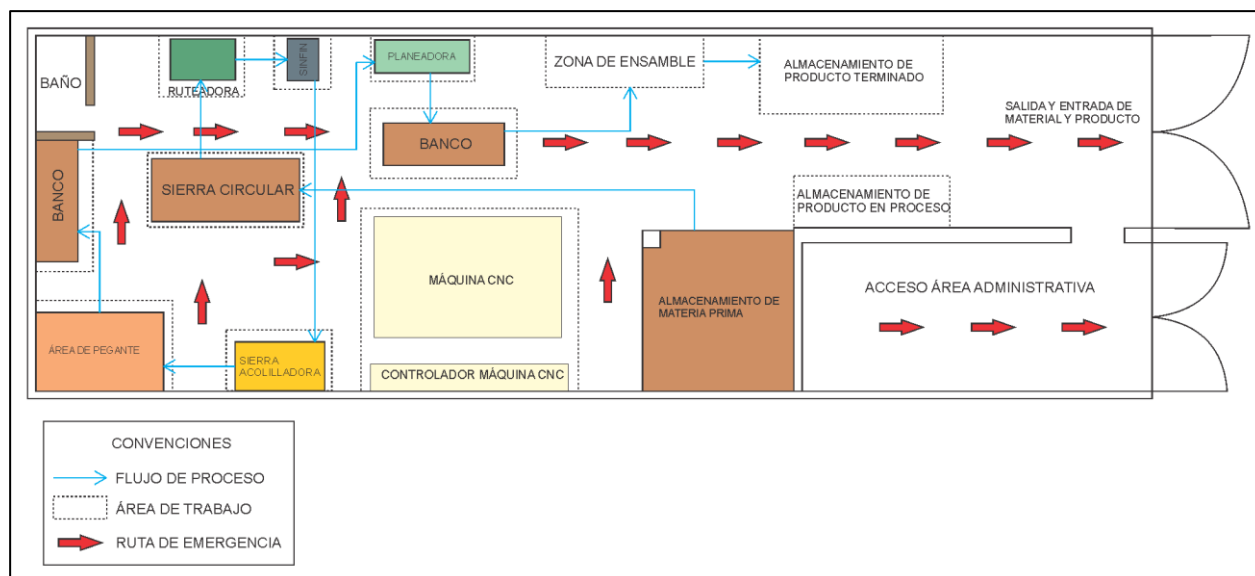
Fuente: Los autores.

Los tiempos de recorrido que se presentan en la tabla 19, se obtienen a partir del análisis realizado a los recorridos y tiempos de la situación actual y la nueva información de las distancias que se observan en la distribución propuesta. Ver anexo 10.17 para hacer análisis técnico.

Los tiempos de trabajo en la máquina CNC, están dados por criterios del fabricante, cuyas instrucciones fueron dadas bajo capacitación al encargado de la nueva máquina. Por su parte, los tiempos de trabajo de las otras máquinas que son utilizadas durante el funcionamiento de la CNC, se mantienen idénticos a los de la situación actual.

En la segunda etapa, se hace una comparación de los mismos movimientos con la misma maquinaria que existe en la actualidad, pero con la nueva distribución como se muestra en la ilustración 12. Los tiempos de trabajo en la maquinaria se tomarán iguales a los que se presentan en la situación actual. Los recorridos dependen del análisis realizado a los tiempos de recorrido en la situación actual, ver anexo 10,18.

Ilustración 12. Distribución de planta con movimientos con maquinaria actual.



Fuente: Los autores

Tabla 19. Diagrama de flujo proceso de producción CNC.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCIÓN ID INDUSTRIAL DISEÑO DE EXHIBICIÓN S.A.S.							
PROCESO: Fabricación de productos categoría muebles con router CNC.				DIAGRAMA No.: 2			
FECHA: Mayo 23 de 2014		HOJA 1 DE 2		ELABORADO POR: A.Guerrero - E.González			
Descripción de la actividad	Movimientos					T (s)	D (m)
	○	□	⇨	⊔	▽		
Actividad	10	3	7	1	1	6331,94	18,44
Tiempo (s)	4957,41	630,06	35,26	705,77	3,44		
Diagrama de flujo							
Descripción de la actividad	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenam.	Tiempos	Recorridos (m)
Recepción de OP	○	□	⇨	⊔	▽	0,95	
Traslado de MP hasta CNC	○	□	⇨	⊔	▽	3,29	1,72
Tendido	○	□	⇨	⊔	▽	3	
Ajuste con software	○	□	⇨	⊔	▽	272	
Corte	○	□	⇨	⊔	▽	362	
Inspección	○	□	⇨	⊔	▽	210,06	
Transporte hasta pegante	○	□	⇨	⊔	▽	8,68	4,54
Aplicación de Incaspray	○	□	⇨	⊔	▽	416,56	
Secado	○	□	⇨	⊔	▽	705,77	
Transporte hasta armado	○	□	⇨	⊔	▽	4,13	2,16
Enchape	○	□	⇨	⊔	▽	1665,22	
Inspección	○	□	⇨	⊔	▽	210,00	
Transporte hasta ruteadora	○	□	⇨	⊔	▽	5,68	2,97
Corte en ruteadora	○	□	⇨	⊔	▽	111,10	
Transporte hasta armado	○	□	⇨	⊔	▽	6,52	3,41
Armado	○	□	⇨	⊔	▽	1512,62	
Acabados	○	□	⇨	⊔	▽	537,08	
Inspección	○	□	⇨	⊔	▽	210,00	
Transporte hasta embalaje	○	□	⇨	⊔	▽	4,84	2,53

DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCIÓN ID INDUSTRIAL DISEÑO DE EXHIBICIÓN S.A.S.						
PROCESO: Fabricación de productos categoría muebles con router CNC.				DIAGRAMA No.: 2		
FECHA: Mayo 23 de 2014	HOJA 2 DE 2			ELABORADO POR: A.Guerrero - E.González		
Embalaje	○	□	⇒	⊐	▽	76,88
Transporte hasta almacén	○	□	⇒	⊐	▽	2,12
Almacén	○	□	⇒	⊐	▽	3,44

Fuente: Los autores.

Tabla 20. Comparativo entre movimientos de flujo maquinaria actual vs CNC.

Proceso	Núm. de mov.					T (s)	D (m)
	○	□	⇒	⊐	▽		
Actual	12	5	10	2	1	7347,97	39,53
Propuesto con CNC	10	3	7	1	1	6331,94	18,44
Diferencia	2	2	3	1	0	1015,30	21,09

Fuente: Los autores.

De acuerdo a la tabla 20, se encuentra que los mejoramientos en cuanto a tiempos de producción promedio superan los 16,5 minutos, lo cual en producciones de alto tráfico, puede llegar a representar horas de aprovechamiento de la capacidad productiva.

Por otra parte, las distancias de desplazamiento presentan un mejoramiento de más de 21 metros de recorrido, es decir que el aprovechamiento de los recursos tanto tecnológicos como humanos se reflejará en un aumento de la productividad.

Ahora bien, como se observa en la tabla 21 y 22, al comparar los tiempos y movimientos del proceso productivo actual, (máquinas sinfín, planeadora, sierra circular y acolilladora) con la distribución propuesta, se presenta también una mejora tanto de tiempos como de distancias de recorrido, con una disminución de 8 minutos en el proceso general y de más de 10 metros de recorrido, lo cual favorece a la productividad de la organización, el bienestar del personal y al proceso de producción en general.

Tabla 21. Diagrama de flujo proceso de producción con distribución propuesta.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCIÓN ID INDUSTRIAL DISEÑO DE EXHIBICIÓN S.A.S.							
PROCESO: Fabricación de productos categoría muebles nueva distribución.				DIAGRAMA No.: 3			
FECHA: Mayo 23 de 2014		HOJA 1 DE 2		ELABORADO POR: A.Guerrero - E.González			
Resumen	○	□	⇨	⊖	▽	T (s)	D (m)
Actividades	12	4	10	1	1		
Tiempo (s)	5210,03	887,25	54,28	705,77	3,44	6860,77	28,4
Diagrama de flujo							
Descripción de la actividad	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenamiento	Tiempos (s)	Recorridos (m)
Recepción de OP	○	□	⇨	⊖	▽	0,95	
Traslado de MP hasta trazo	○	□	⇨	⊖	▽	14,49	7,58
Trazo	○	□	⇨	⊖	▽	601,11	
Corte en sierra circular	○	□	⇨	⊖	▽	50,37	
Inspección	○	□	⇨	⊖	▽	190,80	
Transporte hasta ruteadora	○	□	⇨	⊖	▽	3,00	1,57
Corte en ruteadora	○	□	⇨	⊖	▽	111,10	
Transporte hasta sinfín	○	□	⇨	⊖	▽	1,91	1
Corte en sinfín	○	□	⇨	⊖	▽	6,22	
Transporte hasta acolilladora	○	□	⇨	⊖	▽	9,52	4,98
Corte en acolilladora	○	□	⇨	⊖	▽	150,03	
Inspección	○	□	⇨	⊖	▽	199,80	
Transporte hasta pegante	○	□	⇨	⊖	▽	2,66	1,39
Aplicación de Incaspray	○	□	⇨	⊖	▽	416,56	
Secado	○	□	⇨	⊖	▽	705,77	
Transporte hasta armado	○	□	⇨	⊖	▽	2,48	1,30
Enchape	○	□	⇨	⊖	▽	1665,22	
Inspección	○	□	⇨	⊖	▽	263,40	
Armado de piezas	○	□	⇨	⊖	▽	1512,62	
Transporte hasta planeadora	○	□	⇨	⊖	▽	12,33	6,45

DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCIÓN ID INDUSTRIAL DISEÑO DE EXHIBICIÓN S.A.S.							
PROCESO: Fabricación de productos categoría muebles nueva distribución.				DIAGRAMA No.: 3			
FECHA: Mayo 23 de 2014		HOJA 2 DE 2		ELABORADO POR: A.Guerrero - E.González			
Diagrama de flujo							
Descripción de la actividad	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenamiento	Tiempos (s)	Recorridos (m)
Corte en planeadora	○	□	⇒	⊐	▽	81,89	
Transporte hasta acabados	○	□	⇒	⊐	▽	1,87	0,98
Acabados	○	□	⇒	⊐	▽	537,08	
Inspección	○	□	⇒	⊐	▽	233,25	
Transporte hasta embalaje	○	□	⇒	⊐	▽	3,90	2,04
Embalaje	○	□	⇒	⊐	▽	76,88	
Transporte hasta almacén	○	□	⇒	⊐	▽	2,12	1,11
Almacén	○	□	⇒	⊐	▽	3,44	

Fuente: Los autores.

Tabla 22. Resumen de tiempos y movimientos situación actual Vs. situación propuesta.

Proceso	Núm. de mov.					T (s)	D (m)
	○	□	⇒	⊐	▽		
Actual	12	5	10	2	1	7347,97	39,53
Propuesto	12	4	10	1	1	6860,77	28,40
Diferencia	0	1	0	1	0	486,47	11,13

Fuente: Los autores.

De acuerdo a la distribución propuesta (ver anexo 10.16), se contará con los elementos de la tabla 23 para brindar la nueva capacidad:

Tabla 23. Consideraciones de capacidad de planta proyectada.

Consideración	Cantidad
Sitios de trabajo	7
Horas de trabajo	9
Turnos	1
Líneas de producción	1
Productos (tipos y cantidades)	1
Unidades tecnológicas	5

Fuente: Los autores.

Sumada a la capacidad actual, se debe tener en cuenta que la operación de la máquina nueva aumenta el flujo de material. De acuerdo al comportamiento de la producción de los años 2011 a 2013, se puede considerar que para el 2014 las unidades de muebles a producir serán de 244 unidades al año, lo anterior haciendo uso solamente de la maquinaria sin la CNC, como se observa en la tabla 24 e ilustración 13. Por tanto, la tasa de producción corresponde al valor de las unidades fabricadas mensuales, es decir 18,5 unidades mensuales.

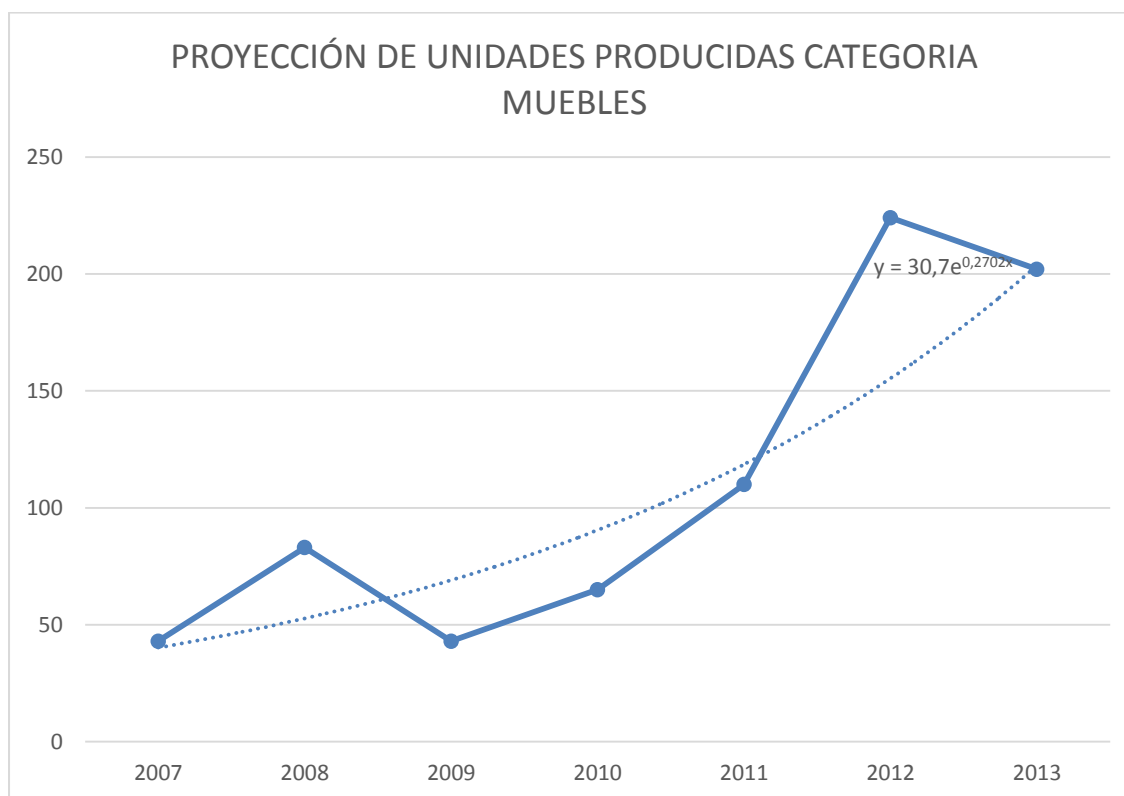
Tabla 24. Proyección de unidades producidas por año.

Año	Total Unidades producidas	Tendencia
2007	43	40
2008	83	48
2009	43	63
2010	65	83
2011	110	109

2012	224	142
2013	202	186
2014		244

Fuente: ID Industrial Diseño de Exhibición S.A.S.

Ilustración 13. Proyección de unidades producidas por año.



Fuente: Los autores.

Teniendo en cuenta la información consignada en las tablas 20 y 22, se puede inferir que el tiempo de producción haciendo uso de la máquina CNC, corresponde a 1,75 horas, mientras que haciendo uso únicamente de la maquinaria actual con la distribución propuesta, se tiene el tiempo de producción de un producto correspondiente a 1,90 horas por mueble, es decir que en promedio se tiene que la producción de 1 producto será de 1,82 horas.

De acuerdo a la ecuación 1 se tiene:

$$C_i = (7 \times 9 \times 229) - (7 \times 48) = 14091 \text{ horas/periodo}$$

$$C_i = \frac{14091}{229} \div 1,82 = 33,8 \text{ unds/día}$$

La capacidad disponible se despeja de la ecuación 2, teniendo presente que ahora que la producción aumentará, la disponibilidad de personal disminuye debido a los montajes o instalaciones a las que hayan requerimiento, es decir, se considera que se tendrá una persona enfocada primordialmente a este tema por lo cual 2061 horas al año no trabajará en la planta:

$$C_d = (7 \times 9 \times 1 \times 229) - ((7 \times 48) + 2061) = 12030 \text{ horas/periodo}$$

$$C_d = \frac{12030}{229} \div 1,82 = 28,86 \text{ unds/día}$$

Tabla 25. Capacidad de planta esperada.

Tipo de capacidad	Valor
Instalada	33 unds/día
Disponible	28 unds/día

Fuente: Los autores.

Los resultados relacionados en la tabla 26, conduce a demostrar que la planta aumentará su capacidad para la producción de muebles. Sin embargo se debe mantener una producción elevada para que la capacidad utilizada sea comparablemente mayor al resultado obtenido en la situación actual.

Tabla 26. Comparativo de capacidades.

Tipo de capacidad	Valor actual	Valor esperado	Diferencia
Instalada	25 unds/día	33 unds/día	8 unds/día
Disponible	22 unds/día	28 unds/día	6 unds/día

Fuente: Los autores.

7.5. Espera

A comparación con la situación actual, la selección de material ya no es causa de demora para la propuesta dada. La tecnificación y modernización del proceso, permite que no sólo el área de producción tengas beneficios, desde el área de compra de materiales, se puede garantizar que la calidad de los materiales, esté acorde a los requerimientos solicitados.

En la propuesta, sigue evidenciándose una demora en el proceso de secado del pegante que se aplica a la materia prima, esta es inherente al proceso, debido a que se requiere lograr el punto adecuado de fijación entre superficies para obtener un acabado con calidad.

7.6. Servicio

Gracias a la distribución propuesta, la respuesta a los servicios Post-venta presentan una disminución de tiempo, es decir que se puede brindar esa atención de una manera más ágil y eficaz.

La satisfacción al cliente es un objetivo de competitividad permanente para la compañía, es necesario mantener al cliente satisfecho para lograr retención del mismo y así contar con nuevos proyectos.

7.7. Edificio

Este elemento hace parte fundamental para que los sistemas de distribución de planta tengan una adaptabilidad y un aseguramiento de beneficios dentro de la producción. Dentro del sistema propuesto, no se consideran cambios locativos a la planta, por consiguiente solamente se plantea el aprovechamiento de todos los espacios para garantizar que el proceso productivo se mantenga.

El área general de la planta se muestra en el anexo 10.16, representado en 144.13 m² con un aprovechamiento de más de 20 m² productivos, utilizados en la organización y definición precisa de las áreas de embalaje y almacenamiento de producto terminado y producto en proceso.

Tabla 27. Descripción de áreas de ocupación esperada.

ITEM	PROCESO	ÁREA OCUPADA (m²)
1	Ruteadora	0,95
2	Acolilladora	1,59
3	Sinfín	0,48
4	Sierra circular	3,38
5	Planeadora	1,13
6	CNC	12,408
7	Almacén de materia prima	8,84
8	Pegante	3,64
9	Banco de trabajo	3,68
10	Zona de embalaje	3
11	Almacenamiento de producto terminado	5,25
12	Almacenamiento de producto en proceso	3
	Total áreas de tránsito y baño	75,65
	Total área administrativa	21,14
	Total área producción	47,34

Fuentes: Los autores.

De acuerdo a la información dada en la tabla 27, se obtienen las siguientes diferencias entre la situación actual y la propuesta como se observa en la tabla 28:

Tabla 28. Comparativo de áreas de ocupación.

	Situación actual	Situación propuesta
Total áreas de tránsito y baño	94,02	75,65
Total área administrativa	21,14	21,14
Total área producción	28,97	47,34

Fuente: Los autores.

Las áreas de producción se obtienen a partir de las medidas de ocupación que cada máquina y área representa. Por otra parte el área administrativa es un área definida en los planos técnicos como se pueden ver en los anexos 10.8 y 10.16. La diferencia que queda de entre las anteriores áreas, con el área total de la planta, representa el área total de tránsito y baños.

El área utilizada para la producción de la compañía, respecto a la situación actual, en la situación propuesta presenta un aumento de casi dos veces su área. Lo anterior representa un aprovechamiento más efectivo del área de la planta, lo cual puede verse reflejado en un flujo de producto más alto y a su vez, un aumento considerable de las condiciones de capacidad de la empresa.

7.8. Cambio

Como se demostró en la tabla 17 e ilustración 10, se proyecta que las ventas de los productos vayan en aumento año tras año. Este elemento representa la necesidad de cambio tanto en las estrategias administrativas como en las productivas, la adquisición de la máquina CNC es una de ellas.

La implementación de la nueva máquina, hará más productiva la compañía, se requiere no sólo del aprovechamiento de los recursos, sino del compromiso de todos los elementos de la

organización para hacer de esta una ventaja competitiva en el negocio. Por tanto y debido a esta proyección de ventas, los modelos de gestión deben ser adaptables a las necesidades del negocio y a las soluciones que como proveedores de un cliente se deben asumir. A continuación se presentan los objetivos de producción:

Mejorar los KPI del sistema productivo teniendo en cuenta el sistema productivo actual vs el propuesto.

Metas:

1. Disminuir el tiempo de fabricación al 50% del tiempo actual vs el propuesto.
2. Disminuir en un 50% las distancias de recorrido del sistema actual vs el propuesto.
3. Definición de indicadores:

Ecuación 5. KPI Tiempo de fabricación.

$$KPI \text{ Tiempo de fabricación} = \frac{\text{tiempo propuesto}}{\text{tiempo actual}} \times 100$$

Frecuencia semestral.

$$\text{semestre 1} = \frac{6331}{7347} \times 100 = 86\%$$

$$\frac{\text{área propuesta}}{\text{área actual}} = \frac{18,44}{39,53} \times 100 = 46\%$$

Otros KPI propuestos:

Meta:

1. Minimizar las horas planificadas en cada período de producción.

$$\frac{\text{cantidad de horas hombre planeadas}}{\text{cantidad de unidades producidas}} = \frac{9}{22} = 0,40 \text{ HH/und}$$

7.9. Análisis de costos

La adquisición de la máquina presenta un costo de \$ 56.000.000, los cuales deben ser financiados por parte de una entidad financiera. En la tabla 29 se presenta el plan de amortización del pago, teniendo en cuenta que la tasa de interés será del 25% anual y se diferirá a 24 meses.

Tabla 29. Plan de amortización de pagos crédito.

PERIODO DE PAGO	APORTE A CAPITAL	INTERES	PRIMA DE SEGURO	VALOR CUOTA	NUEVO SALDO
0					\$56.000.000
1	\$ 1.822.138	\$ 1.166.666,67	\$ 22.400,00	\$ 3.011.205,14	\$ 54.177.862
2	\$ 1.860.100	\$ 1.128.705,45	\$ 21.671,14	\$ 3.010.476,28	\$ 52.317.762
3	\$ 1.898.852	\$ 1.089.953,37	\$ 20.927,10	\$ 3.009.732,24	\$ 50.418.910
4	\$ 1.938.411	\$ 1.050.393,96	\$ 20.167,56	\$ 3.008.972,70	\$ 48.480.499
5	\$ 1.978.795	\$ 1.010.010,39	\$ 19.392,20	\$ 3.008.197,34	\$ 46.501.704
6	\$ 2.020.020	\$ 968.785,50	\$ 18.600,68	\$ 3.007.405,82	\$ 44.481.685
7	\$ 2.062.103	\$ 926.701,76	\$ 17.792,67	\$ 3.006.597,81	\$ 42.419.581
8	\$ 2.105.064	\$ 883.741,27	\$ 16.967,83	\$ 3.005.772,97	\$ 40.314.517
9	\$ 2.148.919	\$ 839.885,78	\$ 16.125,81	\$ 3.004.930,94	\$ 38.165.598
10	\$ 2.193.689	\$ 795.116,62	\$ 15.266,24	\$ 3.004.071,38	\$ 35.971.909
11	\$ 2.239.390	\$ 749.414,78	\$ 14.388,76	\$ 3.003.193,90	\$ 33.732.519
12	\$ 2.286.044	\$ 702.760,81	\$ 13.493,01	\$ 3.002.298,14	\$ 31.446.475
13	\$ 2.333.670	\$ 655.134,89	\$ 12.578,59	\$ 3.001.383,73	\$ 29.112.804
14	\$ 2.382.288	\$ 606.516,76	\$ 11.645,12	\$ 3.000.450,26	\$ 26.730.516
15	\$ 2.431.919	\$ 556.885,75	\$ 10.692,21	\$ 2.999.497,34	\$ 24.298.597

16	\$ 2.482.584	\$ 506.220,77	\$ 9.719,44	\$ 2.998.524,58	\$ 21.816.012
17	\$ 2.534.305	\$ 454.500,26	\$ 8.726,40	\$ 2.997.531,54	\$ 19.281.707
18	\$ 2.587.103	\$ 401.702,24	\$ 7.712,68	\$ 2.996.517,82	\$ 16.694.605
19	\$ 2.641.001	\$ 347.804,26	\$ 6.677,84	\$ 2.995.482,98	\$ 14.053.604
20	\$ 2.696.022	\$ 292.783,41	\$ 5.621,44	\$ 2.994.426,58	\$ 11.357.582
21	\$ 2.752.189	\$ 236.616,29	\$ 4.543,03	\$ 2.993.348,17	\$ 8.605.393
22	\$ 2.809.526	\$ 179.279,02	\$ 3.442,16	\$ 2.992.247,29	\$ 5.795.867
23	\$ 2.868.058	\$ 120.747,23	\$ 2.318,35	\$ 2.991.123,48	\$ 2.927.809
24	\$ 2.927.809	\$ 60.996,02	\$ 1.171,12	\$ 2.989.976,26	\$ 0

Fuente: Los autores.

Adicional a lo anterior, se deben tener en cuenta los costos directos de producción así:

A. Costos de materias primas proyectados.

De acuerdo al proveedor de la máquina CNC, una producción normal permite el corte entre 5 y 15 láminas de material en una jornada de 8 horas de trabajo continuas, dependiendo de la dificultad del diseño. Se tendrán en cuenta los valores normales de producción actual y los valores únicamente de lo producido con la máquina como se observa en la tabla 30.

Tabla 30. Hoja de costos de Materia Prima e Insumos proyectados.

HOJA DE COSTOS						
Nombre del Producto	Exhibidor en madera producción mensual proyectada		Unidad de Costeo:			Unidad
MATERIA PRIMA	UNIDAD DE COMPRA	COSTO POR UNIDAD	UND ACT	UND CNC	TOTAL UND MES	COSTO TOTAL MES
MDF	Lámina	\$ 79.197	2,80	5	83,4	\$ 6.665.078

Fórmica	Lámina	\$ 82.654	4,85	8,66	144,46	\$ 11.940.197
Incaspray	Galón	\$ 25.139	0,54	0,97	16,09	\$ 404.487
Tornillería	Unidad	\$ 10	367,00	655,36	10931,36	\$ 109.314
Grapa	Millar	\$ 7.250	5,00	8,93	148,93	\$ 1.079.743
Bisagras	Par	\$ 5.750	8,25	14,73	245,73	\$ 1.412.948
Limpiador	Kilo	\$ 5.740	0,61	1,08	18,16	\$ 104.238
Vinipel	Rollo	\$ 20.786	0,35	0,62	10,42	\$ 216.590
Cartón	Kilo	\$ 1.850	35,55	63,48	1058,88	\$ 1.958.928
TOTAL COSTOS						\$ 23.891.521

Fuente: Los autores

B. Costos de mano de obra directa a producción proyectados.

Tabla 31. Costo de Mano de Obra por producción proyectado.

Tipo de cargo	Cantidad	Salario mensual	Auxilio transporte	Salario total
Jefe de producción	1	\$ 1.200.000	\$ 72.000	\$ 1.272.000
Jefe ebanista	1	\$ 1.100.000	\$ 72.000	\$ 1.172.000
Auxiliar	1	\$ 750.000	\$ 72.000	\$ 822.000
Almacenista	1	\$ 850.000	\$ 72.000	\$ 922.000
Operario CNC	1	\$ 850.000	\$ 72.000	\$ 922.000
Operario	6	\$ 616.000	\$ 72.000	\$ 4.128.000
TOTALES				\$ 9.238.000

Fuente: Los autores.

C. Costo por parafiscales relacionados a la mano de obra directa.

Tabla 32. Costos por parafiscales proyectado.

Tipo de cargo	Cantidad	Salario mensual	Pensiones 12%	ARP 6,96	Caja compensacion 4%
Jefe de producción	1	\$1.200.000	\$ 144.000	\$ 83.520	\$ 48.000
Jefe ebanista	1	\$1.100.000	\$ 132.000	\$ 76.560	\$ 44.000
Auxiliar	1	\$ 750.000	\$ 90.000	\$ 52.200	\$ 30.000
Almacenista	1	\$ 850.000	\$ 102.000	\$ 59.160	\$ 34.000
Operario CNC	1	\$ 850.000	\$ 102.000	\$ 59.160	\$ 34.000
Operario	6	\$3.696.000	\$ 443.520	\$ 257.244	\$ 147.840
			\$1.013.520	\$ 587.844	\$ 337.840

Fuente: Los autores

Se debe tener en cuenta que para el año 2014 la empresa no tiene gastos por concepto de salud, SENA e ICBF.

D. Costo por mantenimiento de maquinaria

Las políticas internas de trabajo de la compañía no cambian, se establecerá que se deba hacer mantenimiento a la maquinaria mensualmente, sin embargo la reserva corresponderá a \$370.000, adicionando el mantenimiento de la CNC con el proveedor directo.

E. Costo por dotación de ley proyectado.

Tabla 33. Costo por dotación de producción proyectado.

Tipo de dotación	Cantidad	Costo unitario	Frec. Dotacion mes
Calzado	8	\$ 45.200	1
Vestido de labor	8	\$ 52.300	1

Tapabocas	24	\$ 150	2
Tapa oídos	16	\$ 1.100	1
Guantes	40	\$ 17.800	2
TOTAL			\$ 2.228.800

Fuente: Los autores.

F. Costo por consumo de servicios públicos esperado.

El proveedor de la máquina CNC, afirma que el consumo de energía que requiere la máquina con una producción normal de 8 horas/día, mensualmente corresponde a 120 Kwh, por tanto:

Tabla 34. Costo Servicios Públicos proyectado.

Tipo de servicio	Und	Valor und	Consumo mes	Valor consumo mes
Energía eléctrica	kWh	\$ 305	331,75	\$ 101.184
Agua	m ³	\$ 1.991	3,2	\$ 6.371
Totales Promedio Mes				\$ 107.555

Fuente: Los autores.

De acuerdo a la información anterior, el costo mensual de mantener la producción en punto corresponde a:

Tabla 35. Resumen de costos proyectados.

RESUMEN DE COSTOS	
TOTAL COSTOS MP	\$ 23.891.521
TOTAL COSTOS MO	\$ 9.238.000
TOTAL CIF	\$ 4.645.559
TOTAL COSTO	\$ 37.775.080

Fuente: Los autores.

El aumento del total de los costos se hace identificable en la comparación realizada en la tabla 36, donde están los costos de la situación actual y los esperados:

Tabla 36. Comparativo de costos.

TOTAL COSTO ACTUAL	TOTAL COSTO ESPERADO	TOTAL DIFERENCIA
\$ 28.597.484	\$ 37.775.080	\$ 9.177.596

Fuente: Los autores.

A pesar que se observa un aumento de más de 9 millones de pesos mensuales en el costo de mantener a punto la planta, no se debe considerar un aumento innecesario o inesperado, debido a que tanto la maquinaria actual como la CNC se encuentran trabajando, la producción aumenta tal como se demostró en la tabla 24.

8. CONCLUSIONES FINALES

El mundo en que vivimos es competitivo a nivel industrial, razón por la cual las tecnologías avanzadas presentan cada vez más mayor atractivo para los trabajadores industriales, ante esta situación los métodos tradicionales para reducir costos no son suficientes para enfrentar las exigencias de competitividad del mercado.

En la actualidad todas las empresas han decidido emprender el camino de la modernización, ID Industrial Diseño de Exhibición SAS, no es la excepción, esta pequeña empresa ha decidido arriesgarse incorporando en su proceso productivo una nueva máquina CNC que no solo moderniza los procesos, sino también abre la brecha en el mundo moderno industrializado, adicionalmente permite el convencimiento y motivación de todos los colaboradores que ya están mentalizados, no solo en el progreso de la compañía, sino en el progreso de cada uno de ellos.

La “propuesta de mejoramiento de un sistema de distribución de planta” para la empresa ID Industrial Diseño de Exhibición SAS, permite organizar, definir, implementar y mantener un sistema productivo eficiente y rentable para la organización. Además aporta a la toma de conciencia de los colaboradores en cuanto a la planificación de sus actividades, así como a los deberes que tienen respecto al cuidado y manejo de las máquinas y/o herramientas que disponen en el proceso productivo.

Además la distribución en planta agiliza los procesos y el flujo de entradas y salidas, contribuyendo al cuidado y limpieza de todas las áreas de la organización; permite comprender que la puesta en marcha de dicha propuesta requiere de la responsabilidad y el enriquecimiento de las tareas del personal productivo, la revisión de las funciones de todos los miembros internos y externos a la empresa, la colaboración de los proveedores, la simplicidad en la organización industrial y en la concepción de la modernización.

8.1. Recomendaciones

Realizar la implementación de las 5S en las organizaciones es una herramienta útil, pues optimiza los procesos y garantiza que los puestos de trabajo estén limpios, organizados y listos para el desarrollo de las actividades.

La tabla 37 permite identificar la aplicación a cada “S”, en la compañía ID Industrial:

Tabla 37. Aplicación de las 5 "S" en ID Industrial.

5`S	1	2	3
CLASIFICAR	Separar lo que es útil de lo inútil	Clasificar las cosas útiles	Revisar y establecer las normas de orden
ORDEN	Tirar lo que es inútil	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Colocar a la vista las normas así definidas
LIMPIEZA	Limpiar las Instalaciones	Localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	Buscar las causas de suciedad y poner remedio a las mismas
ESTANDARIZAR	Eliminar lo que no es higiénico	Determinar las zonas sucias	Implantar las gamas de limpieza
DISCIPLINA	Acostumbrarse a aplicar las 5`s en el equipo de trabajo y respetar los procedimientos en el lugar de trabajo		

La aplicación de las 5`S permite dentro de la organización:

A nivel de las personas garantizar:

- Mayor seguridad
- Higiene correcta
- Ambiente agradable
- Facilidad de inspección

A nivel del entorno:

- Disminución de riesgo de incendio
- Disminución de pérdidas de tiempo debido a falta de organización
- Facilidad para consultar los documentos técnicos
- Entorno agradable

A nivel de las instalaciones:

- Facilidad de control de niveles, fugas, obstáculos, etc.
- Menos incidentes debidos a depósito de grasa y suciedad
- Eliminación de pequeñas averías
- Disminución de desperdicios y problemas de calidad

A nivel de rendimiento:

- Disminución de tiempos muertos
- Eleva confiabilidad de equipos y herramientas

A nivel de calidad:

- Disminuye errores en trabajos
- Mejora la imagen ante el cliente

8.2. Conclusión general

1. El diseño y la redistribución se soportó a partir de análisis de capacidad, tiempos y movimientos y análisis de factores.
2. Por medio del análisis de tiempos se pudo determinar que el área de producción aumenta del sistema actual al propuesto por más de 18 m², viéndose disminuido el área sin aprovechar utilizada solamente como flujo de circulación y baños; sin embargo la mejora del sistema productivo más significativa, consistió en la disminución de operaciones comparados entre el sistema actual y el sistema sólo con CNC con 2 operaciones menos, la disminución de tiempos por un total de 1015,30 segundos, la disminución de recorridos o transportes de 10 a 7.
3. Se aumentó la capacidad de producción instalada con un total de 33 unidades/día respecto a 25 unds/día que se tienen en la actualidad. De la misma manera se aumentó en 6 Unds/día la capacidad disponible de la planta.
4. Se aplicaron elementos de modernización tales como la implementación de una máquina CNC, y de simplificación como la disminución de recorridos.
5. El análisis de los factores plantados por Muther permiten mejorar el sistema productivo y la distribución plasmado en los planos actual y propuesto.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Cuatrecasas, L. (2009). *Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible. Técnicas de diseño y herramientas gráficas con soporte informático*. Barcelona: Bresca Editorial.
- ✓ Fundación Wikimedia, Inc. (7 de Julio de 2014). *www.wikipedia.com*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/poliestireno>
- ✓ Fundación Wikimedia, inc. (28 de 06 de 2014). *www.wikipedia.org*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/tablero_de_fibra_de_densidad_media
- ✓ Juan Manuel Carrión Delgado. (31 de Octubre de 2011). *Generación Opus Nova*. Obtenido de <http://industrialopusnove.blogspot.com/2011/10/planeacion-y-diseno-de.html>
- ✓ Larousse. (2007). *Diccionario manual de la lengua española*. España: Larousse Editorial, S.L.
- ✓ Manufacturing Terms. (4 de Agosto de 2014). *Definición acrílico*. Obtenido de www.manufacturingterms.com: <http://www.manufacturingterms.com/spanish/acrylic.html>
- ✓ Muther, R. (2000). *Distribución en planta*. México: Hispanoamericana.
- ✓ Niebel, B. W. (1990). *Ingeniería Industrial, métodos, tiempos y movimientos*. México: Editorial Alforomega.
- ✓ Pierre, M. (1995). *Distribución en planta*. España: Ediciones Deusto.
- ✓ Pizano S.A. (2014). *www.pizano.com.co*. Obtenido de <http://www.pizano.com.co/laminas/>
- ✓ Terán, A. (2009). *Estudio comparativo de la productividad del sector metalmecánico*. Barquisimeto: Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre.
- ✓ Vallhonrat, J., & Corominas, A. (1991). *Distirbucióen en planta y manutención*. Barcelona: Marcombo.

Máxima Uniformidad

Descripción del producto

Por sus siglas en inglés Medium Density Fiberboard. Es un tablero de fibras de madera de pino radiata unidas por adhesivos urea-formaldehído. Las fibras de madera son obtenidas mediante un proceso termo-mecánico y unidas con adhesivo que polimeriza mediante altas presiones y temperaturas.

Es un tablero de fibras de densidad media, de baja emisión de formaldehído, categoría E-1. Es el único fabricado pensando en las necesidades y economía de sus usuarios. Está compuesto por capas exteriores de densidad superior a 900 kg/m³ y una capa interior de menor densidad y máxima uniformidad. Sus cualidades se determinan por su perfil de densidad. Esto significa que el panel debe de tener una densidad mayor en las superficies lo que le da mayor dureza y menor absorción de tintas y solventes. La parte central del tablero debe de tener menor densidad y más uniformidad que asegure una óptima funcionalidad.

Datos del Producto

Esposesores y Formatos
Los espesores disponibles son:
- Delgados: 3 mm, 4.7 mm y 5.5 mm
- Gruesos: 9 mm, 12 mm, 15 mm, 18 mm, 25 mm y 30 mm
- Formatos: 1220 mm x 2440 mm

Los espesores y formatos mencionados son los actualmente comercializables, pueden generarse desarmillos ante requerimientos específicos de nuestros clientes.

Recomendaciones de Uso

Excelente piniabilidad y moldurabilidad, que permite excelentes terminaciones, con un importante ahorro de pintura y un menor desgaste de herramientas. La amplia variedad de tableros (gruesos, delgados, desnudos y recubiertos) y su gran versatilidad, hacen que Masisa MDF sea la respuesta a las necesidades de diseñadores, arquitectos e industria del mueble.

	Espesor (mm)	Usos
Delgados	3	Tapa y travesaños de muebles, bases de cajones, marcos aligerados y de construcción (puertas, paredes, etc.)
	4.7	
	5.5	
Gruesos	9	Arsado de elementos no sujetos a peso (cargos de cajones, puertas laterales, aberturas, etc.)
	12	Fabricación de muebles, recubrimientos de carpas, cubiertas de estantes.
	15	
	18	
	25	Muros divisorios, protección mural vs. fuego, cubiertas de muebles, etc.
30		

Los usos mencionados en la tabla no son los únicos, solo se mencionan algunos de los más frecuentes.

Tipos o Clasificación

MDF Delgado

MDF DELGADO		Espesor mm	
Propiedades	Tolerancia	3	4.7
Densidad [kg/m ³]		820±50	770±40
Flexión [N/mm ²]		± 10	45
Tracción [N/mm ²]		± 0.20	1.00
Hinchamiento 24 hr [%]		max. 37	max. 35
			max. 30

Propiedades Falso Mecánicas y Tolerancias

MDF Liviano

Ventajas: -Se puede armar un mueble completamente con este tipo de tablero.
-Buen rendimiento de recubrimientos aplicados.
-Fácil de manipular por su ligereza.
-Ofrece óptimos resultados de moldurado y fresado.
-Menos desgaste de elementos de corte.



10.1. Ficha técnica MDF.

Limitaciones:

-Se debe de estructurar mejor para elementos grandes.
-Se debe recubrir en superficies y cantos.

Propiedades Falso Mecánicas y Tolerancias

MDF LIVIANO		Espesor /mm							
Propiedades	Unidad	Tolerancia	9	12	15	18	25	30	
Densidad	[kg/m ³]	± 25	620	620	620	620	620	620	620
Flexión	[N/mm ²]	± 5	20	28	28	28	27	23	
Tracción	[N/mm ²]	± 0.15	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	
Extracción tornillo canto	[N]	-	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Hinchamiento 24 hr [%]		-	max. 17	max. 15	max. 12	max. 10	max. 10	max. 8	

MDF Ultraliviano

Ventajas:

-Ayuda a aligerar el peso de los muebles.
-Recomendado para elementos diversos rectos (puerta, frentes y cuerpos de cajones, fondos de muebles).
-Por su ligereza es muy fácil de cortar con mínimo desgaste de Herramientas.

Limitaciones:

-Debido a que es un tablero poroso requiere mas pegamento, mayor cantidad de barnices.
-Desprende mucha fibra en procesos de fresado.
-Implica mas detalle de lija.
-No es recomendado para aplicar chapas o laminados con procesos de presión y temperatura.

Propiedades Falso Mecánicas y Tolerancias

MDF ULTRALIVIANO		Espesor mm							
Propiedades	Unidad	Tolerancia	15	18	20	25	30		
Densidad	[kg/m ³]	± 25	520	500	500	500	500	500	
Flexión	[N/mm ²]	± 4	22	20	20	18	18		
Tracción	[N/mm ²]	± 0.15	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
Extracción tornillo canto	[N]	-	min. 550	min. 550	min. 550	min. 550	min. 550		
Hinchamiento 24 hr [%]		-	max. 12	max. 14	max. 10	max. 10	max. 10		
Humedad [%]		± 3	8	8	8	8	8		

MDF Estándar

Ventajas:

-Se fabrican muebles de mayor resistencia
-Recomendado principalmente para cubiertas grandes, repisas para anaqueles y libreros

Limitaciones:

-Tablero pesado.
-Se requieren más mano de obra para su manejo.
-Desgaste mayor en herramientas de corte (sierras, brocas y fresas).

Propiedades Falso Mecánicas y Tolerancias

MDF ESTÁNDAR		Espesor mm							
Propiedades	Unidad	Tolerancia	15	18					
Densidad	[kg/m ³]	± 20	740	720					
Flexión	[N/mm ²]	± 5	30	30					
Tracción	[N/mm ²]	± 0.10	0.80	0.80					
Extracción tornillo canto	[N]	-	min. 1000	min. 1000					
Hinchamiento 24 hr [%]		-	max. 12	max. 12					

Espesor a 0.2 mm
[kg/m³] para los 3 primeros
tableros. Los demás
dentado de los cantos ± 2.0 mm/mm

Nota: Consultar

Los tableros MDF de uso general son absorbentes.
Los tableros livianos no contienen humedad entre 1% y 11%. Al momento del despiece, puede ocurrir hinchamiento (M 322).
Los tableros livianos no contienen humedad entre 1% y 11%. Al momento del despiece, puede ocurrir hinchamiento (M 322).
La tolerancia especificada tienen una confianza estadística del 95 %.

10.2. Ficha técnica tablex.



MANUAL DE PRODUCTO

TABLEX®
EL AGLOMERADO DEL PRESENTE Y EL FUTURO

El TABLEX® PIZANO es una lámina formada por tres capas de partículas de madera, aglomerada mediante la adición de un pegante y la aplicación de procesos de alta presión y temperatura. Por sus especiales características este tablero aglomerado se denomina "madera reconstituida" constituyéndose en el tablero ideal para la fabricación de muebles.

A través de un complejo proceso, del mas alto nivel tecnológico se obtiene un producto que supera las condiciones presentes en la madera maciza, eliminando inconvenientes característicos de su estado natural. Cada lámina de TABLEX® PIZANO es sometida a un estricto proceso de control de calidad, así como a un tratamiento de inmunización contra los agentes destructores de la madera.



PIZANO SA

DIMENSIONES Y PROPIEDADES MECANICAS									LAMINA 2.44 X 1.53 m		
CALIBRE NOMINAL (mm)	4	9	12	15	19	25	30	36			
TOLERANCIA EN CALIBRE (mm)	±0.2	±0.2	±0.2	±0.2	±0.2	±0.3	±0.3	±0.3			
*MODULO DE ELASTICIDAD (kg/cm ²)		20400	20400	20400	20400	15300	8160	8160			
*RESISTENCIA A LA TRACCION (kg/cm ²)		4.1	4.1	4.1	4.1	3.1	1.5	1.5			
MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)		148	148	148	148	112	82	82			

*Los valores descritos corresponden a la Norma Técnica Colombiana NTC 2261.
El TABLEX® cumple y supera los requisitos de la Norma Técnica Colombiana NTC 2261.

CARGAS MAXIMAS ADMISIBLES EN UN ENTREPAÑO DE MADECOR®													
ANCHO ENTREPAÑO (cm)		30			40			50			60		
CALIBRE ENTREPAÑO (mm)		12	15	19	12	15	19	12	15	19	12	15	19
PROFUNDIDAD ENTREPAÑO (cm)	20	24	48	97	10	20	41	5	10	21	3	6	12
	25	36	60	121	13	25	51	6	13	26	4	7	15
	30	36	72	146	15	30	61	8	15	31	4	9	18
	35	43	84	170	18	35	72	9	18	38	5	10	21
	40	49	96	195	20	40	82	10	20	42	6	12	24
	50	61	120	243	26	50	102	13	26	52	7	15	30

Cargas máximas en kilogramos (kg)

*AGARRE DEL TORNILLO

CALIBRE	CARA (kg)	CANTO (kg)
15 mm	92	66

Tornillo autopercutor para aglomerado.

PORCENTAJE DE HUMEDAD

MOMENTO DE DESPACHO	5 al 11%
EN PLAZA SE ESTABILIZA	7 al 10%

TABLEX® ES UNA MARCA REGISTRADA POR PIZANO S.A. - Colombia
Productos, referencias, dimensiones y especificaciones técnicas pueden variar sin previo aviso.



SERVICIO AL CLIENTE
Línea 01 8000 911 163
Bogotá (1) 710 2420
www.pizano.com.co
Colombia

18/08/04

10.3. Ficha técnica fórmica



identificación del producto								
TIPO DE LAMINADO	GRADO Formica	ESPESOR NOMINAL mm (pulg)	TAMAÑOS				ACABADOS	
			pies (ft)				Brillante	Textura
			4 x 8	4 x 10	5 x 8	5 x 12		
			metros (m)					
1,22 x 2,44	1,22 x 3,06	1,53 x 2,44	1,53 x 3,66					
Horizontal Estándar Formica Tablero	70	1,20 (0,048)	X	X	X	X	X	-
Horizontal Estándar Formica Tablero	50	1,00 (0,039)	X	X	X	X	X	-
Vertical Estándar Formica Tablero	30	0,70 (0,028)	X	X	X	X	X	-

*Favor consultar disponibilidad de Acabados

especificaciones técnicas					
* NEMA LD.3/ EN-438 MÉTODO DE ANALISIS	PROPIEDAD	UNIDADES	FORMICA S Grado 30	NEMA LD.3 VGS	EN-438 VGS
	ESPESOR NOMINAL	In (mm.)	0.028 (0.70)	0.028 (0.70)	-
	TOLERANCIA EN ESPESOR	In (mm.)	+/- 0,004 (+/- 0,10)	+/- 0,004 (+/- 0,10)	-
3.1 / 4.0	APARIENCIA (Defectos Visuales)	defectos	No A,B,C defectos	No A,B,C defectos	-
3.3 / 27	RESISTENCIA A LA LUZ	efecto/escala de grises	5	EL	4- 5
	NIVEL DE LIMPIABILIDAD	puntaje max.	12	20	-
	RESISTENCIA AL MANCHADO				
	Reactivos 1-10	rating	NE	NE	-
3.4 / 26	Reactivos 11-15	rating	EL	M	-
	Grupo 1	grado	5	-	5
	Grupo 2	grado	5	-	5
	Grupo 3	grado	4	-	4
3.5	RESISTENCIA AL AGUA HIRVIENTE	efecto	NE	NE	-
3.6 / 16	RESISTENCIA A ALTA TEMPERATURA RESISTENCIA AL CALOR SECO	grado	3	3	3
3.7 / 25	RESISTENCIA AL RAYADO	grado (mín.)	2	2	2
3.8 / 21	RESISTENCIA AL IMPACTO CON BOLA DE GRAN DIÁMETRO	In (mm.) mín.	39(1000)	20 (500)	24 (600)
	CAMBIO DIMENSIONAL				
3.11 / 17	Longitudinal	% máx.	0.50	0.70	0.75
	Transversal	% máx.	0.80	1.2	1.25
3.13 / 10	RESISTENCIA AL DESGASTE (ABRASIÓN)	Ciclos (mín.)	600	400	350

EL=Efecto ligero=4, NE=Ningún Efecto=5, M=Efecto Moderado=3, NA=No Aplica, S=Estándar, PF=Post-Formable.
* Nema LD.3=América y EN-438=Europa.

10.4. Ficha técnica acrílico.

FICHA TÉCNICA LAMINA PMMA (ACRILICO)



Producto	LÁMINA DE PMMA POLIMETILMETACRILATO
Aplicaciones	Señalización, cubiertas, domos, protecciones en maquinaria, lámparas separadoras decorativas y de protección, acuarios y piscinas, obras de arte entre otros, exhibidores en punto de venta P.O.P.
Características	Se destaca frente a otros plásticos transparentes en cuanto a resistencia a la intemperie, transparencia y resistencia al rayado.
Material *	Su componente el MMA (monómero de metacrilato de metilo) sí lo es en fase líquida.
Dimensiones y calibre	Lámina de 122cm x 190 ó 245cm; Calibre C60 (2.5mm) hasta C320 (8mm), +/-3%.
Color	Natural
Acabado	Liso.
Acabado Superficial	Brillante
Tratamientos	De acuerdo a los requerimientos del cliente.

*Propiedades del material

Propiedades mecánicas	UNIDADES	NORMAS ASTM	COLADO	EXTRUIDO	EXTRUIDO ALTO IMPACTO
Resistencia en el límite elástico	kg/cm ²	D-638			
Resistencia a la rotura	kg/cm ²	D-638	562-773	492-773	386
Elongación a la rotura	%	D-638	4,5	5,0	
Módulo de elasticidad	kg/cm ²	D-638	24.600-31.000	23000-31.000	
Flexión					
Resistencia en el límite elástico o rotura	kg/cm ²	D-790	840-1.300	740-1.300	562
Módulo de elasticidad	kg/cm ²	D-790	27.500-33.400	22.800-32.300	17.500
Compresión					
Resistencia a la compresión (ruptura)	kg/cm ²	D-695	773-1.330	740-1.260	
Módulo de compresión	kg/cm ²	D-695	27.500-33.300	26.000-32.300	
Impacto					
Resistencia al impacto IZOD	kg/cm ²	D-256 A	1,9	2,4	6,52
Dureza					
Rockwell		D-795	M-80-M-100	M-68 M-105	R-99
Barcol		D-2583	50	50	35

10.5. Ficha técnica PS.

FICHA TÉCNICA LÁMINA DE PSHI



Producto	POLIESTIRENO DE ALTO IMPACTO
Aplicaciones	Extrusión, termo-formado e impresión (digital, serigrafía, litografía, etc.), excelentes propiedades mecánicas, contacto con alimentos, exhibidores en punto de venta P.O.P.
Características	Resistencia Química, Resistencia al envejecimiento, Dureza. Rigidez y resistencia al impacto.
Material *	Poliestireno de alto impacto o poliestireno cristal de acuerdo a la aplicación
Dimensiones y calibre	De acuerdo a los requerimientos del cliente Tolerancia +/-3% entre los siguientes rangos; Calibre: Mínimo C15 (0.375mm) - Máximo C320 (8mm). Dimensiones: Mínimo 20Cm - Máximo 140Cm.
Color	De acuerdo a los requerimientos de Cliente. (Base Pantone).
Acabado	Grabado Granizo, Cuero, Sand-blasting, Pirámide, Liso.
Acabado Superficial	Mate o Brillante
Tratamientos	De acuerdo a los requerimientos del cliente.
Garantía (1)	

(1)La garantía varía dependiendo del porcentaje de aplicación de los tratamientos.

*Propiedades del material

Propiedades: (2)	Unidad	Método de Prueba	Valor
Propiedades Físicas			
Índice de Fluidéz	G/10min.	ASTM D1238	2.8
Temperatura VICAT	°C	D1525	102
Gravedad específica		D792	1.05
Propiedades mecánicas.			
Resistencia al impacto			
Izod (23°)	J/M	D256	112
Izod(-18°)	J/M	D256	64
Elongación	%	D638	52
Resistencia a la flexión	MPa	D790	43
Resistencia a la tracción de ruptura	MPa	D638	24
Resistencia a la tracción de flujo	MPa	D638	19
Propiedades térmicas			
Temperatura de ablandamiento vicat			
@264psi	°F	D648	76
@66psi	°C	D648	89

(2)Propiedades típicas, no constituyen los límites de especificación.

10.6. Ficha técnica vinilo.



KORAZA

1/2

NEGOCIO ARQUITECTÓNICO

REFERENCIAS Y COLORES				
2650 Blanco	2651 Nogal	2657 Palo de rosa	2658 Marfil	
2659 Desierto	2660 Rojo	2662 Sepia	2663 Niebla	
2664 Cordillera	2665 Océano	2667 Amazonas	2668 Colonial	
2669 Mora cálida	2671 Blanco Puro	2673 Mostaza	2674 Ladrillo	
2675 Gris Basalto	2676 Maní	2677 Ciprés		
PRESENTACION	Cufete de (5) galones, balde de (2 ½) galones y galón.			
DESCRIPCIÓN	Pintura 100% acrílica para exteriores, diluible con agua, de acabado mate. Alta resistencia a la Intemperie y al ataque de hongos. Excelente cubrimiento y óptima adherencia, acabado terso, hidro- repelente, con alta retención del color y lavabilidad. En amplia y variada gama de colores entre mezclables. Koraza ofrece una alta duración en exteriores, mínimo 5 años, cuando se trabaja bajo las recomendaciones suministradas sobre preparación de superficie y aplicación del producto.			
USOS	Protección y decoración en ambientes exteriores de fachadas y patios enlucidos, en bloque a la vista o en ladrillo sin esmaltar o vitrificar, tejas y láminas de asbesto-cemento. En repintes sobre pinturas Pintuco diluibles con agua y esmaltes.			
ESPECIFICACIONES	Peso neto por galón	4,59 a 5,29 kilos		
	Número de manos recomendado	2 a 3 manos dependiendo de la porosidad de la superficie		
	Método de aplicación	Brocha, rodillo, pistola convencional o airless		
	Ajustador para dilución	Agua		
	Rendimientos prácticos aproximados			
	Obra nueva sobre revoque	8 a 10 m ² / galón		
	En repinte sobre color diferente	15 a 25 m ² / galón		
En repinte sobre color similar	25 a 35 m ² / galón			
PREPARACIÓN DE SUPERFICIE	Secamiento a 25°C y humedad relativa del 60% Para segundas manos	2 horas		
	Para limpieza con agua y jabón	20 a 30 días		
	<ul style="list-style-type: none"> La superficie debe estar seca y libre de polvo, mugre, grasa y pintura deteriorada. Antes de pintar se deben resanar las grietas y otras imperfecciones que puedan afectar el acabado. Los acabados deteriorados, humedades, se deben eliminar completamente. Sobre superficies muy alcalinas (pH superior a 10) como las tejas y láminas de asbesto-cemento, muros con cal, los revoques, y morteros modificados con cal, se les aplica una (1) a dos (2) manos de "Selliomax", ref. 10.270 o 10272 y se dejan secar. Manchas de hongos y moho se eliminan lavándolas con hipoclorito de sodio al 3% en agua, estregándola con un cepillo de cerdas duras; se dejan actuar 10 – 20 minutos aproximadamente, se lava luego con abundante agua y se deja secar completamente. La solución debe usarse de inmediato porque puede perder su efectividad. Las superficies con pinturas en buen estado se limpian y secan bien. Para repintes sobre esmaltes en buen estado, se lija la superficie suavemente en seco y se limpia bien el polvo. Las pinturas deterioradas se eliminan completamente. En superficies rugosas o porosas o en repintes con cambio de color muy apreciable, puede ser necesario aplicar una (1) mano adicional para obtener el cubrimiento. Si se desea una superficie más tersa, en Interiores aplicar Estuco Profesional Pintuco Ref. 17.060 o en exteriores Estuco Acrílico para exteriores Ref. 27.060. 			

Información Técnica

Servicio Técnico – 04-2261-700 GUAYAQUIL/ ECUADOR
 Teleinformación: Colombia 018000-520404, Ecuador 1-800 PINTUCO, Venezuela 0-800 PINTUCO
 e-mail: pintuco@pintec.com.ec
 Fecha de elaboración: Julio de 2005. Fecha de Revisión: Julio de 2008
 Esta información es solo válida hasta la fecha de Revisión.





KORAZA

22

NEGOCIO ARQUITECTÓNICO

APLICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Se revuelve bien la pintura Koraza con una espátula limpia para obtener su completa uniformidad. En superficies rugosas o porosas o en repintes con cambio de color muy apreciable, puede ser necesario aplicar una mano adicional para obtener el cubrimiento. Sobre ladrillo vitrificado o esmaltado a altas temperaturas, la adherencia de la pintura es deficiente. Los equipos de aplicación se lavan con agua. Se recomienda aplicar (2) manos dependiendo del color, porosidad y tipo de superficie. 																		
DILUCIÓN COMO ACABADO																			
EQUIPOS DE APLICACIÓN	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">CANTIDAD DE</th> <th rowspan="2">No. DE MANOS</th> </tr> <tr> <th>KORAZA</th> <th>AGUA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Brocha o rodillo</td> <td>1 galón</td> <td>1ª mano: 10 a 15% 2ª mano: 10 a 15%</td> <td>2 manos</td> </tr> <tr> <td>Pistola convencional</td> <td>1 galón</td> <td>30 %</td> <td>2 manos</td> </tr> <tr> <td>Pistola airless</td> <td>1 galón</td> <td>5 a 10%</td> <td>2 manos</td> </tr> </tbody> </table>		CANTIDAD DE		No. DE MANOS	KORAZA	AGUA	Brocha o rodillo	1 galón	1ª mano: 10 a 15% 2ª mano: 10 a 15%	2 manos	Pistola convencional	1 galón	30 %	2 manos	Pistola airless	1 galón	5 a 10%	2 manos
	CANTIDAD DE		No. DE MANOS																
	KORAZA	AGUA																	
Brocha o rodillo	1 galón	1ª mano: 10 a 15% 2ª mano: 10 a 15%	2 manos																
Pistola convencional	1 galón	30 %	2 manos																
Pistola airless	1 galón	5 a 10%	2 manos																
SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Evite todo contacto con la piel o los ojos usando equipos apropiados de seguridad. Aplique en un lugar con buena ventilación y alejado de toda fuente de calor. En caso de contacto con la piel, se limpia con una estopa y se lava con agua y jabón. Si el contacto es con los ojos, se lavan con abundante agua y se busca atención médica. En caso de contacto del producto con fuentes de calor o expuestos al fuego, use agua o agentes extintores de polvo químico seco. En caso de ingestión beber abundante agua y busque atención médica de inmediato. En caso de escape o derrame recoja el material en recipientes para evitar la contaminación de fuentes de agua o alcantarillados. Los envases vacíos deben ser reciclados. Mantener fuera del alcance de los niños. 																		
CUMPLIMIENTO DE NORMA	Koraza como pintura al agua, tipo emulsión, tipo 1, cumple con la Norma Técnica Colombiana 1335.																		
INFORMACIÓN Y ASESORÍA	Para otros usos, asesoría o información se recomienda consultar previamente con el Departamento de Servicio Técnico de PINTUCO y Tele Información.																		
GARANTÍA	Toda la información contenida en esta ficha técnica del producto se revisó y actualizó en Julio de 2005, y se da de buena fe, pero no constituye garantía expresa o implícita sobre el comportamiento del producto porque las condiciones de uso, preparación de superficie, aplicación y almacenamiento están fuera de nuestro control.																		

Información Técnica

Servicio Técnico – 04-2261-700 GUAYAQUIL/ ECUADOR
 Teleinformación: Colombia 018000-520404, Ecuador 1-800 PINTUCO, Venezuela 0-800 PINTUCO
 e-mail: pintuco@pintec.com.ec
 Fecha de elaboración: Julio de 2005. Fecha de Revisión: Julio de 2008
 Esta información es solo válida hasta la fecha de Revisión.



10.7. Ficha técnica vidrio.

FICHA TÉCNICA	
Material	VIDRIO
DENSIDAD	
<ul style="list-style-type: none"> • 2500 Kg/m³ , es la densidad del vidrio, lo cual le otorga al vidrio plano un peso de 2,5 Kg/m² por cada milimetro de espesor. 	
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	
<ul style="list-style-type: none"> • 730° C, aproximadamente 	
CONDUCTIVIDAD TERMICA	
<ul style="list-style-type: none"> • 1.05 W/mK 	
COEFICIENTE DE DILATACION LINEAL	
<p>Es el alargamiento experimentado por la unidad de longitud al variar 1°C su temperatura. Para el vidrio entre 20 y 220°C de temperatura, dicho coeficiente es:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $9 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$ Por ejemplo un vidrio de 2000 mm de longitud que incremente su temperatura en 30°C, sufrira un alargamiento de $2000 (x 10^{-6}) 30 = 0.54 \text{ mm}$ 	
DUREZA	
<ul style="list-style-type: none"> • 6 a 7 en la escala de Mohs. <p>El vidrio templado tiene la misma dureza superficial que el vidrio recocido o crudo.</p>	
MODULO DE YOUNG	
<ul style="list-style-type: none"> • 720.000 Kg/cm² 	
COEFICIENTE DE POISSON	
<ul style="list-style-type: none"> • Varía entre 0.22 y 0.23 	
RESISTENCIA A LA INTEMPERIE	
No presenta cambios	
RESISTENCIA QUIMICA	
<p>El vidrio resiste el ataque de la mayoría de los agentes quimicos, excepto el acido hidrofúorídrico y, a alta temperatura, el fosforico. Los alcalis atacan la superficie del vidrio. Cuando se emplean marcos de concreto, los alcalis liberados del cemento, durante una lluvia, pueden opacar la superficie del vidrio. La presencia de humedad entre dos hojas de vidrio estibadas durante un tiempo puede producir el "impresionado" (manchas blanquecinas) de sus superficies que, son muy difíciles de remover.</p>	
RESISTENCIA MECANICA	
El vidrio siempre rompe por tensiones de traccion en su superficie.	
Resistencia a la traccion	
<ul style="list-style-type: none"> • Varía segun la duracion de la carga y oscila entre 300 y 700 K/cm². Para cargas permanentes, la 	

resistencia a la traccion del vidrio disminuye en un 40%. A mayor temperatura menor resistencia a la traccion. Depende del estado de los bordes del vidrio. El borde pulido brillante es el mas resistente, le sigue el borde arenado y por ultimo el borde con un corte neto realizado con una rueda de carburo de tungsteno

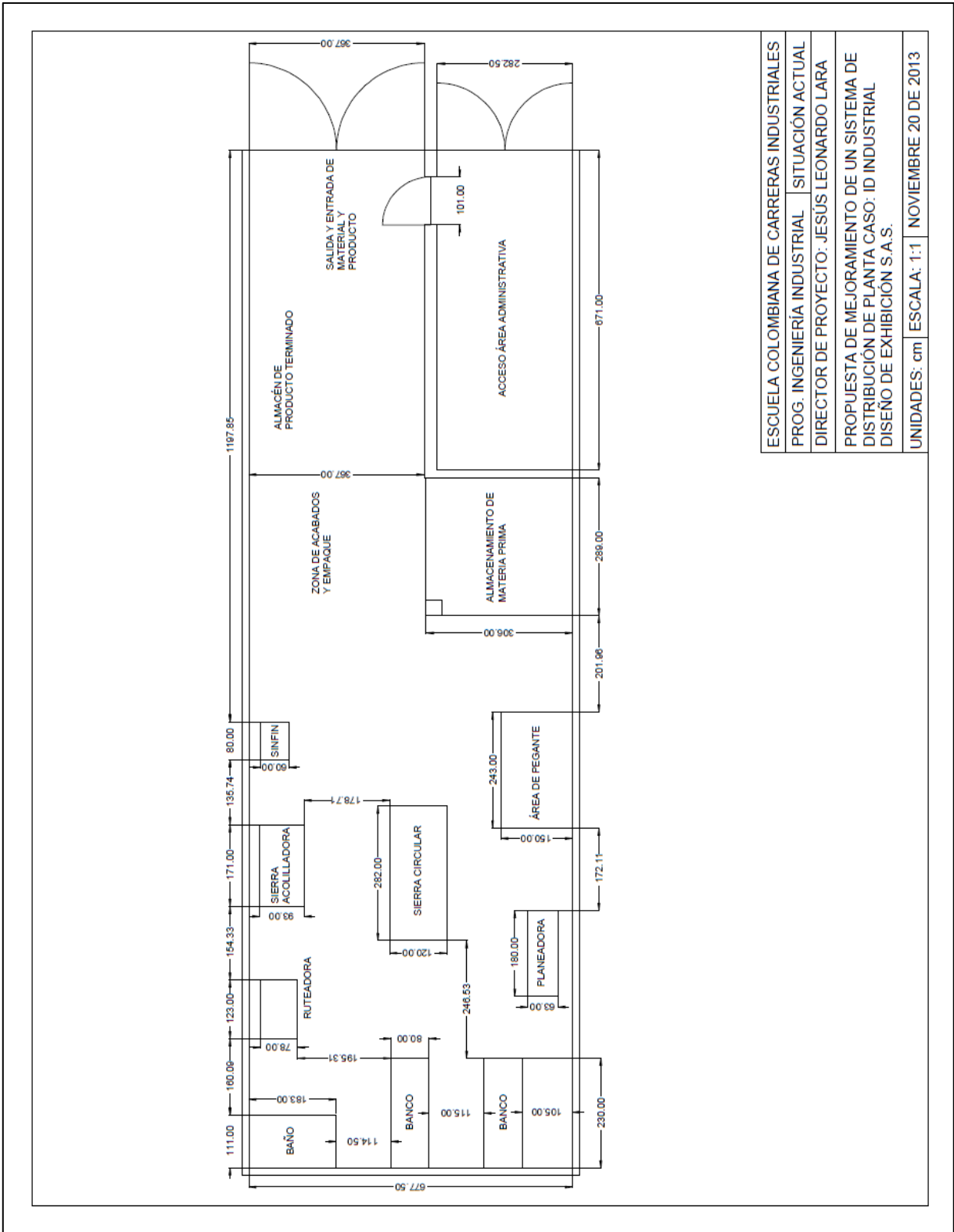
Resistencia a la compresion

- 10.000 Kg/cm², aproximadamente es el peso necesario para romper un cubo de vidrio de 1 cm de lado.

Modulo de rotura para:

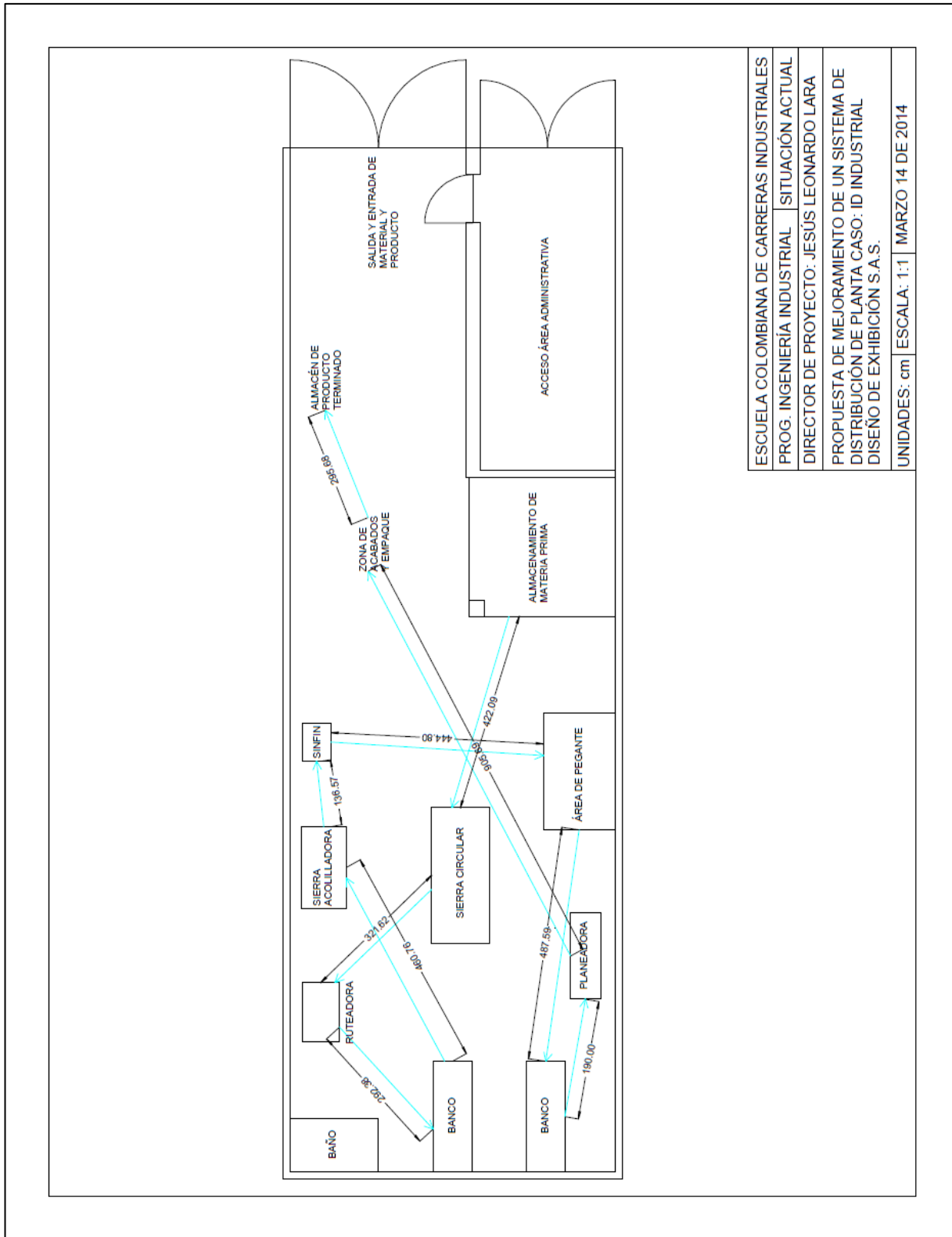
- Vidrios recocidos 350 a 550 Kg/cm²
- Vidrios templados 1850 a 2100 Kg/cm²

10.8. Plano situación actual.



ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES	SITUACIÓN ACTUAL
PROG. INGENIERÍA INDUSTRIAL	
DIRECTOR DE PROYECTO: JESÚS LEONARDO LARA	
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA CASO: ID INDUSTRIAL DISEÑO DE EXHIBICIÓN S.A.S.	
UNIDADES: cm	ESCALA: 1:1
	NOVIEMBRE 20 DE 2013

10.9. Plano situación actual con recorridos para el proceso productivo de categoría muebles.



10.10. Ficha técnica sierra acolilladora.

Español

Placa de corte ciega: DW7055
Se utiliza para limitar el astillado de la parte trasera del material o como placa de corte de respaldo.

HOJAS DE SIERRA: UTILICE SIEMPRE HOJAS DE SIERRA DE 30 CM (12") CON ORIFICIOS PARA MANDRIL DE 2,5 CM (1"). LA VELOCIDAD DEBE SER DE AL MENOS 4800 rpm. Nunca use hojas de menor diámetro. No estarán adecuadamente protegidas.

45° de bisel - izquierda
Altura máxima de 50 mm (2,3")
Ancho máximo 196 mm (7,7")
Altura resultante 170 mm (6,7")
Ancho resultante 43 mm (1,7")

DESTORNILLADOR
Motor:
1600 watts (entrada máxima)
4.000 RPM
Freno eléctrico automático
Hoja de carburo

Engranajes fresados helicoidales
Rodamientos de bolas

DESCRIPCIONES DE LAS HOJAS

APLICACIÓN	MODELO N°	DIÁMETRO	DIENTES	DIENTE ESMERILADO
HOJAS DE SIERRA PARA LA CONSTRUCCIÓN <i>(para uso con borde antichisiente)</i>				
Propósito general	DW3123	12"	32	ATB
Excelentes cortes transversales	DW3126	12"	60	ATB
Excelentes cortes transversales	DW3128	12"	80	ATB
HOJAS DE SIERRA PARA CARPINTERIA (producción corte-s tirados y parafijos)				
Excelentes cortes transversales	DW7648	12"	60	ATB
Excelentes cortes transversales	DW7649	12"	80	ATB
Cortes transversales ultra finos	DW7650	12"	96	ATB
Laminados	DW7661	12"	80	TCG
Superficie sólida y plásticos	DW7668	12"	80	Mod TCG
Metalos no ferrosos	DW7668	12"	80	TCG

Desembalar la sierra
Controle el contenido de la caja de la sierra, ingleteadora para asegurarse de haber recibido todas las piezas. Además de este manual de instrucciones, la caja debe contener:

- Una sierra ingleteadora N° DW715.
- Una hoja de sierra DEWALT de 305 mm (12") de diámetro.
- Una llave de la hoja en estuche, ilustrada en la Figura 2.
- Una bolsa para polvo DW7053 (algunos modelos).

Especificaciones
CAPACIDAD DE CORTE
Inglete de 50° a la izquierda y a la derecha
48° de bisel izquierdo, 3° de bisel derecho
0° de inglete
Altura máxima de 89 mm (3,5")
Ancho máximo 196 mm (7,7")
Altura resultante 165 mm (6,5")
Altura resultante 66 mm (2,6")

45° de inglete
Altura máxima de 89 mm (3,5")
Ancho resultante 120 mm (4,7")
Altura máxima 140 mm (5,5")
Altura resultante 66 mm (2,6")

Familiarizarse con la herramienta
Su sierra ingleteadora está completamente ensamblada en la caja. Abra la caja y extraiga la sierra sujetándola de la práctica agarradera de transporte, como se indica en la Figura 1.

Coloque la sierra sobre una superficie lisa y plana, como un banco de trabajo o una mesa fuerte.

Analicé la Figura 2 para familiarizarse con la sierra y sus piezas. En la sección de ajustes se describen estas piezas, y es preciso que usted sepa cuáles son y en qué lugar se encuentran. Presione levemente el mango de operación y despliegue la clavija de seguridad, como se muestra en la Figura 2. Lentamente, deje de presionar y permita que el brazo se eleve a la altura máxima. Utilice la clavija de seguridad al transportar la sierra de un lugar a otro. Para trasladar la sierra, utilice siempre la agarradera de transporte o el asidero que se muestran en la Figura 2.

Montaje en el banco de trabajo
Las cuatro patas tienen orificios para facilitar el montaje en el banco, como se muestra en la Figura 2. (Los orificios son de dos tamaños diferentes para adaptarse a distintos tamaños de tornillos. Utilice cualquiera de los dos orificios, no es necesario utilizar ambos). Siempre monte la sierra firmemente en una superficie estable, para evitar movimientos. Para facilitar su transporte, se puede montar la herramienta a una pieza de madera contrachapada de 1,2 cm (1/2") de espesor o más, que puede a su vez fijarse al soporte de la pieza de trabajo o trasladarse a otros puestos de trabajo y volver a fijarse.

NOTA: Si elige montar la sierra a una pieza de madera contrachapada, asegúrese de que los tornillos de montaje no sobresalgan de la parte inferior de la madera. La madera contrachapada debe quedar bien estabilizada sobre el soporte de trabajo. Al sujetar la sierra a cualquier superficie de trabajo, utilice únicamente los refuerzos de sujeción donde se encuentran los orificios de los tornillos de montaje. Si la sujeta en cualquier otro lugar es probable que interfiera con el funcionamiento adecuado de la sierra.

PRECAUCIÓN: Para evitar bloqueos e imprecisiones, asegúrese de que la superficie de montaje no esté deformada ni desnivelada. Si la sierra cae sobre la superficie de trabajo, coloque un trozo de material bajo una de las patas de la sierra para afirmar sobre la superficie de montaje.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD IMPORTANTES

Cambio o instalación de una hoja de sierra nueva (Fig. 3)

PRECAUCIÓN:

- Nunca oprima el botón de bloqueo del eje mientras la hoja está en funcionamiento o en marcha por inercia.
- No utilice esta sierra ingleteadora para cortar metales ferrosos (que contengan hierro o acero) o mampostería o productos de cemento de fibra.

6

10.11. Ficha técnica sierra sinfín

B700/B800 BANDSAW

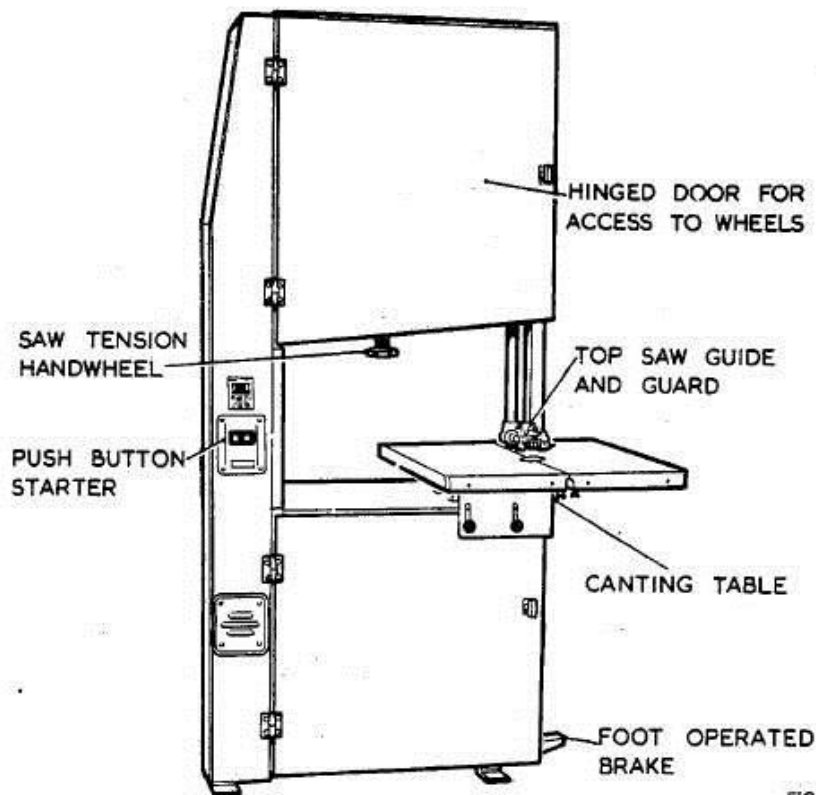


FIG. 1

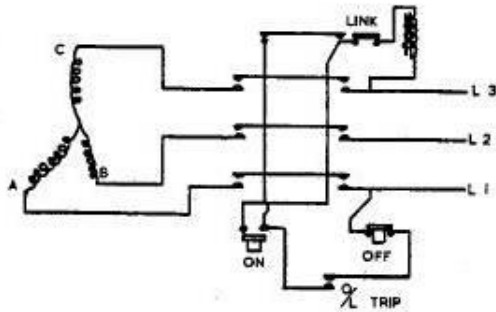
SPECIFICATION

	B700	B800
Diameter of wheels	28" (700mm)	32" (800mm)
Width of wheels	1 1/2" (44mm)	1 1/2" (44mm)
Width of sawblade (max)	1 1/2" (32mm)	1 1/2" (38mm)
Length of saw (max)	16' - 4 1/2" (5000mm)	17' - 10 1/2" (5450mm)
(min)	15' - 10" (4826mm)	17' - 4" (5285mm)
Depth under saw guide (max)	13 1/2" (346mm)	14" (355mm)
Distance of saw to body	27" (685mm)	30.5" (774mm)
Size of table	30 x 30" (762 x 762mm)	30" x 30" (762 x 762mm)
Table cants	45° to right	45° to right
	10° to left	10° to left
Height of table from floor	37 1/2" (955mm)	39 1/2" (995mm)
Total height of machine	85 1/2" (2180mm)	92 1/2" (2350mm)
Speed of saw	5,500 ft/min (1676m/min)	5950 ft/min (1806 m/min)
Motor	3hp (2.2 kW)	5hp (3.7 kW) or 7.5hp (5.5 kW)
Speed of motor (50 Hz)	750 rev/min	700 rev/min
(60 Hz)	900 rev/min	850 rev/min
Net weight	760 lb (345 kg)	860 lb (390 kg)

INSTALLATION

Remove protective coating from bright parts by applying a cloth soaked in paraffin, turpentine or other solvent.

When the machine is cased for export the table is removed and packed individually. Remove and reassemble as shown in Fig.1.



WIRING DIAGRAM FOR THREE PHASE SUPPLY

FIG.2

WIRING DETAILS

The motor and control gear have been all wired before despatch and all that remains is to connect the correct power supply to the starter.

Points to note when connecting power supply

1. Check the voltage, phase and frequency correspond to those on the motor plate, also the correct coils and heaters are fitted to the starter.
2. It is important that the correct cable is used to give the correct voltage to the starter as running on low voltage will damage the motor.
3. Check the main line fuses are the correct capacity. See table below.
4. Connect the line leads to the appropriate terminals. See Fig. 2 for three phase supply.
5. Check all connections are sound.
6. Check motor rotation for the correct direction. If this is incorrect, reverse any two of the line lead connections.

For single phase supply refer to booklet supplied with the starter for wiring details.

VOLTAGE	PHASE	S.W.G. TINNED COPPER WIRE	AMPS
	3	25	15
	3	25	15
	3	22	24

LUBRICATION

It is advisable to keep all bright parts covered with a thin film of oil to prevent corrosion. Clean sawdust from inside main frame weekly. See Fig. 3 for lubrication points.

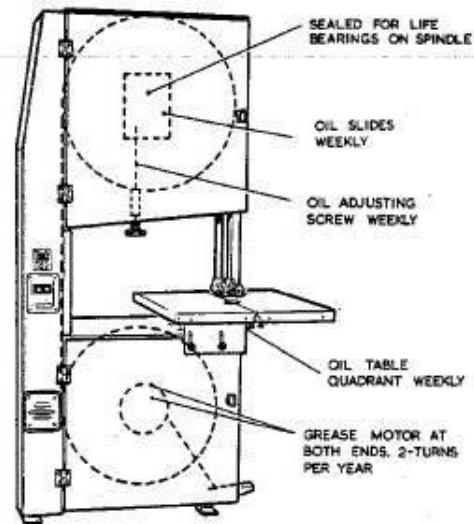
OIL RECOMMENDED	POWER EX.125.
GREASE RECOMMENDED	SHELL ALVANIA 3.

FOUNDATION

See Fig. 4 for bolt positions and clearance required. When installing the machine, level the table by packing under the base. Foundation bolts are not supplied with the machine except to special order.

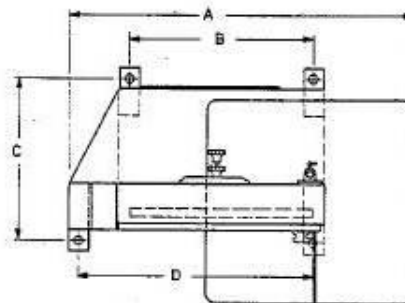
DUST EXTRACTION

The machine has a built-in dust chute with a 32" (95mm) X 24" (64mm) rectangular exhaust outlet and can be connected to dust extraction plant if desired.



LUBRICATION CHART

FIG.3



	8700	8800
A	51.3" (1302mm)	55" (1397mm)
B	27.7" (705mm)	31.75" (806mm)
C	24.2" (616mm)	26.5" (673mm)
D	35.38" (899mm)	39.38" (1000mm)

FIG.4

FITTING BANDSAW BLADES

Proceed as follows:

1. Open top and bottom doors of the main frame and ensure the table is in the horizontal position.
2. Loosen the wingnuts on the underside of the table directly below the slot at the front of the table. Swing table keep plate clear of the slot so the sawblade can be inserted.
3. Remove sawguard and move the top and bottom guides to the extreme rear position by loosening locking screws 'A' for top guide (Fig. 6) and 'A' for bottom guide (Fig. 8).
4. Lower top wheel assembly sufficient to allow the blade to be placed on both wheels easily.
5. Insert sawblade through slot in front of table and position blade on top and bottom wheels. Care should be taken to ensure that the blade is free in the guides. Check the cutting rake of teeth are positioned downwards at the cutting point. To reverse direction of cutting rake turn blade inside out.

Turn tensioning handwheel until blade is just held on the wheels.

B700 B800 Bandsaw Sierra

TRACKING OF SAWBLADE ON WHEELS

Every sawblade has slightly different running characteristics on a bandsaw machine due to the condition of the steel ribbon it is made from, the blade joints and the tension in the blade ribbon. This is compensated for by using a crowned or slightly curved rubber face on the wheels and providing the top wheel with a slight tilting movement.

To check the tracking of the sawblade the undermentioned procedure should be followed:

1. Rotate the top wheel slowly by hand in a clockwise direction and check the blade is running central on the wheels.
2. If not running central, loosen handwheel 'A' (Fig. 5) and adjust handwheel 'B' until the saw is tracking correctly i.e. in the centre of both wheels.
3. When tracking correctly, re-lock handwheel 'A'. This adjustment is most important as when the sawblade is tracking correctly it passes in a straight line between the top and bottom wheels and does not snake. When the latter occurs the back of the sawblade keeps hitting the back guide roller and causes damaged guides.

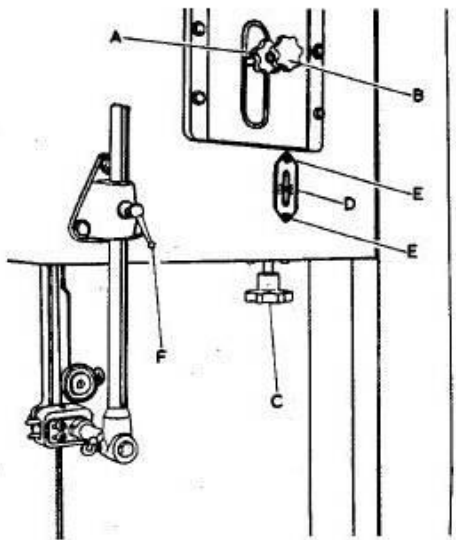


FIG. 5

TENSIONING

To tension the sawblade turn handwheel 'C' in Fig. 5 until the correct tension is reached according to the scale 'D'. The scale gives the correct tension for the width of blade which is being used irrespective of the length of the blade.

Incorrect tension or tightness of the sawblade over the wheels will result in saw breakages. Always use the tension indicator to achieve maximum blade life.

The scale and pointer are accurately set before despatch from the works. Should this be displaced for any reason check the scale as follows:

1. Tension the sawblade as previously described until it can be pulled $\frac{1}{8}$ " (6mm) from its true line at a central point between the two wheels.
2. Check whether the scale indicates the correct sawblade width. If scale is incorrect, loosen two screws 'E' in Fig. 5 and position scale correctly. When set tighten all screws. After the scale has been set in this manner it will read correctly for any width of blade within the range of the machine without further alteration, even if the length of sawblade varies for any given width. For a $\frac{1}{2}$ " blade the pointer should read $\frac{1}{8}$ " etc.

If the machine is left standing e.g. overnight, the tension should be reduced, and the blade re-tensioned before putting the machine into operation again.

SETTING GUIDES

On this machine, guides of similar design are fitted above and below the table. Each guide is fitted with long life roller bearings. After the blade is tracking perfectly, proceed to set the guides as follows:

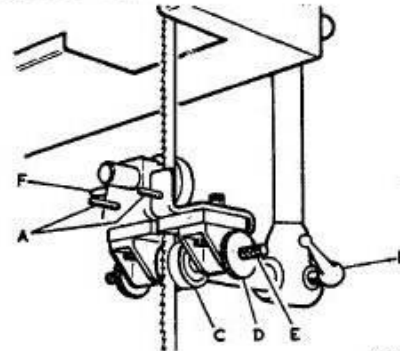
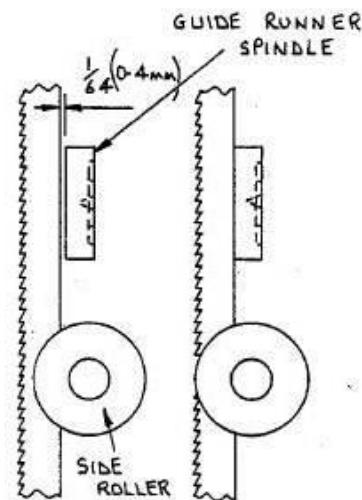


FIG. 6



CORRECT

INCORRECT

FIG. 7

TOP GUIDE ASSEMBLY

1. Loosen 2 knurled nuts from studs 'A' in Fig. 6, then remove sawguard.
2. Bring guide assembly forward by loosening ball lever screw 'B' until side roller guides 'C' are positioned just behind the gullet of the sawblade as shown in Fig. 7. Relock complete guide assembly in this position.
3. Set the side roller guides 'C' just clear of the sawblade by loosening the knurled locknuts 'D' positioning guides by means of knurled adjusting screws 'E', then relock locknuts 'D'.

Positioning the side roller guides as above ensures that support is given to the sawblade but the guides do not nip the blade.

NOTE: Care should be taken when setting the guides so as not to displace the sawblade from its true vertical position.

4. Loosen thumbscrew 'F' and position rear roller guide 'G' to within $\frac{1}{64}$ " (0.4mm) from the back of the sawblade in its free position. Relock in position by thumbscrew 'F'.
5. Replace sawguard complete with 2 knurled nuts on studs 'A'.

10.12. Ficha técnica planeadora

MAQUINARIA PARA LA INDUSTRIA DE LA MADERA
CALLE 24 No24-40/42

Telefono: 6094986
Fax: 6094986
Correo: ivanr160@hotmail.com

OSMA HURTADO



PLANEADORAS DE 21			
	P-210PC	P 210 RO	P-210 L
CARACTERISTICAS			
ANCHO	21 cm	21 cm	21cm
LARGO MAQUINA	90 cm	100cm	123cm
VELOCIDAD DE MOTOR	3,600 rpm	3,600 rpm	3,600 rpm
CAPACIDAD DE MOTOR	1,2 HP	1,2 HP	1,2 HP
VELOCIDAD DE MANDRIL	4,500 RPM	4,500 RPM	4,500 RPM
PESO NETO	80Kg	85 Kg	90Kg

PLANEADORAS DE 25			
	P-250PC	P 250 RO	P-250 L
CARACTERISTICAS			
ANCHO	25 cm	25 cm	25cm
LARGO MAQUINA	125 cm	148cm	177cm
VELOCIDAD DE MOTOR	3,600 rpm	3,600 rpm	3,600 rpm
CAPACIDAD DE MOTOR	1,5 a-2 HP	1,5 a-2 HP	1,5 a-2 HP
VELOCIDAD DE MANDRIL	4,500 RPM	4,500 RPM	4,500 RPM
PESO NETO	100Kg	110 Kg	120Kg

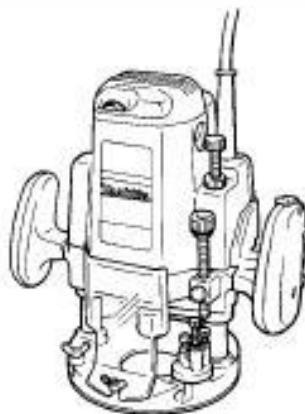
Planeadora para madera marca OSMA HURTADO modelo p 250 pc de 25cm de ancho por 1.25 cm de largo con motor de 1.5 hp.

10.13. Ficha técnica ruteadora empotrable



GB	Router Electronic Router	Instruction Manual
F	Défonceuse Défonceuse électronique	Manuel d'instructions
D	Oberfräse Elektronische Oberfräse	Betriebsanleitung
I	Fresa Fresa elettronica	Istruzioni per l'uso
NL	Bovenfreess Elektronische bovenfreess	Gebruiksaanwijzing
E	Máquina para fresar Máquina para fresar electrónica	Manual de instrucciones
P	Fresadora Fresadora electrónica	Manual de instruções
DK	Overfræser Elektronisk overfræser	Brugsanvisning
S	Handöverfräs Elektronisk handöverfräs	Bruksanvisning
N	Overfres Elektronisk overfres	Bruksanvisning
SF	Yläjyrsin Elektroninen yläjyrsin	Käyttöohje
GR	Περιστρεφόμενη φραιζα Ηλεκτρονική περιστρεφόμενη φραιζα	Οδηγίες χρήσεως

3612
3612C



ESPECIFICACIONES

	3612	3612C
Modelo	3612	3612C
Capacidad del portafresas	12 mm	12 mm
Capacidad de penetración	0 – 60 mm	0 – 60 mm
Velocidad en vacío (min ⁻¹)	22.000	9.000 – 23.000
Altura total	297 mm	297 mm
Diámetro de la base	160 mm	160 mm
Peso neto	5,8 kg.	6,0 kg.

- Debido a un programa continuo de investigación y desarrollo, las especificaciones aquí dadas están sujetas a cambios sin previo aviso.
- Nota: Las especificaciones pueden ser diferentes de país a país.

Alimentación

La herramienta ha de conectarse solamente a una fuente de alimentación de la misma tensión que la indicada en la placa de características, y sólo puede funcionar con corriente alterna monofásica. El sistema de doble aislamiento de la herramienta cumple con la norma europea y puede, por lo tanto, usarse también en enchufes hembra sin conductor de tierra.

Para sistemas de distribución de baja tensión de entre 220 y 250 v públicos

Los cambios de operación de aparatos eléctricos ocasionan fluctuaciones de tensión. La operación de este dispositivo en condiciones desfavorables de corriente puede afectar adversamente a la operación de otros equipos. Con una impedancia eléctrica igual o inferior a 0,32 ohmios, se puede asumir que no surgirán efectos negativos.

La toma de corriente utilizada para este dispositivo deberá estar protegida con un fusible o disyuntor que tenga unas características de desconexión lenta.

Sugerencias de seguridad

Para su propia seguridad, consulte las instrucciones de seguridad incluidas.

NORMAS DE SEGURIDAD ADICIONALES

1. Cuando realice tareas en las que la herramienta de corte pueda tocar cables ocultos o su propio cable, sujete la herramienta por las superficies aisladas. El contacto con un cable con corriente hará que la corriente circule por las partes metálicas expuestas de la herramienta y podrá electrocutar al operario.
2. Protéjase los oídos cuando trabaje durante periodos prolongados.
3. Manipule con mucho cuidado estas brocas.
4. Compruebe con cuidado si existen grietas o daños en la broca antes de la operación. Reemplace inmediatamente la broca si está agrietada o dañada.
5. No corte clavos. Inspeccione antes de la operación la pieza de trabajo para ver si tiene clavos y sáquelos si los hay.
6. Retenga firmemente la herramienta.
7. Mantenga las manos apartadas de las piezas de rotación.
8. Asegúrese de que la broca no esté en contacto con la pieza de trabajo antes de conectar el interruptor.
9. Antes de usar la herramienta en una pieza de trabajo, déjela un rato en funcionamiento. Observe si se producen vibraciones o ululaciones que pudieran indicar que la broca está mal colocada.
10. Tenga cuidado con la dirección de rotación de la broca y con la dirección de avance.
11. No deje la herramienta en marcha. Opere la herramienta sólo cuando la tenga en las manos.

10.14. Ficha técnica sierra circular

Sierra circular (patín) eléctrica 190 mm, KS 66 METABO

[Vea resumen similares](#)

Características

- Hoja de sierra circular fina de metal duro
- Vida útil triplicada del engranaje gracias al sistema de lubricación dinámica
- Bien visible para cortar según trazado
- Bloqueo para evitar la puesta en marcha accidental de la máquina
- Sencillo cambio de hoja mediante el bloqueo del husillo de trabajo
- Expulsión óptima del aserrín, sin atascamiento de la máquina
- Manguito de conexión a un aspirador para el aserrín

Ventajas especiales

- Apoyo seguro mediante una placa de guía que rodea la sierra por todos los lados
- Ajuste preciso de la profundidad del corte
- Ángulo y paralelismo de la hoja de sierra ajustables en relación a la placa guía para máxima exactitud de corte
- Carcasa de la sierra de aluminio de fundición a presión estable
- Embrague de seguridad Metabo S-automatic
- Manguito giratorio de expulsión de aserrín para conectar a un aspirador
- Escobillas de carbón con auto-desconexión
- Par de giro (torque); 9 Nm

Datos técnicos

Código	102122
Modelo	KS 66
Referencia	6.00542420
Diámetro de la hoja de sierra	190 mm (7.1/2")
Profundidad de corte graduable	0-66 mm
Número de revoluciones de marcha en vacío	4200 rpm
Potencia absorbida	1400 vatios
Potencia entregada	800 vatios
Número de revoluciones con carga nominal	3200 rpm
Velocidad de corte con carga nominal	28 m/s
Alimentación	120V, 60Hz
Peso de la máquina	5.5 kg

Equipamiento; Hoja de sierra circular de metal duro, tope paralelo y llaves hexagonales.

10.15. Ficha técnica máquina router CNC



ROUTER CNC

MATERIALES SOPORTADOS

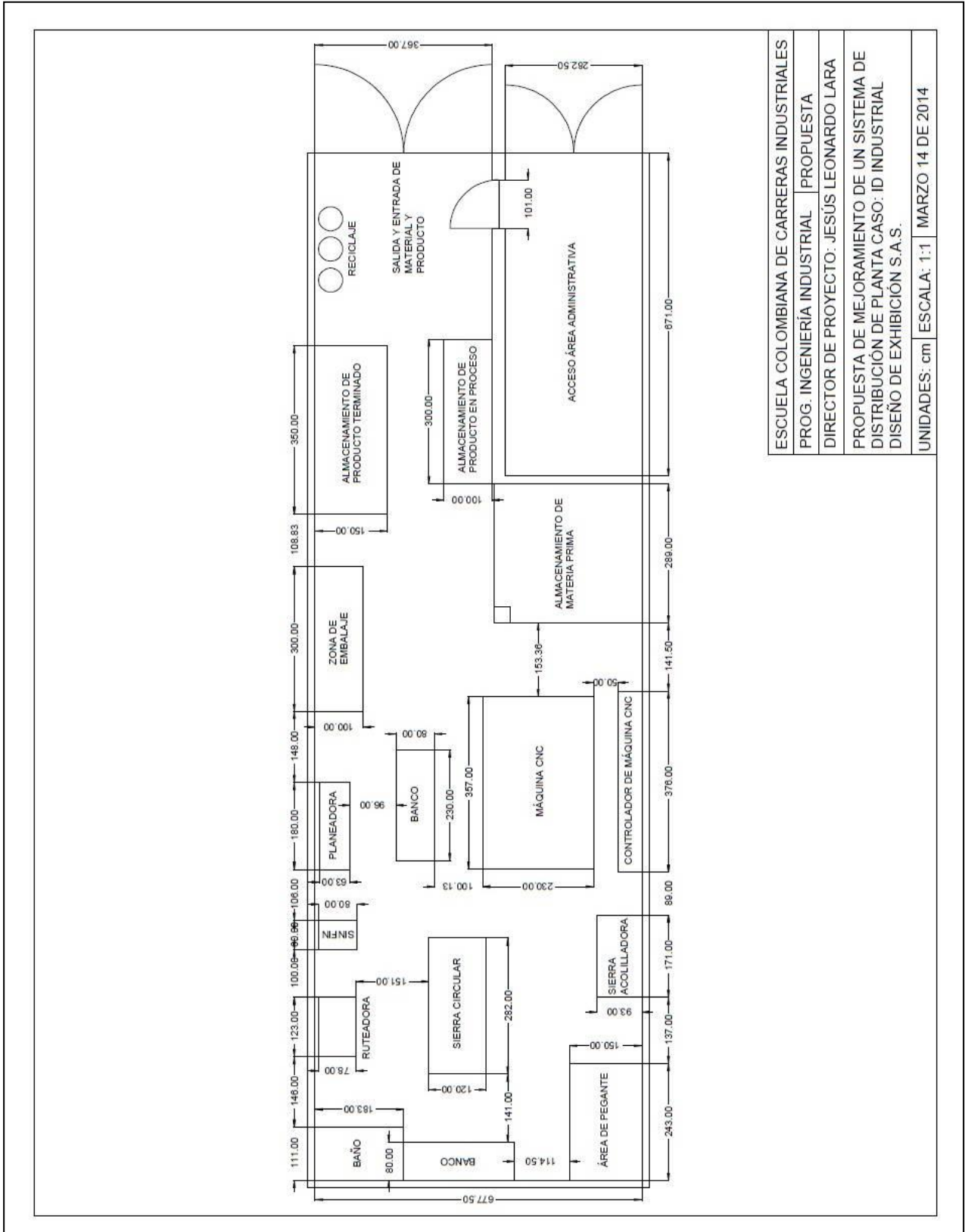
NYLACERO®/NYLAMID®, POLIETILENO, POLICARBONATO, ESTIRENO, CERA, RESINAS, ABS, FIBRA DE VIDRIO, BAQUELITAS, PVC ESPUMADO (TROVICEL), MADERA, PINO, ENCINO, NOGAL Y TODAS LAS ESPECIES DURAS, PANELES, MDF, MDF EN CHAPADO, MDF LAMINADO, AGLOMERADO, OSB, TRIPLAY, MELAMINAS, SUPERFICIE SÓLIDA, FOAM BOARD, ALUCOBOND, ALUMINIO, COBRE, LATON, ETC.

Especificaciones	CNI325-Shop
Potencia motor de corte	3 Hp a 24,000 RPMs / 4 Hp HSD a 18,000 RPMs
Área útil de trabajo	1220 x 2440 mm (4 x 8')
Cambio de herramientas	3 Hp ER20 / 4 Hp HSD ER25
Sujeción de material	Clamps
Extractor de Polvo	Incluido (3hp)
Dimensiones Externas	3.3 x 1.94 x 1.88
Peso Neto	1050 Kg
Vel. Max. Avance	18,000 mm/min
Precisión	+/- 0.1 mm
Req. Eléctricos	220 V / 2 fases / 20amp
Software CAM	Incluido

**EL EQUIPO CNC PARA
LA MICRO Y PEQUEÑA EMPRESA**

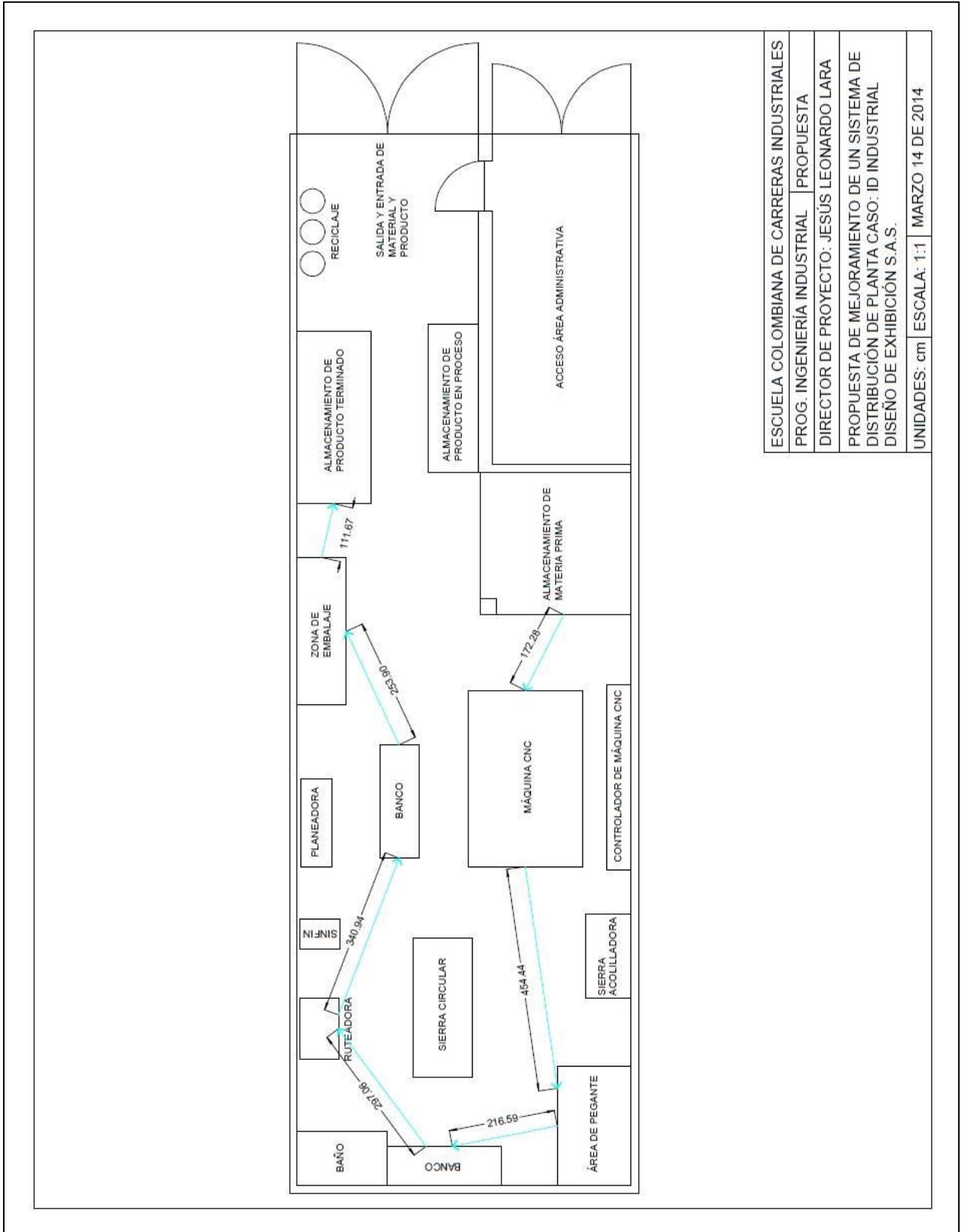
ASIAROBOTICA.COM

10.16. Plano propuesta de mejoramiento



ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES	
PROG. INGENIERÍA INDUSTRIAL	PROPUESTA
DIRECTOR DE PROYECTO: JESÚS LEONARDO LARA	
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA CASO: ID INDUSTRIAL	
DISEÑO DE EXHIBICIÓN S.A.S.	
UNIDADES: cm	ESCALA: 1:1
MARZO 14 DE 2014	

10.17. Plano propuesta con recorridos para CNC



ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
PROG. INGENIERÍA INDUSTRIAL PROPUESTA
DIRECTOR DE PROYECTO: JESÚS LEONARDO LARA
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA CASO: ID INDUSTRIAL DISEÑO DE EXHIBICIÓN S.A.S.
UNIDADES: cm ESCALA: 1:1 MARZO 14 DE 2014

