

**PROPUESTA DISEÑO EN PLANTA PARA LAS NUEVAS  
INSTALACIONES DE LA EMPRESA CASA MUEBLES RIVERA EN EL  
VALLE DEL CAUCA**



**MARLON DARÍO GUEVARA VÉLEZ**  
Noviembre 2021

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO**  
**FACULTAD INGENIERÍA**

**PROPUESTA DISEÑO EN PLANTA PARA LAS NUEVAS  
INSTALACIONES DE LA EMPRESA CASA MUEBLES RIVERA EN EL  
VALLE DEL CAUCA**

**MARLON DARÍO GUEVARA VÉLEZ**

Santiago de Cali, noviembre 2021

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO**

**FACULTAD INGENIERÍA**

Notas del autor:

Marlon Darío Guevara Vélez, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Antonio Nariño, Cali.

El presente trabajo de grado se realizó en la empresa Casa Muebles Rivera, quien brindo su colaboración a lo largo de este proceso y nos permitió realizar esta investigación.

**Nota de aceptación**

Nombre y firma jurado 1

---

Nombre y firma jurado 2

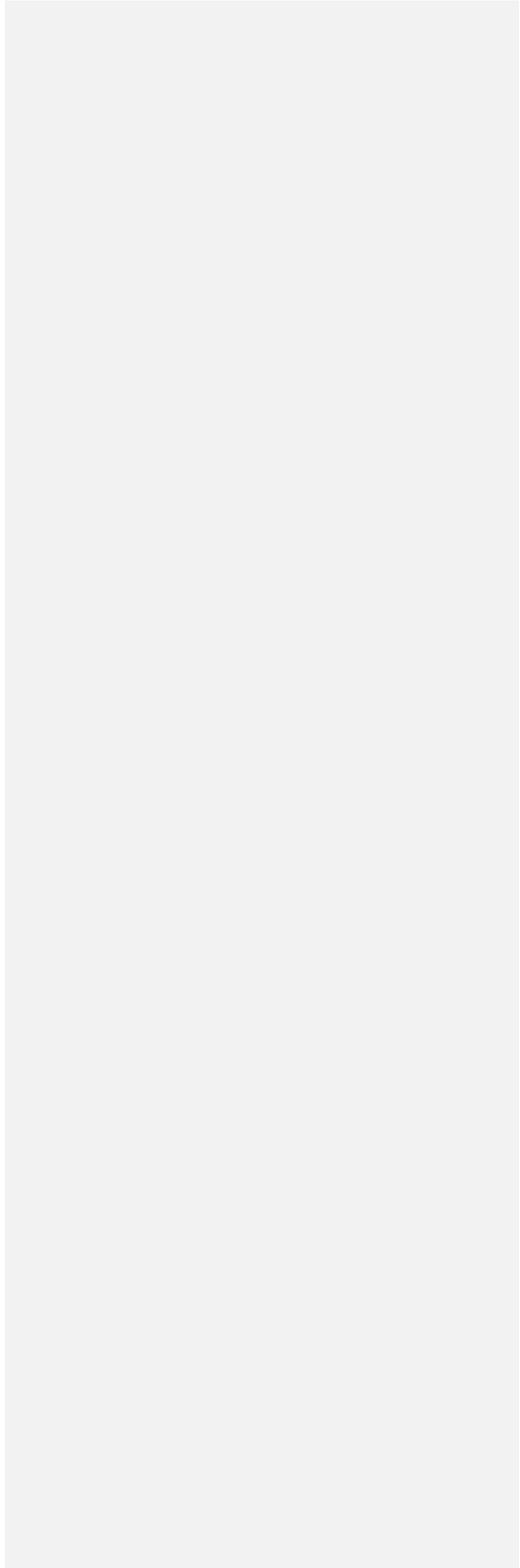
---

Nombre y firma presidente

---

Nombre y firma secretario

---



### **Dedicatoria**

Agradecimiento principalmente Dios, por guiarme y estar presente a lo largo de mi vida, desarrollo personal y profesional, a mi padre en el Cielo, a mi madre Sandra Patricia Velez Jimenez, hermanos Cristian Guevara Velez, Diana Marcela Guevara Velez y mi hijo Samuel Alejandro Guevara Grajales por ser los pilares y la inspiración para mi crecimiento personal y profesional basado en valores. A todos los que están presentes en mi vida, han aportado de forma positiva con apoyo incondicional, aquellos que hoy son referentes de mi admiración y respeto.

### **Agradecimientos**

Doy las gracias a la Universidad Antonio Nariño, la tutora del proyecto Ingrid Riascos, los docentes, quienes, con su experiencia, conocimiento y paciencia, contribuyeron en forjar, con valores y conocimiento a un nuevo profesional íntegro y capaz.

A mis compañeros con quienes compartí tiempo, experiencias, momentos gratos, altibajos y quienes en algún momento sirvieron de apoyo para no desfallecer en el arduo camino por educarse.

A la empresa Casa Muebles Rivera, su propietario y gerente Jhon Édison Rivera por brindarme la oportunidad de llevar a la práctica todo lo aprendido y realizar el presente proyecto de grado.

A Natalia Yandar por estar presente, ser un apoyo incondicional, por motivarme a seguir y aportar su soporte para llevar a cabo este trabajo de la mejor forma.

A William Humberto Erazo Montezuma quien en compañía de mi madre estuvo presente para guiar y apoyar en todo momento.

## Resumen

El presente trabajo de grado se efectuó en una empresa manufacturera de colchones, perteneciente al sector económico secundario. En este proyecto se aplicó la metodología propositiva e investigación cualitativa y explicativa, donde se elaboró el diagnóstico de la situación actual de la planta, mediante herramientas y metodologías de ingeniería para la recolección y análisis de datos, algunas de ellas son: Flujogramas, Planimetrías, Diagramas de recorrido, con el fin de obtener información y documentar como es el proceso de producción de colchones. Esta investigación tiene como objetivo principal realizar una propuesta de distribución de planta, en una nueva sede que la empresa adquirió en otra ubicación geográfica.

En el planteamiento de la propuesta se evaluaron diferentes alternativas para presentar mejoras en cumplimiento de la normatividad de seguridad y salud en el trabajo vigentes en Colombia, flujos de proceso, recorridos más cortos entre estaciones de trabajo, espacios acordes para la maniobrabilidad en máquinas de producción y el bienestar del personal, puesto que se disminuye el desgaste físico del factor humano.

**Palabras Clave:** Distribución de planta, producción, aumento capacidad producción, seguridad en el trabajo, recursos, flujo de proceso, Layout.

### **Abstract**

The present degree work it took place in a company that manufactures mattresses, belonging to the secondary economic. In this project, the propositive methodology and qualitative and explanatory research were applied Where it was made the diagnosis of the current situation of the plant, using engineering tools and methodologies for data collection and analysis, some of them were: flowcharts, planimetry, route diagram, whit the purpose to obtain information and document how the mattress production process is. This investigation has as main objective make a plant layout, in a new headquarters that the company acquired in another geographical location. In the approach to the proposal, different alternatives were evaluated to present improvements in compliance whit the occupational health and safety regulations in force in Colombia, process flows, shorter routes between work stations, suitable spaces for maneuverability in production machines and the well-being of the staff, since the physical wear and tear of the human factor is reduced.

**Keywords:** Plant distribution, production, increase production capacity, work safety, resources, process flow, Layout.

## Lista de contenidos

Introducción	14
Planteamiento del problema	16
Descripción del problema	18
Formulación del problema	20
Justificación	21
Objetivos	22
General	22
Específicos	22
Marco referencial	23
Antecedentes	23
Marco teórico	29
Marco conceptual	36
Marco legal	43
Diseño metodológico	45
Tipos y enfoques de investigación	45
Recolección y análisis de datos	45
Fases y actividades metodológicas	46
Objetivo 1. Diagnostico distribución de planta actual empresa Casa Muebles Rivera en el Valle Del Cauca	49
Objetivo 2. Identificar las áreas actuales y cuáles de ellas requieren mejora en la distribución de planta	68

	9
Objetivo 3. Documentar la propuesta para una nueva distribución de planta, recolección de datos para la nueva ubicación y distribución de planta	72
Objetivo 4. Costo presupuestal del proyecto	95
Conclusiones	105
Recomendaciones	107
Referencias bibliográficas	108
Anexos	112

**Lista de tablas**

<b>Tabla 1.</b> <i>Fases y actividades metodológicas</i>	46
<b>Tabla 2.</b> <i>Plantilla de personal operativo</i>	49
<b>Tabla 3.</b> <i>Portafolio de productos</i>	51
<b>Tabla 4.</b> <i>Materias primas utilizadas en la producción de un colchón</i>	52
<b>Tabla 5.</b> <i>Resumen del proceso por día</i>	60
<b>Tabla 6.</b> <i>Calculo tiempo extra por espera planta completa</i>	60
<b>Tabla 7.</b> <i>Reporte unidades producidas</i>	61
<b>Tabla 8.</b> <i>Tabla de frecuencias</i>	71
<b>Tabla 9.</b> <i>Factor maquinaria</i>	82
<b>Tabla 10.</b> <i>Reporte de unidades producidas</i>	94
<b>Tabla 11.</b> <i>Resumen de los costos del proyecto incluyendo infraestructura</i>	103

**Lista de figuras**

<b>Figura 1.</b> <i>Esquema General del método SLP (Systematic Layout Planning)</i>	35
<b>Figura 2.</b> <i>Proceso de diseño de la distribución</i>	43
<b>Figura 3.</b> <i>Organigrama de la empresa</i>	50
<b>Figura 4.</b> <i>Espuma</i>	53
<b>Figura 5.</b> <i>Cortadora de espuma</i>	54
<b>Figura 6.</b> <i>Acolchadora</i>	55
<b>Figura 7.</b> <i>Corte y costura</i>	55
<b>Figura 8.</b> <i>Cerrado y armado</i>	57
<b>Figura 9.</b> <i>Empaque</i>	57
<b>Figura 10.</b> <i>Diagrama de flujo actual</i>	58
<b>Figura 11.</b> <i>Diagrama de flujo analítico actual</i>	59
<b>Figura 12.</b> <i>Plano primer nivel</i>	62
<b>Figura 13.</b> <i>Plano segundo nivel</i>	63
<b>Figura 14.</b> <i>Plano tercer nivel</i>	64
<b>Figura 15.</b> <i>Plano cuarto nivel</i>	65
<b>Figura 16.</b> <i>Plano quinto nivel</i>	66
<b>Figura 17.</b> <i>Capacidad actual de máquinas</i>	68
<b>Figura 18.</b> <i>Diagrama de Pareto</i>	71
<b>Figura 19.</b> <i>Ubicación desde Cali</i>	72
<b>Figura 20.</b> <i>Ubicación nueva planta</i>	73
<b>Figura 21.</b> <i>Planta primer piso</i>	74
<b>Figura 22.</b> <i>Planta primer piso</i>	75

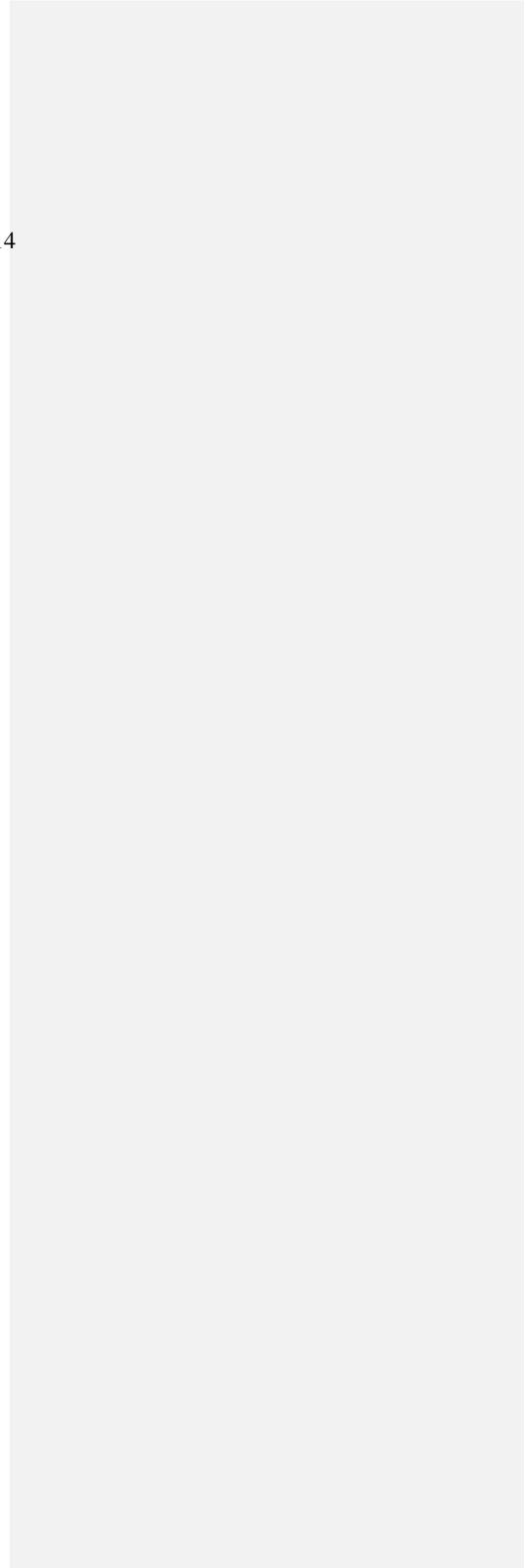
	12
<b>Figura 23.</b> <i>Fachada posterior - Fachada Frontal</i>	76
<b>Figura 24.</b> <i>Fachada Occidental - Fachada Oriental</i>	77
<b>Figura 25.</b> <i>Nueva capacidad de máquinas</i>	78
<b>Figura 26.</b> <i>Planos propuesta de distribución primer piso bodega tipo A</i>	84
<b>Figura 27.</b> <i>Distribución nueva bodega primer piso bodega tipo B</i>	85
<b>Figura 28.</b> <i>Distribución áreas nueva bodega mezzanine-segundo nivel</i>	86
<b>Figura 29.</b> <i>Distribución nueva bodega primer piso</i>	87
<b>Figura 30.</b> <i>Distribución general nueva bodega plano en 3d programa Sketchup 3d.</i>	88
<b>Figura 31.</b> <i>Distribución general producción nueva bodega en 3d programa Sketchup 3d</i>	89
<b>Figura 32.</b> <i>Distribución bodega mezzanine-segundo piso y pasillos programa Sketchup 3d</i>	89
<b>Figura 33.</b> <i>Distribución áreas de almacenamiento vertical Materia prima y Producto terminado programa Sketchup 3d</i>	90
<b>Figura 34.</b> <i>Distribución nueva planta área Produccion primer piso programa Sketchup 3d</i>	90
<b>Figura 35.</b> <i>Distribución nueva bodega área general procesos mezzanine</i>	91
<b>Figura 36.</b> <i>Diagrama de flujo de la nueva propuesta de distribución</i>	92
<b>Figura 37.</b> <i>Diagrama de recorrido nueva propuesta de distribución</i>	93
<b>Figura 38.</b> <i>Costos máquina cortadora de espuma:</i>	95
<b>Figura 39.</b> <i>Hoja Costos máquina cortadora de espuma Carrusel</i>	96
<b>Figura 40.</b> <i>Hoja Oferta económica de construcción de bodega tipo A</i>	97
<b>Figura 41.</b> <i>Oferta económica de instalaciones de acometidas eléctricas por cada máquina</i>	98
<b>Figura 42.</b> <i>Oferta económica de montaje eléctrico Mecanico por cada máquina</i>	99
<b>Figura 43.</b> <i>Hoja de ruta del proyecto (presupuesto)</i>	100
<b>Figura 44.</b> <i>Distribución presupuesto del proyecto</i>	101

13

**Lista de anexos**

Anexo 1. Logo diseñado para empresa estudio de caso

114



## **Introducción**

La evolución del sector industrial ha tenido gran impacto en el proceso productivo de las empresas, con la llegada de nuevas tecnologías y los constantes cambios del mercado, ha impulsado a los empresarios a realizar una búsqueda de métodos de producción para fabricar grandes cantidades, de ahí surge la importancia de la distribución de planta, la cual busca un orden y manejo adecuado de las áreas de trabajo y equipos, lo anterior con el fin de minimizar tiempos, espacios y costos.

Diseñar una distribución de planta consiste en distribuir de manera óptima todas las áreas del proceso productivo, buscando economizar los recursos disponibles, así como el espacio y tiempo.

Para realizar una distribución se deben integrar todos los factores que influyen en la producción: Factor humano, materiales, flujo de material y maquinaria, teniendo en cuenta siempre la Salud y Seguridad en el trabajo.

Este proyecto consiste en la realización de una propuesta de distribución de planta para la empresa Casa Muebles Rivera, ya que las instalaciones donde actualmente desarrolla sus actividades no cuenta con las condiciones necesarias para que los empleados laboren de manera adecuada, los desplazamientos exceden la distancia a tal punto que las operaciones demoran más de lo necesario, adicionalmente se presenta congestión en el momento que se están ejecutando las diferentes tareas en los procesos de fabricación. Con la propuesta de distribución se busca optimizar los espacios para almacenamiento, áreas de operación y ubicación de las diferentes máquinas.

Para dar cumplimiento al propósito del presente proyecto de grado, se elabora un trabajo académico, con aplicación de investigación, donde se desarrollan las siguientes etapas:

diagnosticar el estado actual de la distribución de planta, identificar los procesos que requieren mejoras en el recorrido, por último, documentar y estructurar una propuesta para mejorar el desempeño del proceso de fabricación.

En este proyecto se aplicó la metodología propositiva e investigación cualitativa y explicativa, conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería industrial, se integraron varias asignaturas, principalmente diseño de planta, organización y métodos, dibujo de ingeniería, formulación y evaluación de proyecto y salud ocupacional. Lo anterior se soporta con toma de datos, descripción, observación y planimetrías. Para realizar el diagnóstico de la situación actual de la empresa Casa Muebles Rivera, se identifica la planta física, las estaciones de trabajo y el proceso de construcción del colchón. Se elaboran el diagrama de flujo del proceso de producción del colchón, levantamiento planimétrico, diagrama analítico, para posteriormente aplicar la metodología SLP (systematic Layout Planning), presentar la propuesta de distribución de planta y obtener un presupuesto para presentación a la empresa.

### **Planteamiento del problema**

Renacer es una división de la empresa Casa Muebles Rivera que nace en el año 2012, en el departamento del Valle del Cauca, con Nit. 900.624.646-0, fue creada y fundada por el Sr. Jhon Edison Rivera Guevara, en busca de gestionar y proyectar un emprendimiento propio de manera empírica, se constituyó sin un organigrama u organización de estructura, debido a la forma en que nació.

Inició con 3 colaboradores, y gracias al esfuerzo de su fundador, la empresa ha demostrado crecimiento en un 1860% en empleos al año 2020, obteniendo como resultado un impacto social positivo para la ciudad de Cali, sosteniendo actualmente 56 puestos de trabajo.

Pertenece al sector económico secundario, está ubicada en la Calle 72b #23<sup>a</sup>-51, Barrio Ulpiano LLoreda, municipio Santiago de Cali, departamento Valle del Cauca, la planta física es una casa de 5 niveles, con área de 200 m<sup>2</sup> por nivel, en ella se encuentra distribuida el área administrativa y de producción. Esta investigación tiene como punto de partida la situación actual que se encontró en el proceso de producción en la empresa Casa Muebles Rivera, el aumento de la demanda que el mercado está exigiendo, el interés de los dueños por crecer y organizar su proceso productivo.

La empresa Casa Muebles Rivera inició con clientes minoristas los cuales demandaban poco producto, a medida que la marca fue tomando auge en el mercado de la ciudad de Cali, los clientes fueron aumentando y convirtiéndose en clientes mayoristas, incrementando los volúmenes de pedidos de producto, en vista de este aumento de demanda se hizo necesaria la adquisición de nueva maquinaria más eficiente para aumentar las unidades producidas por hora, estas máquinas fueron reduciendo espacios de maniobra y desplazamiento de la planta actual, la cual está ubicada en un edificio de 5 niveles y cuenta con un solo ascensor para transportar las

materias primas, producto en proceso y producto terminado, lo cual lo hace ineficiente, puesto que se presenta congestión y retrasos en los desplazamientos; cuando el ascensor está en uso y otro proceso necesita desplazar las materias primas urgente, los operarios deben hacer uso de las escaleras generando malestar, inconformidad, cansancio y posibles riesgos de accidentes de trabajo.

El área de almacenamiento de producto terminado no está acorde dimensionalmente con la capacidad requerida, esto obliga a los operarios a almacenar colchones terminados en los diferentes niveles, en sus áreas de trabajo, pasillos y como resultado al momento de despachar el producto terminado se presentan demoras en desplazamientos.

Como resumen de la vista a la empresa y la entrevista al actual directivo, se encontró las siguientes problemáticas: Espacios reducidos para el desempeño óptimo de las diferentes actividades, distribución deficiente, largos desplazamientos entre los procesos, contraflujos en los procesos (Existe un déficit en el proceso, porque la tarea “2” depende de la “1”), cuellos de botella y tiempos muertos en áreas de trabajo por espera de material en traslado.

Lo anterior se puede verificar y argumentar a través de la evaluación de las características que presentan las empresas que tienen problemas con la distribución de planta, los materiales se desplazan de manera dificultosa, al no tener una ruta definida la tarea suele demorarse más y como resultado se produce una disminución en el volumen de producción y los inventarios son incontrolables por el poco espacio.

### Descripción del problema

En la visita realizada a la planta y en la revisión de planos de la distribución actual, se evidencia dificultad para realizar los desplazamientos de forma ágil entre los niveles, también se puede observar que no se planearon los espacios óptimos (espacios operaciones, tránsitos materiales y personas, maniobras y alimentación de materias primas y operatividad de las máquinas), lo anterior hace que dichos procesos se realicen con dificultad y alta probabilidad de accidentes.

La compañía actualmente tiene un incumplimiento del 40% en las entregas demandadas por los clientes, debido a que los procesos no son eficientes. El gerente expreso “solicito en algunas oportunidades al personal operativo, realizar horas extras para poder aumentar las unidades procesadas y mejorar el cumplimiento a los clientes”. Rivera (2020). Lo anterior se ve reflejado en el pago de horas extras a 22 operadores de planta, equivalente a un 20% del costo sus salarios y en total de 1176 horas de trabajo.

Actualmente el proceso de manufactura se compone de 7 subprocesos los cuales se realizan en secuencia, pero se complementan con algunas materias primas que deben ser desplazadas desde el almacén hacia cada uno de estos puntos. Dichos desplazamientos equivalen a un 30% del tiempo total de la producción, cada desplazamiento equivale aproximadamente a 50,7 m por proceso en promedio, por consiguiente, el total de distancia desplazamiento

$$\text{Distancia promedio recorrida por proceso} \times n \text{ procesos} = 50,7 \text{ m} \times 7 = 354 \text{ m},$$

según el diagrama de recorrido de la figura 11, esta distancia se puede considerar con probabilidad de cruces y /o riesgo de accidentes, aunque a la fecha no se han registrado accidentes de este tipo.

La compañía evidencia carencias de un plan estructurado de seguridad y salud en el trabajo, por este motivo no tiene las respectivas señalizaciones de tránsito peatonal, materias

primas, áreas de máquinas, puestos de herramientas, vías de acceso, corredores, vías de evacuación, puntos de elementos de seguridad, extinción de incendios y puntos de encuentro. En el presente trabajo se tendrá en cuenta la normatividad asociada a salud y seguridad en el trabajo que se debe tener en cuenta para las plantas de producción, aplicándola a respetar los espacios de circulación y operación de norma.

### **Formulación del problema**

¿Qué requiere la empresa Casa Muebles Rivera para disminuir el número de recorridos, evitar los cruces en los desplazamientos de planta, así como para optimizar los tiempos de operación?

¿Cuál debe ser el mejor tipo de distribución de planta que le convendría a la empresa Casa Muebles Rivera?

¿Cuál es la restricción que tiene la empresa Casa Muebles Rivera, para poder cumplir a tiempo con los pedidos realizados por los clientes?

### **Justificación**

La distribución de instalaciones es una de las decisiones clave que determinan la eficiencia de las operaciones a largo plazo teniendo numerosas implicaciones estratégicas, debido que establece las prioridades competitivas de la organización en relación con la capacidad, los procesos, la flexibilidad y el costo, igual que con la calidad de vida en el trabajo, el contacto con el cliente, y la imagen. Heizer & Render (2007, p.213).

La distribución en planta es la óptima disposición de las máquinas y equipos, de tal manera que los costos operativos se reduzcan al mínimo, actualmente los desplazamientos de Casa Muebles Rivera equivalen a un 30% del tiempo de la producción, por lo que se debe revisar las restricciones que se presentan en el sistema de producción. La distribución es la mejora más importante que se puede hacer en una fábrica mediante el cambio físico de ella, ya sea para un local existente o un nuevo espacio.

La presente investigación, conlleva a corregir las diferentes fallas que se presentan en la distribución actual que se tiene en la planta de la empresa Casa Muebles Rivera, y de esta manera se obtendrá beneficios en temas de desplazamientos, almacenamientos, recepción de materias primas, costos de producción, mayor rentabilidad para los inversionistas, minimizar accidentes laborales, cumplimiento de entrega al cliente y un posible mejor precio.

## **Objetivos**

### **General**

Elaborar una propuesta para la distribución en planta que le permita a la empresa Casa Muebles Rivera mejorar el manejo de espacios y recorridos en los diferentes procesos productivos

### **Específicos**

- Diagnosticar el estado actual de la distribución de planta en la empresa Casa Muebles Rivera.
- Identificar las áreas actuales y cuáles de ellas requieren mejora en la distribución en planta.
- Documentar la propuesta para una nueva distribución de planta
- Elaborar el estudio financiero de la propuesta

## Marco referencial

### Antecedentes

El primero trabajo consultado fue el del estudiante Juan Pablo Ospina Delgado, quien realizó el proyecto de investigación denominado: “Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en ATE Lima, Perú” (Ospina, 2016, p.3). El objetivo principal de esta investigación fue realizar una propuesta adecuada para optimizar movimientos y procesos, generando menos sobrecostos.

La empresa contaba con problemas de producción, movimientos innecesarios y una distribución de planta no apta para los trabajadores, generando demoras en cada uno de los procedimientos de la fabricación. Los desórdenes de trauma acumulativo se presentaron constantemente en la empresa ya que inicialmente no se había implementado un correcto diseño del trabajo, las lesiones ocupacionales que presentaron los operarios tuvieron relación con movimientos y recorridos repetitivos e incensarios. Para su estudio empleo una investigación aplicada, la cual utilizó para darle solución a los problemas que presentaba la empresa en cuestión, la metodología correlacionar ayudo a establecer relaciones entre la variable principal y las que tienen relación directa. El método de investigación cuantitativo garantizo una profundidad en el estudio por medio de observaciones, descripciones y explicaciones.

Una de las conclusiones de este trabajo fue: el desorden de las áreas generaba problemas como accidentes recorridos incensarios, tiempos muertos o incomodidad para los operarios. También se determinó que implementando una distribución por procesos o función la empresa podría resolver los principales problemas expuestos.

Este trabajo es referente con la investigación planteada, ya que aborda el tema de la reducción de accidentes laborales el cual es uno de los objetivos del presente proyecto, de la mano del sistema de salud y seguridad en el trabajo se implementarán las señalizaciones de los equipos de atención de emergencia en la planta, así como puntos de encuentro y rutas de evacuación.

Un segundo trabajo consultado fue el que realizaron los estudiantes González Jorge Henry Laines González y Paola Jaqueline Tineo Razuri, denominado “Redistribución de planta del área de producción para mejorar la productividad en la empresa Hilados Richards S.A.C – Chiclayo 2015”. Gonzales & Tineo. (2016, p.2).

El objetivo general de esta investigación fue “elabora la redistribución de planta en el área de producción para mejorar la productividad de la empresa de madejas de lana e hilos de tejer Hilados Richards S.A.C”.

Hoy en día y debido a la globalización que se presenta en el mundo, las compañías deben asegurarse de tener un buen funcionamiento y distribución de planta, esto les genera una buena producción y buen servicio, en la empresa utilizada para esta investigación se encontró que se presentaba un crecimiento acelerado en ventas y niveles de producción, como consecuencia de esto encontraron que la planta era cada vez más reducida y sus instalaciones eran barreras para un flujo acelerado de producción y ocasionaba pérdidas en la producción.

Analizando el problema y estudiando sus causas, determinaron que la causa principal, del alto porcentaje de pérdidas en la producción se encontraba en la distribución de planta con la que contaban. Los problemas que existían en la empresa por la mala distribución principalmente era las distancias recorridas ya sea por materiales, herramientas y estaciones, asimismo los accidentes en los pasadizos como choques de los operarios con los carritos y montacargas con

los que se traslada la lana, lo cual generaba pérdida de tiempo y la necesidad de contratar horas extras, lo que demandaba un mayor costo para la empresa.

Para este proyecto el tipo de investigación fue Descriptiva-Applicativa, en este tipo de investigación la información es recolectada sin cambiar el entorno, es decir se observa y se describe, (no se manipulan las variables), su metodología fue descriptiva y algunos elementos cuantitativos. Y también fue aplicativa por que busca conocer para: hacer, actuar, construir y modificar; el diseño de la investigación es cuantitativo no experimental ya que no existe manipulación de las variables, el estudio consiste en observar las variables en su forma natural sin alteraciones para después analizarlos.

Una de las conclusiones de este proyecto de investigación fue que describieron las actividades para luego realizar diagrama de flujo para el análisis y la obtención de los productos con los respectivos tiempos de producción, después realizaron un diagrama de recorrido de los operarios y elaboraron el diagrama de hilos de los materiales para la fabricación de lanas e hilos permitiendo saber el desplazamiento de los materiales, con respecto a la propuesta de la redistribución elaboraron el diagrama Multi-producto donde observaron las máquinas en el área de producción mal distribuidas , por lo que existen largos recorridos entre las estaciones de trabajo, por medio del método Guerecht determinaron el área que se necesitaba para que las máquinas se encontraran bien ubicadas para un buen desplazamiento.

Este trabajo se relaciona con la investigación planteada, ya que muestra la importancia de la distribución en planta, teniendo en cuenta que el objetivo principal del proyecto es diseñar una distribución óptima que reduzca los tiempos y movimientos de los trabajadores mejorando la eficiencia, generando un buen ambiente laboral, se puede observar que es un tema esencial el cual debe ser estudiado en cada empresa nueva o con trayectoria en el mercado, así como se

innova en producto las compañías deben también prestar atención a su orden interno esto les ayudara a ser más competitivas debido a que si se reducen tiempos y espacios el producto se demorara menos tiempo en salir y serán más eficientes.

Un tercer trabajo es el del Ing. Antonio Aguilar Jaén (2017) Ciudad Sahagún Hidalgo quien presento una investigación denominada “Diseño de infraestructura de nueva planta para la línea de producción de los modelos Buller y Linner de Dina Camiones”.

El objetivo general de este proyecto fue diseñar una línea de producción en la nueva planta de ensamble de Dina Camiones, para la manufactura de los nuevos modelos de Buller y Linner 12, mediante la aplicación de la metodología Systematic Layout Planning (SLP) para el diseño de la distribución de planta y para la construcción de la infraestructura, cumpliendo con la normatividad vigente.

El problema que presentaba Dina Camiones era que deseaba lanzar dos nuevas marcas de camiones al mercado, pero no contaba con el espacio suficiente para incluir dos líneas de producción más, (en el momento contaba con 6), el objetivo de este proyecto consistía en realizar la distribución apropiada de un espacio que tenía disponible la planta, cubriendo los principios básicos de espacio y movilidad de materiales.

El Ing. Antonio Aguilar concluyo que un resultado importante fue la flexibilidad de las instalaciones y distribución de planta, para que cuando se requiera en un futuro, se puedan realizar cambios al proceso y maquinaria al menor costo y en corto tiempo.

Este trabajo es coherente con el presente proyecto ya que implementa la metodología SLP la cual se utilizará en la investigación, esta indica el paso a paso para realizar una propuesta de distribución correcta y eficiente para lograr los objetivos de mejora de la empresa, en todo proyecto es importante tener las herramientas necesarias y efectivas para así obtener un buen

resultado, y el proyecto citado muestra como aplicando esta metodología se logra lo antes mencionado.

El cuarto trabajo citado se denomina “Modelo de distribución de planta y eficiencia en la producción de calzados de las empresas D´KAL, del distrito de El Tambo, en el periodo 2017”. Chávez. (2017, p.25) fue realizado por Bach. Adm. Gina Denisse Chávez Pecho. Huancayo-Perú 2017. Esta investigación tuvo como objetivo Diseñar una nueva distribución de planta, para evaluar el impacto en la eficiencia de la producción de zapatos en la empresa Calzados D´KAL del distrito de El Tambo, en el periodo 2017.

Algunos de los problemas que detectaron en la empresa Calzados D´KAL fueron: Espacios reducidos y mal distribuidos en el proceso de producción, acumulación excesiva de materiales y productos en proceso. Mala ubicación de los procesos consecutivos, simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en de trabajo.

La metodología que utilizo en esta investigación fue la metodología general, en la cual empleó el método científico, en la metodología específica aplicó el método de observación el cual consiste en observar y analizar los diferentes aspectos de un proceso. El método analítico ayudo a conocer el objetivo de estudio. El método descriptivo se utilizó para describir los antecedentes. El método estadístico trabaja a partir de datos numéricos y obtiene resultados mediante determinadas reglas y operaciones, lo utilizó en la recolección de datos, la medición de los datos y para dar los resultados.

Para esta investigación la autora concluyó que los métodos de trabajo eran improductivos y el desorden de las áreas generaba problemas como accidentes, recorridos innecesarios y tiempos muertos. Por los problemas de pérdida de tiempo y los procesos poco dinámicos, los pedidos no eran entregados a tiempo.

El estudio anterior orienta a esta investigación ya que en ella se pudo observar como una buena distribución de planta le permite a la empresa cambiar su forma de trabajo e innovar, haciendo uso racional de los recursos y el espacio mejorando la producción.

El quinto trabajo citado se denomina “Diseñar un sistema que permita optimizar la distribución de planta de una fábrica de producción de cerveza artesanal” este trabajo fue realizado por Andrés Elías Cuba y Luis Ángel Morales. Cuba & Morales (2019, p.10).

El presente trabajo tuvo como objetivo diseñar un nuevo sistema de distribución de planta que optimice la producción de cerveza artesanal ya que no contaba con un diseño adecuado para su proceso productivo.

El tipo de investigación de este proyecto fue cualitativa–descriptiva, esto quiere decir que realizaron una descripción de datos y atributos de la planta de producción sin causar alguna inferencia en ellas. Los métodos de investigación fueron: observación directa, entrevista, encuestas. Las herramientas para analizar y recopilar la información fueron: Diagrama de flujo de procesos, Diagrama de recorrido y diagrama de relación de actividades.

La conclusión de este proyecto fue, que la nueva propuesta optimizo las distancias recorridas por el personal, se logró economizar espacio, gracias a los análisis realizados se alcanzó el objetivo a través del método propuesto.

Del planteamiento anterior se puede tomar como ejemplo la metodología y herramientas planteadas ya que es importante la recolección de datos y el análisis de los mismos, esto con el fin de obtener estadísticas precisas que permitan hacer una observación de cada uno de los procesos para así lograr de manera exitosa los objetivos planteados.

## **Marco Teórico**

Muther fue un pensador que vio la necesidad de establecer una industria que produjera al 100%, eliminando cualquier desperdicio en todos los sentidos; para Muther implantar una metodología de distribución era tan importante como la industria en sí.

### ***Lean Manufacturing***

Es un sistema de producción que reúne un conjunto de técnicas que facilitan el diseño de un área de producción, con un mínimo costo y capacidad para competir de tal forma que le permita a la empresa: minimizar inventarios, reducir espacios de trabajo, disminuir costos, mejorar la calidad y reducir retrasos en las entregas del producto.

Este modelo de gestión tiene como objetivo reducir las pérdidas y maximizar valor añadido al producto final. Es un sistema que nació en la industria automovilística, logro mejorar la competitividad empresarial, por este motivo se ha expandido a todo tipo de empresas ya que demostró ser un valor imprescindible para la supervivencia de las organizaciones.

Esta metodología también es denominada: manufactura esbelta, sistema de producción Toyota, manufactura ágil, Just in time, etc. Gracias a los resultados alcanzados a través de sus prácticas, la han convertido en una de las filosofías de producción más exitosas y revolucionarias de la historia.

**Herramientas de Lean Manufacturing.** Metodología de las 5s: esta metodología se creó en Toyota, en los años 60, y reúne una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear un ambiente de trabajo que permitan desarrollar las labores de forma organizada, y limpia. Estas condiciones se construyen reforzando los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo.

***Objetivos específicos de las 5S.***

- Mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo.
- Mejorar la calidad de la organización.
- Eliminar los despilfarros o desperdicios de la organización.
- A través de un entorno de trabajo ordenado y limpio, se crean condiciones de seguridad, de motivación y de eficiencia.

***Principios de la metodología 5S.***

- Clasificación u Organización: (Seiri) en este punto se Identifica la naturaleza de cada elemento, Separando lo que realmente sirve de lo que no; identificando lo necesario de lo innecesario, sean herramientas, equipos, útiles o información. Para llevar a cabo lo anterior se utiliza una hoja de verificación.

Algunas ventajas de clasificar son: se disminuye el tiempo en los inventarios, se obtiene un espacio adicional, elimina el exceso de herramientas y objetos obsoletos, se disminuyen movimientos innecesarios.

- Orden: (Seiton) para dar orden a un espacio en particular se necesita disponer de un lugar para cada elemento que se considere necesario y otro lugar para elementos que no se utilizan con mucha frecuencia, se debe utilizar identificación visual para que todas las personas puedan encontrar los elementos con facilidad y disminuir movimientos innecesarios. Las ventajas de tener un área ordenada son: se reduce el tiempo de búsqueda, los tiempos de cambio y se ocupa menos espacio.

- Limpieza: (Seiso) la limpieza consiste en eliminar las fuentes de contaminación y no solo la suciedad, esta práctica debe ser rutinaria y de manera autónoma. Unas de las ventajas de

mantener el área de trabajo ordenada es que aumenta la motivación de los colaboradores y aumenta la vida útil de las herramientas y los equipos.

- Estandarización: (Seiketsu) esta herramienta consiste en mantener el grado de organización y limpieza alcanzado con las tres primeras fases; a través de manuales, señalización, procedimientos y normas de apoyo, se debe utilizar evidencia visual acerca de cómo mantener, equipos y las herramientas organizadas y en buen estado.

- Disciplina: (Shitsuke) esta consiste en establecer una cultura de respeto por los estándares establecidos, promover la filosofía de que todo puede hacerse mejor y enseñar con el ejemplo.

**Kanban: Control de material y producción.** Puede definirse como un sistema de flujo que permite, por medio de señales, la movilización de unidades a través de una línea de producción, mediante una estrategia denominada estrategia pull o estrategia de jalonamiento.

***Tipos de Kanban:***

- Kanban de retiro: este tipo de Kanban de retiro también puede denominarse como tarjeta de retiro, la cual especifica la referencia y la cantidad de producto que debe retirarse de un proceso inmediatamente anterior, o del contenedor de almacenamiento.

- Kanban de retiro: este tipo de Kanban de retiro también puede denominarse tarjeta de retiro, la cual especifica la referencia y la cantidad de producto que debe retirarse de un proceso inmediatamente anterior, o del contenedor de almacenamiento.

El sistema Kanban funciona con un tablero en el que se depositan las tarjetas y este situado de tal manera que el o los operarios lo puedan ver con facilidad desde su posición habitual. Cada tarjeta representa a un contenedor o unidad de almacenamiento. Si el contenedor

está vacío, la tarjeta deberá estar en el tablero, si está lleno, la tarjeta deberá acompañar al contenedor.

Las ventajas de utilizar Kanban son:

- Nivelada la demanda con el flujo de producción.
- Mejora el servicio de cumplimiento al cliente.
- Soporta las actividades de planificación de producción.

**Balaceo en línea.** Es considerada una de las herramientas más importante para la gestión de la producción, debido a que si se trabaja con una línea equilibrada de producción se pueden optimizar ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, tales como los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las estrategias parciales de producción.

Esta herramienta tiene como objetivo igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones de proceso. Debido a que es un proceso que requiere una inversión económica y recolección de datos, es importante evaluar si es necesario implementar un balance de líneas, dado que no todos los procesos ameritan la aplicación de este sistema, algunas condiciones son:

- Cantidad
- Continuidad

**Metodología en línea recta.** Este método es utilizado para reducir al mínimo la distancia entre los procesos de tal forma que el desplazamiento sea en línea recta desde el comienzo hasta el final de las operaciones. Para este tipo de distribución se debe determinar el área requerida por cada departamento, se establecen los contornos y las dimensiones, indicando columnas y direcciones, las cuales pueden estar marcadas de izquierda a derecha demarcando cada grupo de productos que fluye a través de ellas.

***Ventajas:***

- Distribución constante
- Facilidad calcular los desperdicios

***Desventajas:***

- Los activos de deprecian mayormente en los primeros años.

***Metodología en espiral.*** Consiste en disponer un espacio por cada departamento que está representado en un círculo, al lado izquierdo del círculo se traza una línea la cual indica la entrada de material para proceso, al lado derecho del círculo se trazara la línea de unión con el proceso siguiente, todos los materiales deben ser representados en porcentaje para llevar un mejor control.

***Método SLP (systematic Layout planning).*** La planeación sistemática de la distribución de planta es una metodología desarrollada por Richard Muther, considerada como forma para realizar la planeación de una distribución de planta en 4 fases, con procedimientos para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la mencionada planeación.

En esta técnica, incluyendo el método simplificado, puede aplicarse a oficinas, laboratorios, áreas de servicio, almacén u operación manufactura e igualmente aplicable a mayores o menores adaptaciones, nuevos edificios o en las nuevas plantas de producción.

Esta metodología consta de cuatro fases que son:

**1ra fase. Localización:** consiste en evaluar la ubicación de la planta que se va a distribuir. En el caso si es una planta nueva se buscará la posición geográfica óptima que mejor satisfaga ciertos factores relevantes a esta. En cambio, sí es una redistribución el objetivo es determinar si la ubicación actual es conveniente o es mejor trasladar la planta hacia un área similar que se encuentre en mejor condición.

2da fase. Distribución General del Conjunto: Consiste en establecer un flujo para el área disponible y realizar la distribución, indicando el tamaño, la relación, y la configuración de cada área, departamento, actividad principal.

3ra fase. Distribución Detallada: Consiste en realizar la preparación en detalle del plan de distribución de cada puesto de trabajo u operación y las máquinas o equipos.

4ta fase. Instalación: Esta última fase implementa los movimientos físicos y ajustes, conforme se van distribuyendo los equipos y máquinas, para lograr la distribución planteada.

***Esquema General SLP (Análisis, Búsqueda, Selección).***

**Etapa I: Analizar**

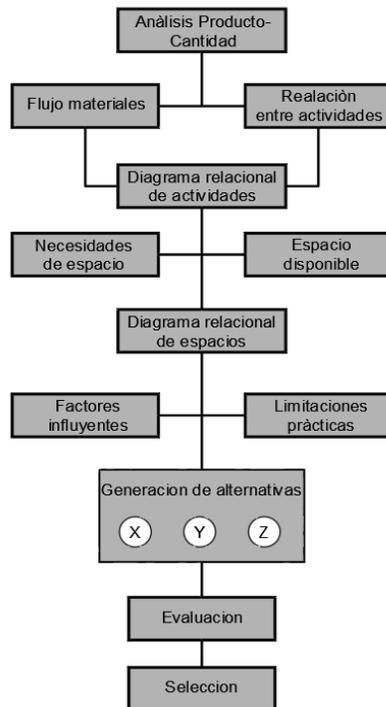
En esta etapa se recogen los datos de información sobre la empresa, datos sobre productos, cantidades y procesos de manufactura. Aquí se identifica el flujo de materiales en y entre las diferentes áreas de trabajo, así como su relación, de intercambios entre los departamentos. Además, se analiza y definen cuales son los requerimientos de espacio y área para cada actividad y cuál es el verdadero espacio disponible.

- Recolección de información sobre productos, cantidades, procesos y servicios (situación actual de la empresa).
- Graficas P-Q.
- Diagrama operaciones.
- Diagrama de relaciones.
- Diagrama Multi-producto.
- Matriz origen-destino.
- Diagrama de hilos
- Diagrama de recorridos (flujos MP, PP, PT).

*Esquema general del método SLP.*

**Figura 1.**

*Esquema General del método SLP (Systematic Layout Planning)*



Fuente: Muther, R. Año 1968.

**Etapa II: Búsqueda**

En esta etapa se buscan algunas alternativas de distribución, calculando espacios existentes y estimando el área requerida para cada departamento, para evaluar la necesidad de espacio versus lo disponible. Luego con el diagrama de relación de espacios más los factores

críticos y limitaciones identificadas, se elabora una serie de distribuciones posibles factibles que solucionen el problema.

- Diagrama de relación de espacios.

#### Etapa III: Selección

En esta etapa se evalúan y confronta las diferentes propuestas de distribución realizadas, para luego poder seleccionar con criterios o factores idóneos y satisfacer las metas y objetivos de la empresa.

### **Marco conceptual**

#### ***La distribución en planta***

“La ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller”. Muther. (1970, p.13).

Se formulan 6 principios:

1. Principio de la integración de conjunto: en este se requiere integrar de forma óptima todo lo que interviene en el proceso productivo, es decir al hombre, los materiales, máquinas y el espacio, además que se debe unificar todas las áreas que intervienen.
2. Principio de la mínima distancia recorrida: en este principio planteo que la distancia entre las operaciones sea el más corto posible.
3. Principio de la circulación o flujo de materiales: este principio tiene en cuenta la ordenación de las áreas de trabajo en la misa secuencia en que se transforman los materiales, significa que el material se moverá por cada operación sin que dé lugar a

movimientos transversales que conlleven a interrupciones e interferencias, se debe procurar que los movimientos se realicen en línea recta.

4. Principio del espacio cubico: este principio dice que se debe utilizar los espacios tanto verticales como horizontales, aprovechando el volumen de la infraestructura y obteniendo ahorros de espacios
5. Principio de la satisfacción y la seguridad: en esta se tendrá en cuenta el factor humano, será la mejor forma de proporcionar la seguridad y confianza para los trabajadores, minimizando los riesgos de trabajo.
6. Principio de la flexibilidad: la distribución más efectiva, es aquella donde se pueda ajustar o reordenar las líneas de trabajo con el costo más bajo, evitando inconvenientes, generalmente se utiliza en procesos productivos que requieran la adaptación rápida al cambio del mercado o referencias, ejemplo plantas de empaque de productos mayormente manuales.

**Fases de un proyecto de redistribución de planta.** Forero y Cardona plantean seis etapas en un proceso de redistribución de planta. Forero & Cardona. (2012, p.60-61):

1. Prediseño: Esta etapa demarca el proceso por el cual el planeador advierte la oportunidad de mejora y plantea la solución al problema.
2. Diseño del plan: Después de evaluar la factibilidad de la solución planteada en el prediseño, se genera una propuesta detallada del proyecto a ejecutar y se realiza una evaluación económica de la misma.
3. Preparación: Ya aceptado el proyecto, se deben empezar a ejecutar las actividades planeadas para que el proyecto resulte en la menor alteración del sistema como sea

posible. En esta etapa generalmente se genera inventario extra o se realiza el empalme con otra planta para que produzca lo que dejará de producir el sistema debido al proyecto.

4. Realización y control del proyecto: Inicia en el momento en que se interrumpe el sistema para ejecutar las actividades del proyecto. Generalmente los proyectos de redistribución de planta suponen un paro de producción y este es el momento en que inicia la ejecución del proyecto. Durante esta etapa se incurre en la mayoría de los costos debido a que es aquí donde se realizan los movimientos y el o los paros de producción. La etapa termina al momento de arrancar el sistema nuevamente.
5. Adaptación: El nuevo sistema presenta un escenario diferente para los trabajadores por lo que resulta necesario un periodo de entrenamiento y adaptación. De igual manera, tanto el sistema como los procesos y equipos requieren pruebas de calidad para verificar su rendimiento. Esta etapa también consume recursos monetarios y tiempo por lo que es importante tenerla en cuenta aparte de las demás.
6. Cierre del proyecto: Al momento en que se comprueba con certeza que el sistema se encuentra trabajando de acuerdo con lo estipulado, se debe dar un proceso de cierre del proyecto donde se evaluará la experiencia y los resultados de esta para tener una retroalimentación del proceso.

**Tipos y sistemas de distribución planta.** Los siete sistemas de distribución son:

- Movimiento de material: Aquí el material se mueve de un lugar a otro para continuar con el proceso de producción.
- Movimiento del Personal: Los operarios se desplazan de un lugar a otro para realizar la siguiente operación.

- **Movimiento de Maquinaria:** El operario se mueve con las herramientas y/o máquinas en un área de trabajo para ensamblar o producir una pieza más grande.
- **Movimiento de Material y Hombres:** Los materiales y la maquinaria van hacia los operarios que la ensamblan.
- **Movimiento de Hombre y Máquina:** Se desplazan con las herramientas y equipo generalmente alrededor de una gran pieza fija.
- **Movimiento de Materiales, Hombres y Maquinaria:** Generalmente no se aplica pues es demasiado caro e innecesario mover todo dentro del área de operación.

Los tipos de distribución son tres:

- **Distribución posición fija:** Es una distribución donde el material permanecen en lugar fijo. Las herramientas, maquinaria, operarios van hacia él.
- **Distribución proceso o Fusión:** En este tipo de distribución todas las operaciones del mismo proceso están agrupadas, en un mismo punto se realiza todo el proceso y sale el producto final.
- **Distribución en cadena o en línea:** El producto se produce en un área, pero al contrario de la distribución fija, el material está en movimiento. Ejemplo: ensamble de automóviles.

Las ventajas de cada uno de los tres tipos de distribución son:

Distribución posición fija:

- Optimización en uso de la maquinaria
- Adaptación a muchas variedades de productos
- Adaptación a demandas variables
- Incentiva al trabajador
- Mantiene continuidad en la producción

Distribución proceso:

- Menor manejo del material
- Minimiza material en proceso
- Mano de obra efectiva
- Controles más fáciles del proceso
- Menor congestión de las áreas

Distribución en cadena:

- Menor manejo de pieza mayor.
- Operarios Capacitados (personal capacitado)
- Permite cambios y mejoras en el producto
- Permite variedad de productos a producir
- Flexibilidad

**Manejo de materiales criterios de evaluación y fundamentos.** La distribución en planta y los materiales tienen relación directa, ya que en un diseño se debe reducir al mínimo la distancia desplazamientos de materiales.

En ingeniería, el manejo de materiales es el arte y la ciencia que se aplican a traslado, embalajes y almacenamiento en cualquier forma, tales como: Sólidos, líquidos, piezas, paquete, contenedores, pallet y vehículos.

En una empresa es fundamental evaluar el manejo de materiales para reducir costo de producción.

**Almacenamiento.** Las empresas deben tener el espacio óptimo para almacenar inventario de producción previsto mientras se vende. Se debe realizar el estudio y la tarea para poder

proyectar las áreas necesarias de almacenamiento. Estos deben ser bien distribuidos, para permitir que las entregas a clientes sean lo más rápido posible.

Algunos de los inventarios pueden estar ubicados en bodegas principales o en diferentes puntos estratégicos en la ciudad o el país, pueden ser alquilados o propias.

***Proyección de áreas total.***

***Diseño de espacio y área para el plan Layout.***

Para plantear el espacio necesario de planta, se deben tener en cuenta las áreas consideradas para la planta. Es decir que áreas se consideraran en la compañía, operación, almacenamiento, mantenimientos, casinos, desplazamientos, oficinas, despachos, recibo de materiales, etc. Para circulación se debe aplicar un 20% como factor adicional sobre el área general y un 50% si la distribución será de tipo flexible.

***Diagrama de actividades.*** Este diagrama sirve para planificar las relaciones entre el flujo de material y la localización de las actividades de producción. Es un diagrama de bloques que indica las relaciones entre actividades independientes.

***Diagrama de asignación de áreas.*** Es un plano con distribución en bloques, muestra la asignación de áreas con lo cual trabaja el diseñador. Pero se debe tener en cuenta en todo momento el desplazamiento de los materiales.

***Procedimiento análisis de flujo.*** Para realizar el análisis de flujo es necesario determinar las intensidades de las operaciones o actividades y además clasificarlas de la siguiente manera:

- A. Intensidad alta anormal.
- B. Intensidad alta especial.
- I. Intensidad importante.
- O. Intensidad ordinaria.

U. Intensidad elegible.

**Construcción de plan Layout.** El plano Layout es un ordenamiento físico de los elementos de la producción, que tiene en cuenta los factores que inciden en el funcionamiento, implementando factores como el flujo de materiales, y los requerimientos de espacios.

El diseño en planos de la distribución en la planta tiene algunas ventajas y desventajas:

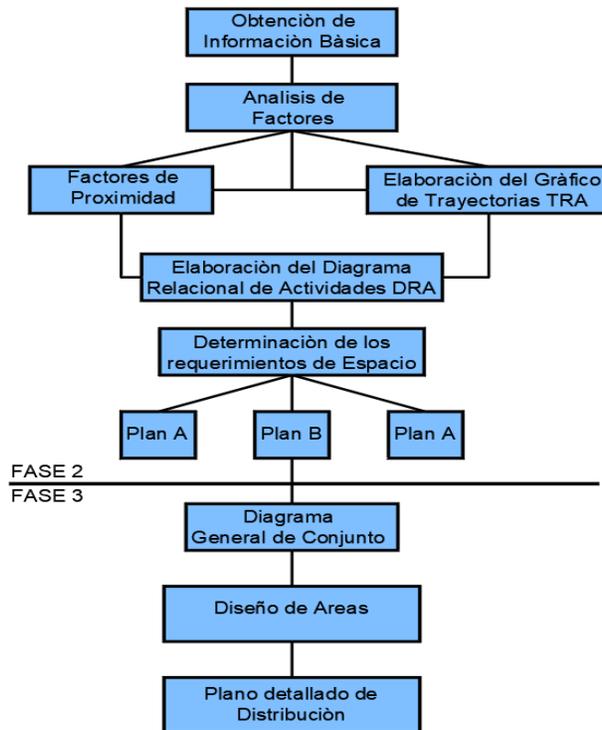
La propuesta que se quiere presentar tiene la finalidad de que no existan desventajas en la distribución de la planta, el proceso de producción. Las ventajas que se consideraran son las siguientes:

- Área de parqueo y recibo de materias prima.
- Área de parqueo y despacho de productos terminados,
- Áreas y pasillos para desplazamiento de materiales y personal.
- Áreas para maquinaria.
- Orden lógico para el proceso
- Optimización en tiempos de para desplazamientos
- Cumplimiento de normas y espacios para manipulación y operación de las máquinas.

*Esquema: proceso de diseño de la distribución.* Muñoz, (2004, p.40)

**Figura 2.**

*Proceso de diseño de la distribución*



Fuente: Muñoz. Año 2004

### Marco legal

A continuación, se citan los documentos normativos que se tendrán en cuenta para el proyecto en curso:

NTC 2094, Artículos de uso doméstico. Colchón y colchoneta. Requisitos.

NTC 3205, Guía para plásticos. Sistema de codificación.

NTC 5690, Mobiliario domestico camas y colchones. Métodos de ensayo para la determinación de las características funcionales.

GTC 53-8, Guía para la minimización de los impactos ambientales de los residuos de envases y embalajes.

GTC 86, Guía para la implementación de la gestión integral de residuos -GIR-.

RESOLUCIÓN 1842 junio 01 2009, Artículos de uso doméstico. Colchón y colchoneta.

ISO 14184-1, Textiles. Determination of Formaldehyde. Part 1: Free and Hydrolyzed Formaldehyde (Water Extraction Method).

ISO 16000-3, Indoor Air. Part 3: Determination of Formaldehyde and Other Carbonyl Compounds in Indoor Air and Test Chamber Air. Active Sampling Method.

ISO 16000-6, Indoor Air. Part 6: Determination of Volatile Organic Compounds in Indoor and Test Chamber Air by Active Sampling on Tenax TA Sorbent, Thermal Desorption and Gas Chromatography Using MS or MS-FID.

EN 14362-1, Textiles. Methods for Determination of Certain Aromatic Amines Derived from Azo Colorants Detection of the Use of Certain Azo Colorants Accessible with and Without Extracting the Fibres.

EN 14362-2, Textiles. Methods for the Determination of Certain Aromatic Amines Derived from Azo Colorants Detection of the Use of Certain Azo Colorants Accessible by Extracting the Fibres.

## **Diseño metodológico**

### **Tipo y enfoques de investigación**

La presente investigación se realizará con base en la metodología propositiva, ya que se pretende diagnosticar y dar solución a problemas fundamentales, con la investigación cualitativa se realizará el análisis de los datos recolectados dentro de la planta, también se implementará la investigación explicativa y se iniciará por la descripción de los problemas principales, relacionar causas y efectos, para luego plantear posibles soluciones y dar cumplimiento al objetivo principal.

Todo trabajo está sujeto a un tipo de investigación según su propio diseño; lo fundamental es dar a conocer sobre cuál se trabajará y a que hace referencia, ofreciendo razones para su utilización. Algunos de los tipos de estudio que se pueden realizar son: Estudios exploratorios, Estudios descriptivos, Estudios explicativos, Estudios correlacionales, Estudios experimentales, Estudios no experimentales, Investigación básica, Investigación aplicada, Investigación documental, Investigación de campo, se debe seleccionar la(s) que más se adecuen a la solución del problema planteado junto con el enfoque de investigación pudiendo ser: mixto, cuantitativo o cualitativo.

### **Recolección y análisis de datos**

El método para utilizar será el inductivo, ya que se parte de un hecho particular como es la descripción y análisis de la actual distribución en la empresa Casa Muebles Rivera, para luego presentar una propuesta de distribución que le permita a la compañía mejorar los aspectos en los que actualmente tiene fallas

## Fases y actividades metodológicas

**Tabla 1.**

*Fases y actividades metodológicas*

ÍTEM	OBJETIVO	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	HERRAMIENTA RECOLECCIÓN DATOS
1	Diagnosticar el estado actual de la distribución de planta en la empresa Casa Muebles Rivera	<p>Recolectar información de los procesos de producción actuales</p> <p>Realizar un análisis de la información recolectada.</p> <p>Determinar las posibles mejoras con la implementación de una nueva distribución de planta</p>	<p>Entrevista con el gerente de la empresa</p> <p>Descripción del proceso y áreas de la actual empresa</p> <p>Diagrama de flujo del proceso</p> <p>Levantamiento planimétrico y descripción de los problemas encontrados</p>	<p>Visita a la empresa - Observación - Entrevista</p>
2	Identificar las áreas actuales y cuáles de ellas requieren mejora en la distribución en planta (realizar el análisis previo del proceso y el posterior diseño de la implantación.	<p>Recolectar información de los tipos de distribución que podrían aplicarse</p> <p>Determinar qué tipo de distribución de planta se ajusta al proceso productivo de la empresa.</p> <p>Reunir datos reales y planimetrías de la distribución actual de la empresa.</p> <p>Definir las estrategias que faciliten la implementación de distribución de planta</p>	<p>Selección de la aplicación de la información recolectada en el proyecto de mejora propuesto.</p> <p>Aplicar Información sobre el método SLP</p> <p>Aplicar Información sobre el método SLP</p> <p>Estudio de tiempos, diagrama de flujo y de recorridos</p> <p>Toma de datos pertinentes del Proceso productivo, tales como tiempo de las diferentes etapas del proceso, capacidad de material, de maquinaria y de producción.</p>	<p>Revisión documental- Análisis de factores</p>

ÍTEM	OBJETIVO	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	HERRAMIENTA RECOLECCIÓN DATOS
3	Documentar la propuesta para una nueva distribución de planta	<p>Elaborar el diagrama general de conjunto para el proceso productivo</p> <p>Realizar el diseño integral de las diferentes áreas productivas de la empresa.</p> <p>Determinar las distancias entre áreas y los recorridos de los materiales.</p> <p>Determinar la mejor propuesta de distribución para los artículos de seguridad</p> <p>Entregar el diseño final de la distribución en planta a la administración de la empresa</p>	<p>Formato con requisitos del espacio para el proceso de producción</p> <p>Diagrama de recorrido.</p> <p>Ubicar las áreas de las diferentes etapas del proceso productivo con sus áreas.</p> <p>Diagrama de operaciones</p> <p>Elaborar el diagrama de conjunto para la distribución de planta en la empresa.</p> <p>Diagrama de relaciones.</p> <p>Establecer la disposición física detallada de todos los elementos de cada área.</p> <p>Elaborar los planos finales de la distribución en planta.</p>	<p>Diagrama Flujo</p> <p>Revisión documental-</p> <p>Levantamiento Planimétrico</p> <p>Diagramas-</p> <p>Utilización de Software de dibujo</p>
4	Elaborar el estudio financiero de la propuesta	<p>Elegir el método de evaluación para medir la eficacia del diseño de implementación de distribución en planta</p> <p>Fijar indicadores que muestren el impacto de la nueva distribución de planta</p> <p>Plantear las diferencias del proceso productivo anterior vs el nuevo proyecto de mejora propuesto.</p>	<p>Determinar los indicadores actuales vs finales para realizar la evaluación a la eficacia del proyecto</p> <p>Diagrama de relaciones.</p> <p>Realización un estudio de los métodos de evaluación de proyectos.</p> <p>Establecimiento cuantitativo de tiempo ejecución, cumplimiento de cronograma para revisar el impacto de la ejecución del proyecto en la empresa.</p>	<p>Trabajo de campo-Visitas a la planta-</p> <p>Observación-toma de datos</p> <p>formatos, Planos, documentos soporte</p>

ÍTEM	OBJETIVO	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	HERRAMIENTA RECOLECCIÓN DATOS
			Diagrama de recorrido Establecer la herramienta necesaria para realizar una comparación entre los estados Realizar conclusiones de la implementación del proyecto	

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

**Objetivo 1. Diagnóstico distribución de planta actual empresa Casa Muebles Rivera  
en el Valle del Cauca**

Fabricar un colchón consiste en unir o ensamblar diferentes partes o materias primas a lo largo de un proceso en línea, ya sea de forma manual, semiautomática o automática, dependiendo de la infraestructura de la empresa, para el caso de Casa

Muebles Rivera el proceso es semiautomático. La empresa cuenta con una plantilla de personal operativo distribuido de la siguiente manera:

**Tabla 2.**

*Plantilla de personal operativo*

Máquina	Numero de Máquina	Numero de operarios	Total, Operarios
Cortadora Horizontal/Vertical	1	2	2
Cortadora de espuma continua	1	2	2
Cerradora	4	1	4
Máquinas de coser	5	1	5
Acolchadora	1	2	2
Espumadora Manual	1	4	4
Casatera	1	1	1
Operario suministros		2	2
	14	Total, operarios	22

Con formato: Izquierda

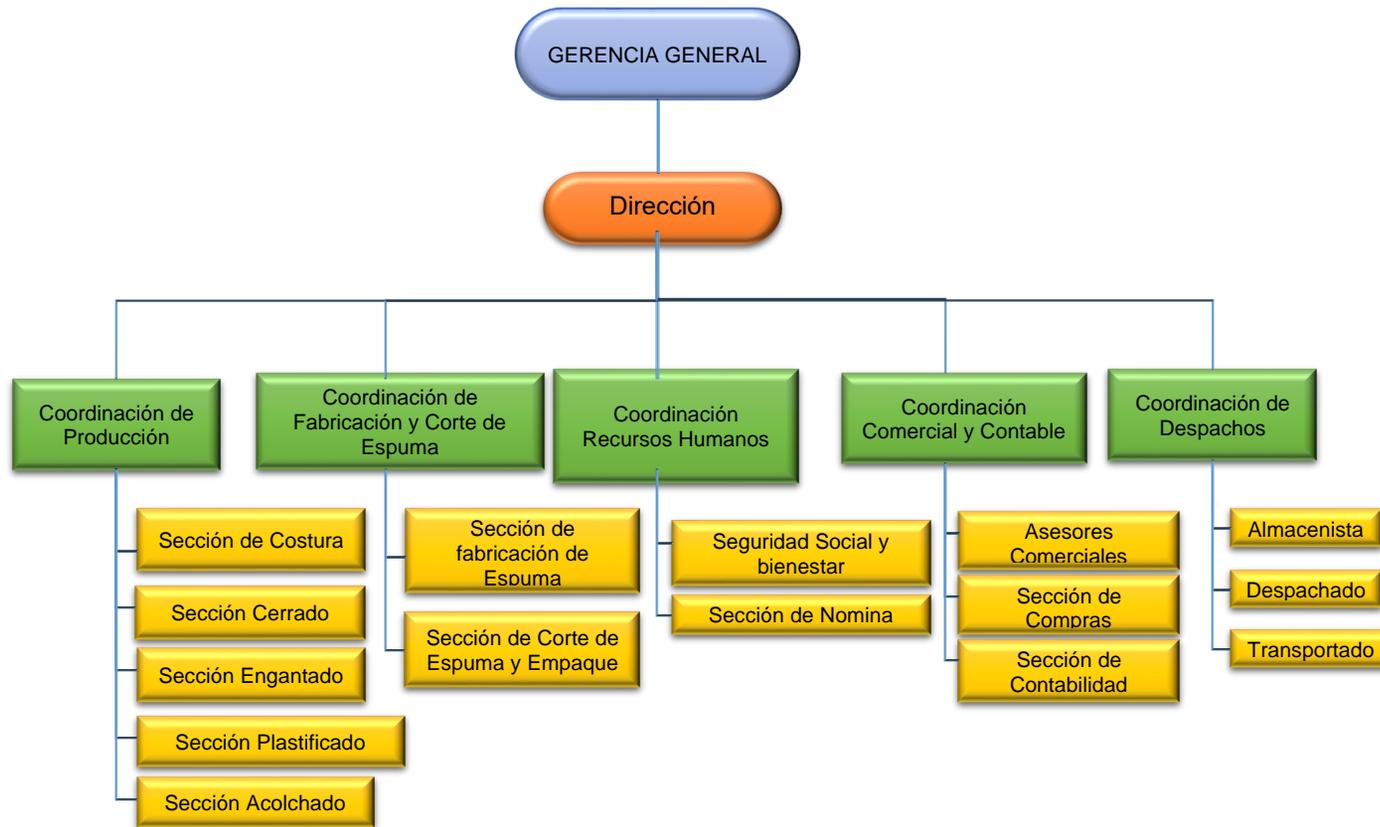
Fuente: elaboración propia. Año 2021.

**Descripción planta producción**

La estructura organizacional de la empresa está conformada por un organigrama plano, o de forma horizontal, posee tres niveles que son: en el primer nivel el gerente, según nivel los directivos superiores y en el tercer nivel los empleados. A continuación, se presenta el organigrama de la compañía:

**Figura 3.**

*Organigrama de la empresa*



Fuente: Casa Muebles Rivera. Año 2021

## Portafolio de productos

La empresa cuenta con una amplia oferta de productos, a continuación, se presentan algunas referencias:

**Tabla 3.**

*Portafolio de productos*

Descripción	Medidas
Colchón de espuma D 26 (19cm) +/- 1cm	1.00x 1.90
	1.20x 1.90
	1.40x 1.90
	1.60x 1.90
Colchón Pillow Espuma D 26 (23 cm) +/- 1cm	1.00x 1.90
	1.20x 1.90
	1.40x 1.90
	1.60x 1.90
Colchón Semi Ortopédico Resortado (25 cm) +/- 1cm	1.00x 1.90
	1.20x 1.90
	1.40x 1.90
	1.60x 1.90
Colchón UniPillow Top Resortado (29 cm) +/- 1 cm	1.00x 1.90
	1.20x 1.90
	1.40x 1.90
	1.60x 1.90
Colchón UniPillow Top Resortado (34 cm) +/- 1 cm	1.00x 1.90
	1.20x 1.90
	1.40x 1.90
	1.60x 1.90
Colchón Ortopédico Casata (34 cm) +/- 1 cm	1.00x 1.90
	1.20x 1.90
	1.40x 1.90
	1.60x 1.90
Colchón Ortopédico Casata (21 cm) +/- 1 cm	1.00x 1.90
	1.20x 1.90
	1.40x 1.90
	1.60x 1.90

	1.00x 1.90
Colchón UniPillow Top Ortopédico Casata (25 cm) +/- 1 cm	1.20x 1.90
	1.40x 1.90
	1.60x 1.90

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

### Proceso de manufactura colchón

El proceso de producción de colchones es similar para las diferentes referencias que se construyen en la compañía, sus diferencias se encuentran en algunas aplicaciones de elementos complementarios y/o diferenciadores, tales como manijas, estabilizadores, acabados, etc. Sin embargo, en general el proceso de manufactura cumple con el mismo flujo para las estaciones de trabajo.

Las siguientes materias primas son utilizadas en el proceso de producción de un colchón:

#### Tabla 4.

*Materias primas utilizadas en la producción de un colchón*

<b>Materias primas fabricadas por la empresa</b>	<b>Materias primas adquiridas de proveedores</b>
Espuma	Parrillas Resortadas
Tela Acolchada	Hilos
	Plásticos, material de empaque
	Químicos

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

El proceso inicia con la fabricación de espuma en el piso 5, los químicos que son materias primas de este se deben trasladar desde el piso 1, este consiste en la fabricación de espumas de alta densidad (densidad 26) o baja densidad, por medio de moldes industriales, se obtienen con la mezcla de químicos, en cantidades exactas según sea la formulación para cada espuma

dependiendo de la referencia, dicha mezcla se realiza en reactores o tanques y mezcladores industriales, luego la mezcla líquida es vaciada en un molde que da la forma al producto la cual es rectangular, en rollos cilíndricos por reacción con el aire o ambiente. Otra máquina ubicada en el piso 5 es la máquina Casatera donde se producen las casatas rectangulares o espumas comprimidas por prensa hidráulica con adición de químicos, estas casatas son utilizadas en la producción de colchones semi ortopédicos y ortopédicos.

**Figura 4.**

*Espuma*



Fuente: elaboración propia. Año 2021.

Al terminar el proceso de fabricación de espuma, estas se pasan por una máquina de corte, si es rectangular se utiliza una cortadora horizontal y para la cilíndrica una cilíndrica, y para cada corte se utiliza el formato dimensional de los colchones que son requeridos para producción.

**Figura 5.***Cortadora de espuma*

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

El área de Acolchado trabaja en paralelo con el área de fabricación de espuma, ubicada en el primer nivel. La espuma al producirla se maneja en rollos, esta actividad se realiza en el piso 4, posteriormente se debe transportar hasta el nivel 1, y el rollo de espuma se debobina en conjunto con la tela y se unen para dar apariencia de dos capas de una tela resistente, lo anterior se hace a través de un fileteado continuo en la máquina Acolchadora, elaborando así una superficie que sobresale y es confortable. Los acolchados se utilizan para recubrir la estructura metálica y/o Casata, de forma que quede suave y cómoda.

**Figura 6.***Acolchadora*

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

El acolchado es transportado hacia el área de costura, donde se cortan de forma manual las telas acolchadas en bandas laterales, tapas superior e inferior de la funda, según cada referencia del colchón, posteriormente son unificadas en máquinas de coser planas industriales, para dar forma igual a una bolsa tradicional, que tienen nombre de funda para la empresa. Finalmente se revisa que no tengan ningún hilo defectuoso y se corrigen los imperfectos. En esta área también se colocan las etiquetas o marquillas del colchón cosidas.

**Figura 7.***Corte y costura*

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

El proceso continua en el piso 3 en el área de cerrado y armado, se deben transportar desde el primer nivel hasta el nivel 3 de los panales o parrillas de acero resortados, también de la casata del piso 5 según sea la referencia, los rollos de espuma para tapizado que fueron cortados en el piso 4, al igual que las fundas cosidas en el piso 2, todo lo anterior utilizando el único ascensor de carga que posee la planta de Producción.

En el área de cerrado se realiza el armado del colchón tomando un panal y/o casata según sea las referencias del colchón. El operario manualmente enmarca o tapiza la parrilla de resortes y/o casata. Esta operación permite darle al panal estabilidad y firmeza. Seguidamente se cubre la parte superior e inferior de espuma delgada previamente cortada a la medida y se realiza fijación de la misma a la estructura, con el fin de separar la estructura metálica y/o casata del acolchado, lo anterior se realiza para prevenir posibles rupturas y perdida de comodidad para el cliente por tallados del metal de las parrillas y se procede a realizar el cierre del colchón, donde se introduce en una funda cosida, para después montarlo en la Máquina fileteadora de doble cabezote, que permite filetear los dos bordes o bandas al tiempo para obtener un borde cerrado, reforzado y uniforme.

Para los colchones que tienen Pillow top (colchoneta superior extra aparte de la tapa), se Adiciona la colchoneta entre la tapa y la estructura, con el fin de dar mayor comodidad al usuario, finalmente se realiza el cerramiento al igual que los demás colchones.

**Figura 8.***Cerrado y armado*

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

Los colchones terminados, se les realiza una inspección y luego se empacan en plástico transparente resistente, con logos de la empresa y con esquinas de cartón con el fin de proteger el producto durante su almacenamiento y transporte.

**Figura 9.***Empaque*

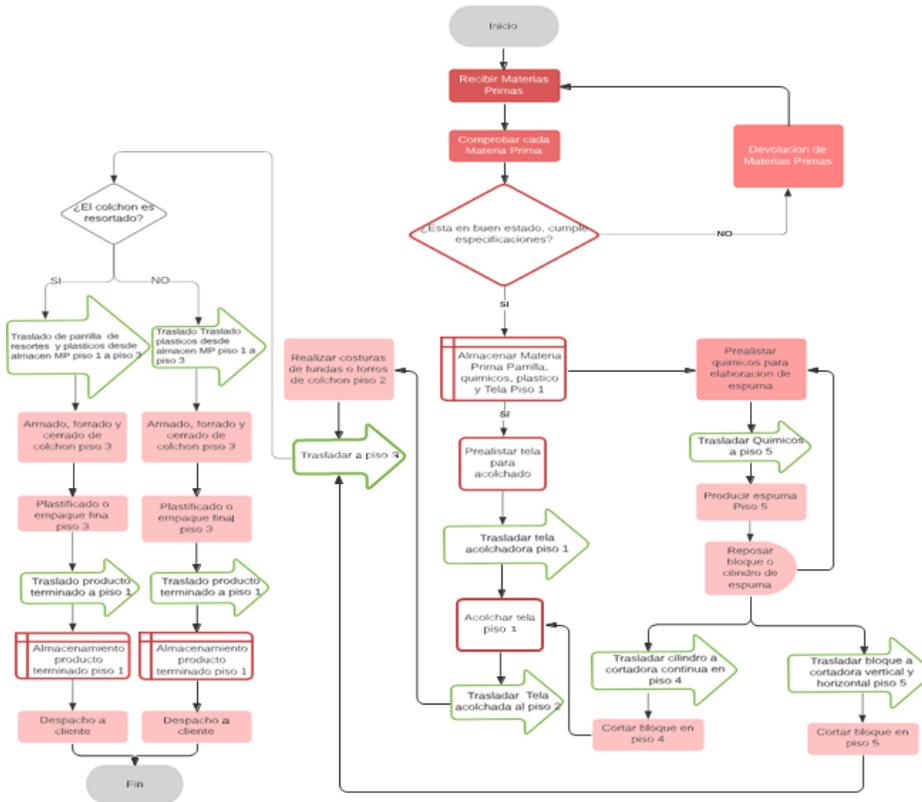
Fuente: elaboración propia. Año 2021.

**Diagrama de flujo actual**

En el diagrama de flujo se evidencia los múltiples desplazamientos o movimientos del producto y las materias primas en proceso, que deben realizar por los diferentes niveles de la planta ya que no existe un único nivel que permita distribuir las diferentes operaciones de forma horizontal.

**Figura 10.**

*Diagrama de flujo actual*



Fuente: elaboración propia. Año 2021.

## Diagrama de flujo analítico actual

Figura 11.

Diagrama de flujo analítico actual

Formato cursograma analítico				Resumen		Observaciones		
Diagrama Num: 01		Hoja Núm 1 de 1		Actividad	Actual	Propuesta	Economía	
Objeto: Revisión Procesos		Operación						
Actividad: Producción colchones		Transporte			X			
Método: Actual/Propuesto		Espera						
Lugar: Casa Muebles Rivera		Inspección						
Operario (s): Marlon Guevara		Almacenamiento						
Fecha: 22-11-20		Distancia (m)			X			
Aprobado por: Jhon E Rivera		Tiempo (min-hombre)			X			
Fecha: :22-11-20		Costo						
		- Mano de obra						
		- Material						
		Total						
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo		Observaciones		
Recibir materia Prima	1	60	10	X	X			
Almacenar Materia prima	1	15	15			X		
Químicos al nivel 5	25	240	45			X		
Preparación de mezcla para espuma piso 5	1	20	0					
Mezcla a máquina piso 5	1	1	5			X		
Producción espuma piso 5	1	10	2			X		
Bloque espuma almacén piso 5	1	5	20			X		
Reposo de bloques y/o cilindro espuma piso 5	25	1440	0			X	Espuma Continua	
Cortadoras Piso 4 continua	1	10	25			X	Espuma Bloque	
Cortadoras Piso 5 continua	1	3	15			X		
Corte piso 4 continua	1	15	0			X		
Corte piso 5 Bloque	1	45	0			X		
Almacén Espuma cortada piso 1	1	10	20			X	Espuma Continua	
Almacén Espuma cortada para almacén piso 3	1	15	15			X	Espuma Bloque	
Almacén Espuma cortada piso 1	1	10	20			X	Espuma Continua	
Almacén Espuma cortada para almacén piso 3	1	15	15			X	Espuma Bloque	
Espuma Acollchado piso 1	1	2	7			X		
Acollchado piso 1	1	1	0	X				
Almacén de acollchados piso 2	1	10	17			X		
Almacén de acollchados piso 2	1	10	17			X		
Transporte acollchado a Costura piso 2	1	5	10			X		
Coser Forros tela acollchada piso 2	1	8	2	X				
Transporte forro cosido piso 3 armado	1	9	20			X		
Transporte espuma armado piso 3	1	8	20			X		
Armado manual piso 3	1	4	0	X				
Cerrado piso 3	1	1	3			X		
Cierre manual piso 3	1	12	0	X				
Plastificado piso 3	1	1	3			X		
Plastificado manual piso 3	1	5	0	X				
Transporte almacén Producto Terminado almacén piso 1	1	10	28			X		
Almacenaje Producto Terminado	1	5	20			X		
Despacho al cliente	1	5	0	X				
Fin	1	0	0	X				
Total		2010	354	2	12	1	14	5

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

## Resumen del proceso por día

**Tabla 5.**

*Resumen del proceso por día*

Actividad	Cantidad	Tiempo (Min)	Distancia (m)	Numero trabajadores
Operación	120	186	NA	14
Demora	120	1440	NA	
Transporte	120	329	248	6
Almacenamiento	120	87	NA	2
Total	120	2042	248	22

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

El diagrama analítico y su resumen se utilizó para analizar de manera general el proceso de la manufactura del colchón, encontrando como resultados 14 transportes con un total de tiempo invertido en esta tarea de 329 minutos, mientras se levantaron los datos del diagrama analítico, se observó que el 73% del tiempo es en la espera que se desocupara el ascensor, arrojando un total de tiempo de espera de 240 minutos.

Seguidamente se cuantificarán los tiempos adicionales, en los que se incurren, siendo motivo de pago de horas extras que está realizando la empresa y los turnos de 12 horas diarias.

**Tabla 6.**

*Calculo tiempo extra por espera planta completa*

<b>Cuadro cálculo tiempo extra por espera planta completa</b>					
Tiempo espera minutos			Tiempo espera en horas		
Día	Mes	Año	Día	Mes	Año
240	5760	69120	4	96	1152

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

**Tabla 7.***Reporte unidades producidas*

Descripción	Producción actual		
	Día	Mes	año
Bloque espuma	25	600	7200
Corte de espuma bloque	120	2880	34560
Corte de espuma continua	280	6720	80640
Acolchado	120	2880	34560
Corte tela y costura	120	2880	34560
Armado colchón	120	2880	34560
Cerrado colchón	120	2880	34560
Plastificado	120	2880	34560

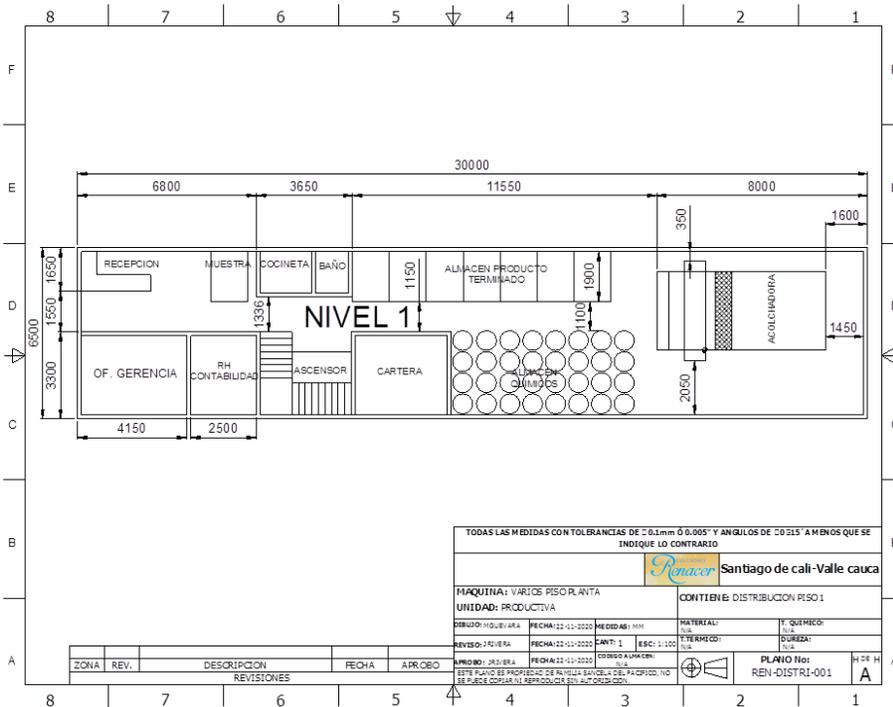
Fuente: elaboración propia. Año 2021.

Según la tabla anterior se puede observar que la producción está limitada a 120 colchones por día, en un turno de 12 horas, equivalente a 720 minutos, el promedio de tiempo requerido para la manufactura de un colchón es de 6 minutos, en condiciones actuales de la planta, según lo expresado por él gerente no se están cumpliendo los requerimientos de los clientes de 225 unidades de colchones por día.

**Plano primer nivel**

**Figura 12.**

*Plano primer nivel*



Fuente: elaboración propia. Año 2021.

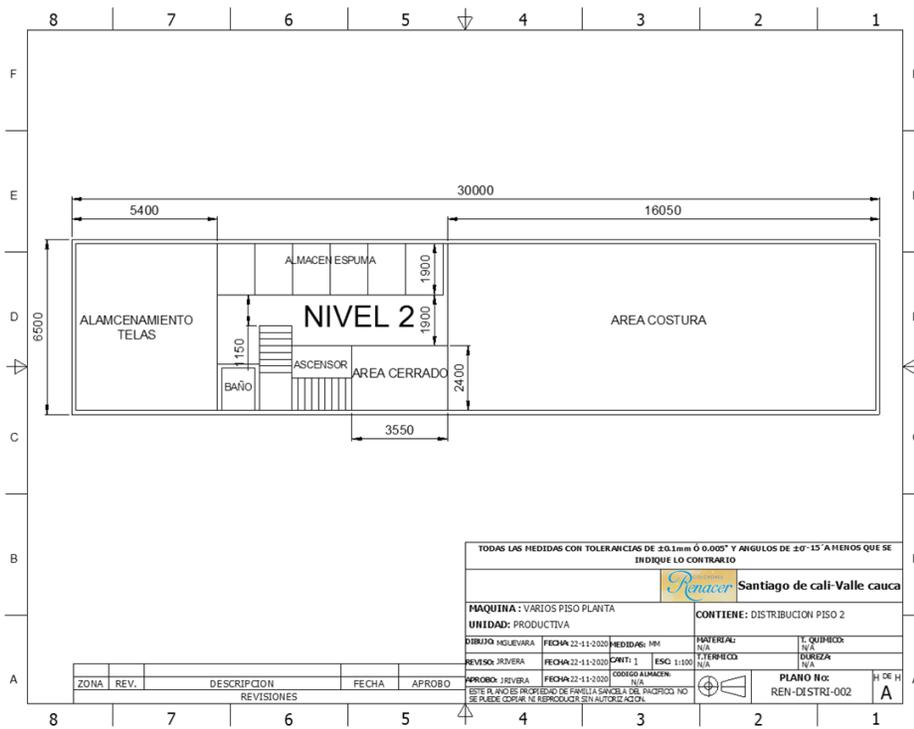
Este nivel cuenta con 6.5 m de ancho, 30 m de largo equivalentes a 195 m<sup>2</sup>, en él se encuentran las áreas administrativas de la empresa, recibo, despacho de mercancía, almacenamiento de producto terminado, y el área de producción de acolchado de tela. Cabe resaltar que la materia prima y el producto terminado se encuentra en la misma área, con un área delimitada no adecuada, debido que dificulta el traslado hacia la máquina Acolchadora, la cual se

encuentra al fondo del edificio, y está ubicada al costado de una de las paredes, limitando el acceso para el mantenimiento y las diferentes operaciones.

**Plano segundo nivel**

**Figura 13.**

*Plano segundo nivel*



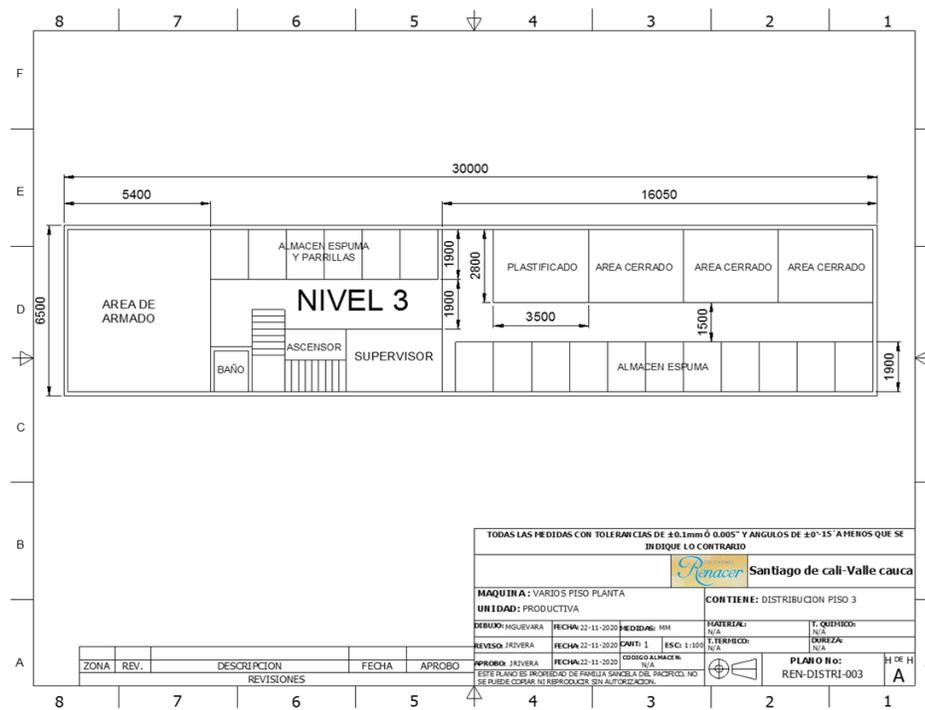
Fuente: elaboración propia. Año 2021.

Este nivel de la planta cuenta con un ancho de 6.5 m y 30 m de largo con un área total de 195 m<sup>2</sup>, aquí se encuentra la zona de costura, la cual cuenta con el área adecuada para la labor, la dificultad se presenta en el momento de desplazar las fundas o forros de tela del colchón terminadas hacia el siguiente proceso, debido que los pasillos tienen limitación de espacio, siendo este de 1,15 m, pudiendo transportar pocas unidades del producto terminado.

**Plano tercer nivel**

**Figura 14.**

*Plano tercer nivel*



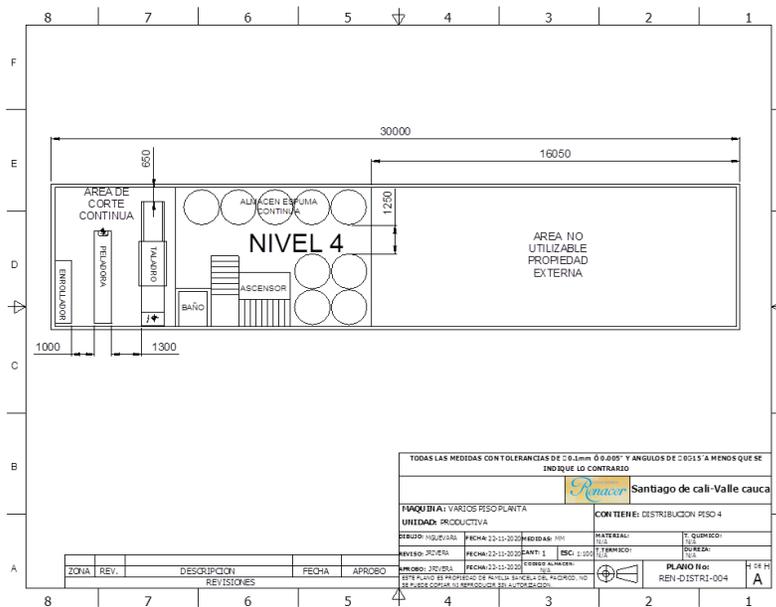
Fuente: elaboración propia. Año 2021.

En este piso se encuentran los procesos de, armado, cerrado, plastificado, y almacenamiento de espuma. El área es adecuada debido que cuenta con ancho de 6.5 m y 30 m de largo para un área total de 195 m<sup>2</sup>, pero se evidencia almacenamiento de productos en los costados del salón sin ayudas para el desplazamiento del material.

**Plano cuarto nivel**

**Figura 15.**

*Plano cuarto nivel*



Fuente: elaboración propia. Año 2021.

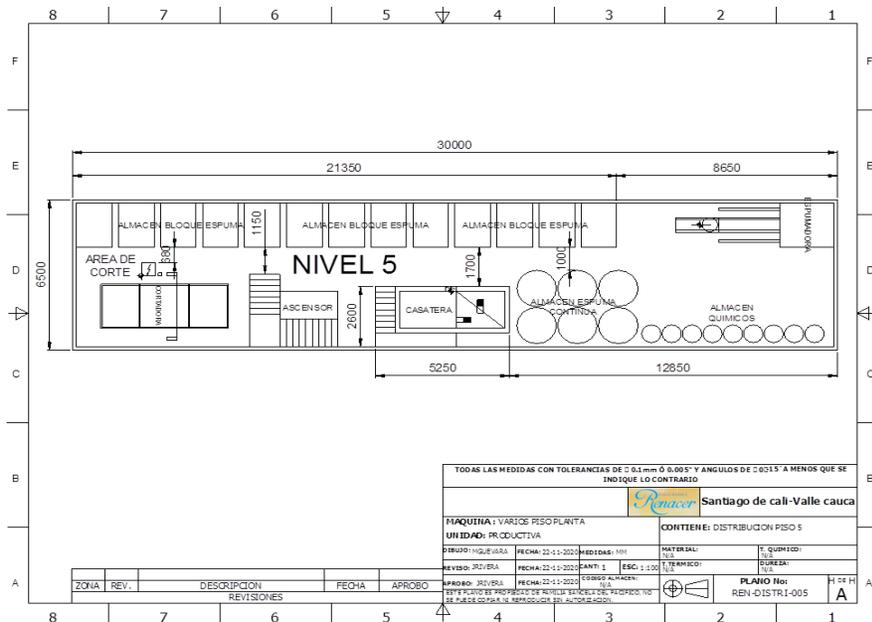
El edificio donde se encuentra la planta de producción es alquilado, el cuarto nivel tiene un área de 195 m<sup>2</sup>, en donde el área disponible para la empresa son 90 m<sup>2</sup>, correspondiente a 6.5

m de ancho y 14 m de largo , el área restante no puede ser utilizada ya que no está en el contrato de arrendamiento de la compañía, esto genera que haya una limitación en el uso de los espacios, en este nivel se encuentra la máquina de corte Continua, el operario tiene 1.0 m para realizar las maniobras de mantenimiento y operación, adicional a lo anterior se presenta otra falencia la cual corresponde entrada de materia prima y salida de producto terminado, generado por el almacenamiento de cilindros (espuma para continua) en los pasillos, esta espuma es la materia prima de la máquina de corte Continua.

**Plano quinto nivel**

**Figura 16.**

*Plano quinto nivel*



Fuente: elaboración propia. Año 2021.

Este nivel cuenta con ancho de 6.5 m y 30 m de largo, con un área total de 195 m<sup>2</sup>, están ubicados la máquina de corte de bloques de espuma rectangulares, máquina de producción de espuma “espumadora” y una máquina Casatera encargada de comprimir y/o producir espuma llamada “Casata”, se observa un área con limitaciones de espacio en pasillos con medidas de que varían entre 0,58 m, 1,15 m y 1,7 metros de ancho, dichas medidas dificultan el desplazamiento de materias primas, personal y acceso a máquinas, como se puede observar en el plano se almacena el producto en proceso y en reposo (espuma) por todo el área, lo ideal es tener lugares dedicados de almacenamiento para mejorar la movilidad del proceso.

**Objetivo 2. Identificar las áreas actuales y cuáles de ellas requieren mejora en la distribución de planta**

A continuación, se muestra la capacidad actual de las máquinas con las que cuenta la empresa Casa Muebles Rivera, varias de ellas están al máximo de capacidad, en total se logran manufacturar 120 colchones diarios. Según el diagrama de Pareto de pedidos actuales se evidencia que el proceso no puede soportar el crecimiento que proyecta la gerencia y las solicitudes de los nuevos clientes, para 225 unidades diarias.

**Figura 17.**

*Capacidad actual de máquinas*

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Espumadora Manual		15 bloques y 10 rollos de continua= 120 colchones	Hecho en Colombia Modelo 2015	Trifásico, 220 V	Fabricación Nacional

Con formato: Izquierda

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Cortadora Horizontal/Vertical		15 bloques = 120 colchones	Hecho en Colombia Modelo 2015	Trifásico, 220 V	Fabricación Nacional

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Cortadora de espuma continua		24 rollos = 280 colchones	Hecho en Colombia Modelo 2015	Trifásico, 220 V	Fabricación Nacional

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Casatera		6 bloques = 4 colchones por bloque	Hecho en Colombia Modelo 2015	Trifásico, 220 V	Fabricación Nacional

	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Acolchadora		120 colchones máximo	Hecho en Colombia Modelo 2015	Trifásico, 220 V	Fabricación Nacional

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Máquina de coser		120 fundas, 24 por operaria	Hecho en Colombia Modelo 2015	Trifásico, 110 V	Fabricación Nacional

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Armado/ Cerradora		120 colchones, 40 por cerrador	Hecho en Colombia a Modelo 2015	Trifásico, 220 V	Fabricación Nacional

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Plastificado		120 colchones	Largo 2,0 m x 1,5 m	Mesa de labor manual	Fabricación Nacional

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

#### Datos de solicitudes de pedido de clientes

Según la **tabla de datos 8**, el diagrama de Pareto en la **figura 18**, se observa que el 38% de los pedidos son de la referencia “Colchón de espuma D26 (19cm) +/- 1 cm”, seguido de 33% de la referencia “Colchón Ortopédico Casata (21 Cm) +/- 1 cm, en tercera posición con un 25% se encuentra el “Colchón Semi ortopédico Resortado (25 cm) +/- 1 cm y el restante 4% se distribuye entre las demás referencias dependiendo de los pedidos de los clientes.

Como los procesos de la manufactura del colchón son en línea o los procesos de ensamble son en cadena, dependen del proceso anterior, el orden es: inicia en la elaboración de espumas, corte, acolchado, corte tela acolchada y costura de fundas o forros, armado, cerrado, plastificado y

despacho, lo anterior nos indica que todas las referencias que se construyen tienen problemas por la distribución de planta actual, esta información se valida en el diagrama de recorrido y los diagramas de flujo de proceso actual ver las **Figuras 10 y 11**.

**Tabla 8.**

*Tabla de frecuencias*

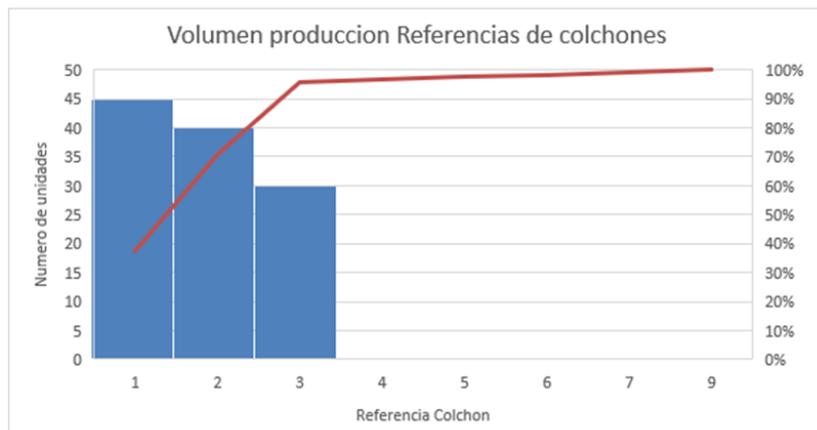
Ítem	Referencia	Frecuencia		%	%
		unidad	Frecuencia individual	individual	acumulado
1	Colchón de espuma D 26 (19cm) +/- 1 cm	45	45	38%	38%
2	Colchón Ortopédico Casara (21 cm) +/-1 cm	40	85	33%	71%
3	Colchón Semiortopedico Resonado (25 cm) +/- 1 cm	30	115	25%	96%
4	Colchón Pillow Espuma D26(23cm) +/-1 cm	1	116	1%	97%
5	Colchón UniPillowTop resonado (29 cm) +/-1 cm	1	117	1%	98%
6	Colchón UniPillow Top Resortado (34 cm) +/-1 cm	1	118	1%	98%
7	Colchón Ortopédico Casara (34 cm) +/- 1 cm	1	119	1%	99%
9	Colchón UniPillow Top Ortopédico Casara (25cm) +/-1 cm	1	120	1%	100%

Tabla con formato

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

**Figura 18.**

*Diagrama de Pareto*



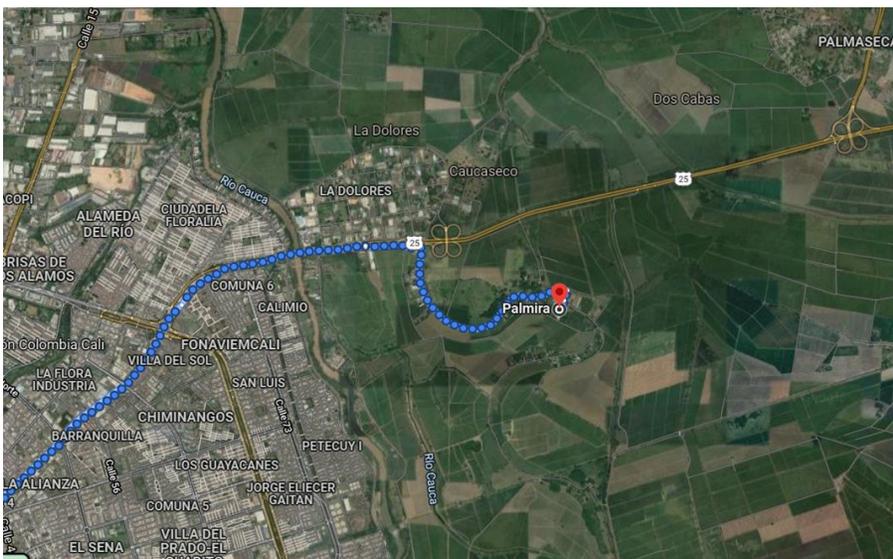
Fuente: elaboración propia. Año 2021.

### Objetivo 3. Documentar la propuesta para una nueva distribución de planta, recolección de datos para la nueva ubicación y distribución de planta

Con el fin de dar solución a los inconvenientes que se presentan en la actual planta de producción y cumplir con la demanda de los clientes, la empresa tomo la decisión de adquirir una locación donde se realizara la nueva distribución de planta, este espacio está ubicado a 2,4 km desde la vía Cali- Palmira.

#### Figura19.

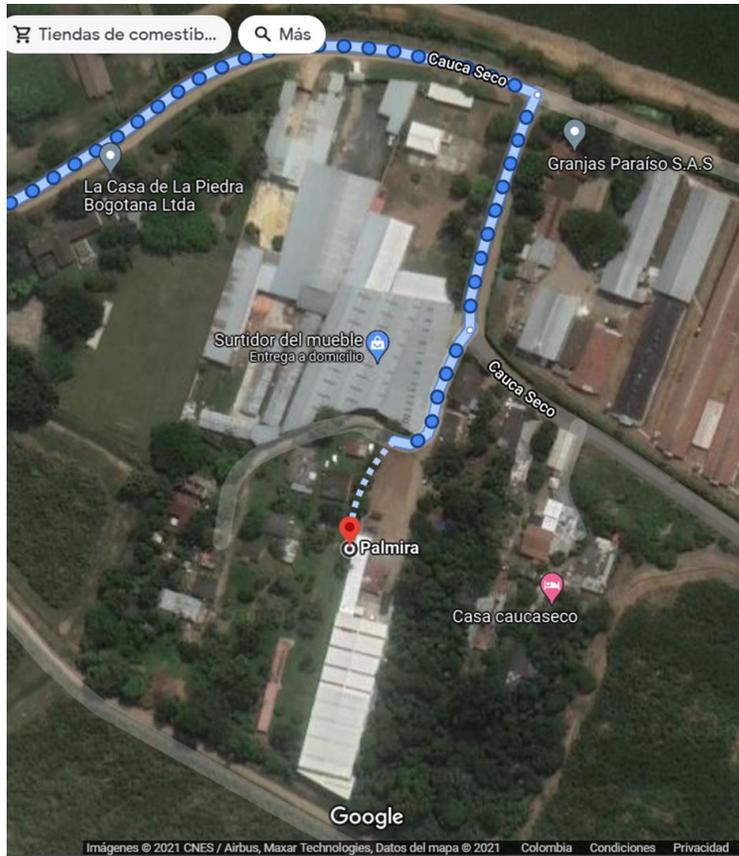
*Ubicación desde Cali*



Fuente: <https://www.google.com/maps/dir/Cali,+Valle+del+Cauca/>. Año 2021.

**Figura 20.**

*Ubicación nueva planta*



Fuente: <https://www.google.com/maps/dir/Cali,+Valle+del+Cauca/> Año 2021.

A continuación, se muestran los planos de la nueva locación con la que cuenta la empresa:

**Figura 21.**

*Planta primer piso*

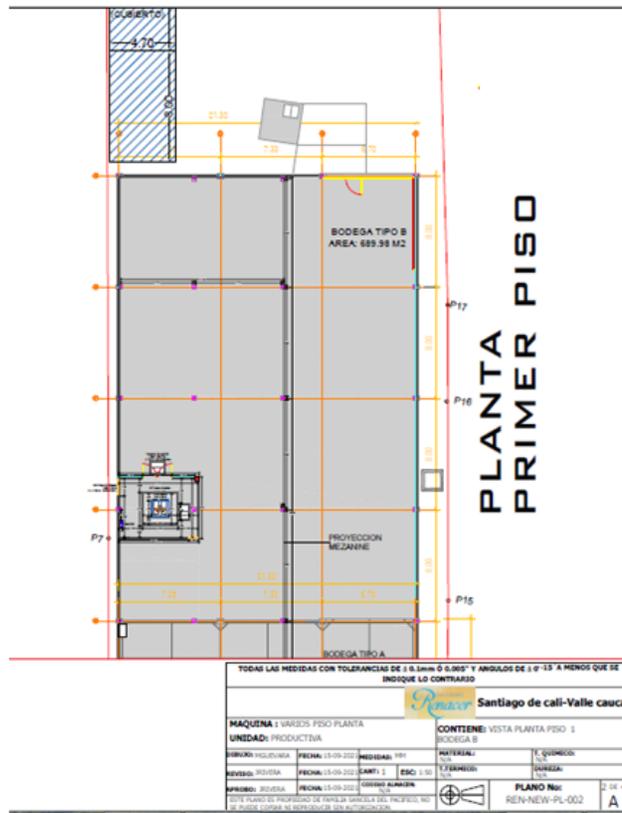


Fuente: elaboración propia. Año 2021.

Este nivel cuenta con 21.3 m de ancho, 41.7 m de largo y una altura libre de 9 m, equivalentes a 843.5 m<sup>2</sup> y 7591.5 m<sup>3</sup>, para la empresa esta primera área se denomina bodega tipo A.

**Figura 22.**

*Planta primer piso*



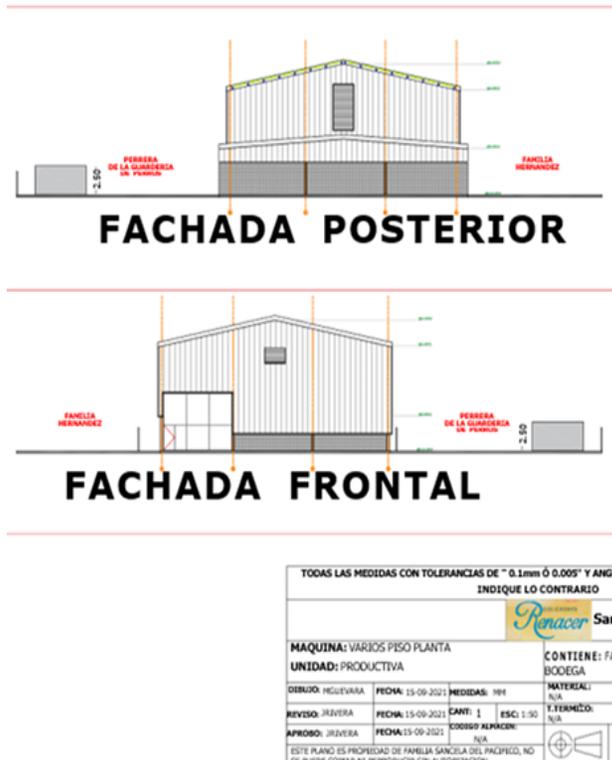
Fuente: elaboración propia. Año 2021.

Este nivel cuenta con 21.3 m de ancho, 31.8 m de largo y una altura libre de 9 m, equivalentes a 690 m<sup>2</sup> y 6210 m<sup>3</sup>, para la empresa esta primera área se denomina bodega tipo B, la cual es una continuación de la bodega tipo A.

Con formato: Superíndice

Figura 23.

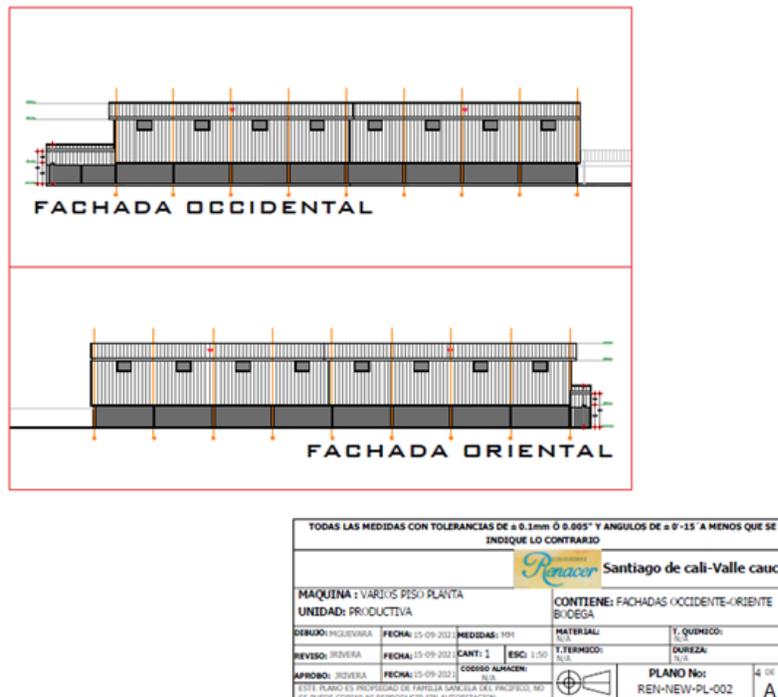
Fachada posterior - Fachada Frontal



Fuente: elaboración propia. Año 2021. En este plano se muestra la fachada frontal y posterior de la nueva bodega, evidenciando que esta cuenta con una puerta de entrada y salida principal tanto para materiales, personal, vehículos para cargue y descargue de materias primas y producto terminado.

Figura 24.

*Fachada Occidental - Fachada Oriental*



Fuente: elaboración propia. Año 2021.

Este plano se muestra de manera informativa, se observa que la bodega cuenta con ventilación a través de alfajías superiores, no cuenta con salidas laterales, por el motivo que colinda con los linderos de los predios vecinos.

### Máquinas a instalar en nueva distribución de planta y áreas disponibles

A continuación, se muestra la capacidad de la maquinaria nueva, se puede observar que la empresa tendrá un impacto en la producción ya que, gracias a las nuevas tecnologías, el tiempo de producción disminuirá, dejando así un aumento en la productividad y eficiencia de la empresa.

De la misma forma habrá un aumento en la mano de obra, ya que la maquinaria nueva necesita un personal capacitado para su óptimo desempeño.

**Figura 25.**

*Nueva capacidad de máquinas*

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Espumadora de rollo manual		30 rollos de continua= 360 colchones	Hecho en Colombia Modelo 2015	Trifásico, 220 V,	Fabricación Nacional

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Espumadora Automática		45 bloques = 360 colchones	Hecho en Colombia Modelo 2015	Trifásico, 220 V,	Fabricación Nacional

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Cortadora Horizontal		15 bloques = 90 colchones	Hecho en Colombia Modelo 2015	Trifásico, 220 V,	Fabricación Nacional

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Cortadora Vertical		15 bloques = 90 colchones	Hecho en Colombia Modelo 2015	Trifásico, 220 V	Fabricación Nacional

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Cortadora Carrusel		45 bloques = 270 colchones	Hecho en Colombia Modelo 2015	Trifásico, 220 V	Fabricación Nacional

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Cortadora de espuma continua		24 rollos = 280 colchones	Hecho en Colombia Modelo 2015	Trifásico, 220 V	Fabricación Nacional

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Casatera		6 bloques = 4 colchones por bloque, total 24 colchones casata	Hecho en Colombia Modelo 2015	Trifásico, 220 V	Fabricación Nacional

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Acolchadora		240 colchones máximo	Hecho en Colombia Modelo 2015	Trifásico, 220 V	Fabricación Nacional

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Máquina de coser		240 fundas,	Hecho en Colombia Modelo 2015	Trifásico, 110 V	Fabricación Nacional

Con formato: Izquierda

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Armado/Cerradora		240 colchones	Hecho en Colombia Modelo 2015	Trifásico, 220 V	Fabricación Nacional

Máquina/Proceso	Imagen	Capacidad día (12 horas)	Datos técnicos	Características	Marca
Plastificado		240 colchones	Largo 2,0 m x 1,5 m	Mesa de labor manual	Fabricación Nacional

Con formato: Izquierda

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

Para la nueva planta se tiene en cuenta, espacio disponible para realizar el traslado de maquinaria y además adquirir nueva maquinaria, mejorar el flujo de proceso y capacidad para los equipos con los que actualmente cuenta la compañía. Para la nueva distribución y diseño de planta se consideran los siguientes factores:

- **Factor material:** El diagrama de flujo será según la Ilustración 7
- **Factor maquinaria:** A continuación, se listan las máquinas que se utilizarán en las nuevas instalaciones, algunas trasladadas de la planta actual y otras serán nuevas.

**Tabla 9**

*Factor maquinaria*

Máquina	Numero de Máquina	Numero de Operarios por máquina	Total, Operarios
Cortadora Horizontal (Antigua)	1	1	1
Cortadora Vertical (Nueva)	1	1	1
Cortadora Carrusel (Nueva)	1	3	3
Cortadora de espuma continua (Antigua)	1	2	2
Cerradora (Antigua)	4	1	4
Cerradora (Nueva)	2	1	2
Máquinas de coser (Antigua)	5	1	5
Acolchadora (Antigua)	1	2	2
Espumadora automática (Nueva)	1	4	4
Espumadora de rollo manual (Nueva)	1	1	1
Casatera (Nueva)	1	1	1
Operario suministros	0	2	2
<b>Total</b>	<b>19</b>		<b>28</b>

Con formato: Izquierda

Con formato: Centrado

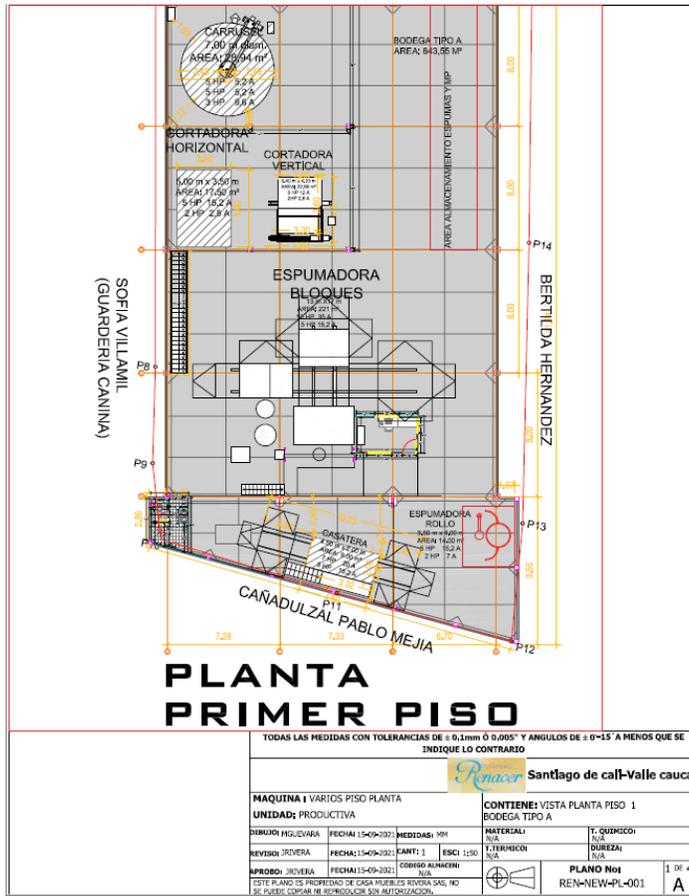
Fuente: elaboración propia. Año 2021.

- **Factor hombre:** Aumenta de 6 operarios para las nuevas máquinas.
- **Factor movimiento:** Para la nueva propuesta se toman en cuenta los movimientos involucrados en el transporte de materias primas para la producción de colchones y el traslado de producto terminado para empaque y almacenamiento.
- **Factor de servicio:** planteando los servicios para la operación, las áreas de operación y preparación de espumas se plantean de forma que tengan accesos para las labores de ajuste y manipulación de máquina, lo que representa mayor bienestar y seguridad en la operación. Teniendo en cuenta que anteriormente se realizaban más desplazamientos, como podemos corroborar en el diagrama analítico de la nueva propuesta evidenciamos que los tiempos de espera son inferiores.
- **Factor edificio:** Las áreas disponibles para la nueva distribución de planta son: en el nivel 1 total 1533,53 m<sup>2</sup> (Bodega Tipo A con 843,55 m<sup>2</sup>, Bodega Tipo B con 689,98 m<sup>2</sup>), en el nivel 2 o mezzanine 570.
- **Factor cambio:** La nueva propuesta de distribución para la empresa Casa Muebles Rivera se realizó mediante el análisis de los datos que se tomaron en las diferentes visitas a la planta de producción actual, de esta forma se planteó una propuesta de distribución que redujera los tiempos de producción, mejorando los desplazamientos y cuellos de botella.

El Layout para la nueva propuesta de distribución se realizó de la siguiente forma:

Figura 26.

Planos propuesta de distribución primer piso bodega tipo A



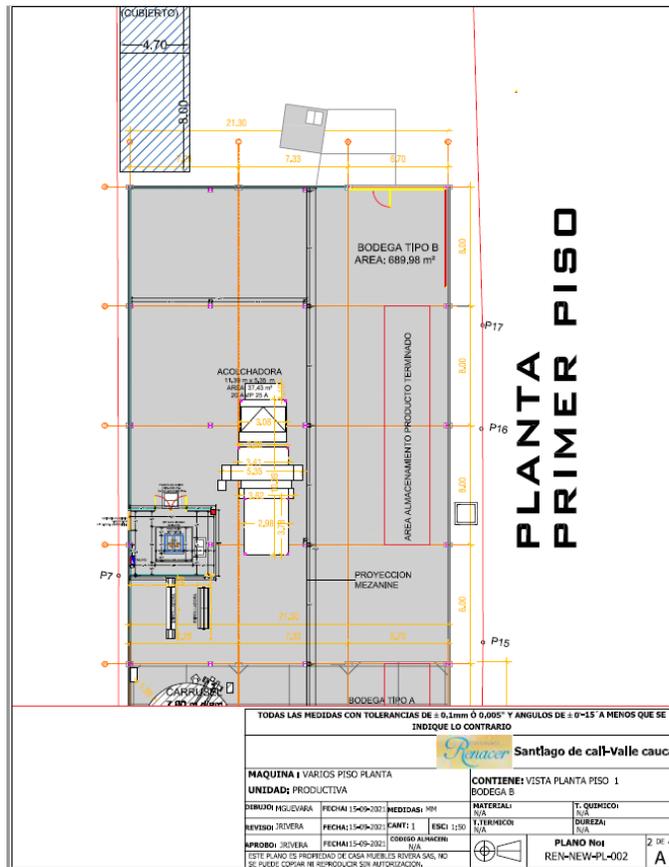
Fuente: elaboración propia. Año 2021.

En este nivel se pretende ubicar la máquina de producción de espuma “espumadora” y una Casatera encargada de comprimir y/o producir espuma llamada “Casata”, se observa un área de trabajo de las máquinas con medidas de 1,2 m libres para operación y pasillos de 1,7 metros

de ancho para circulación de personal y materias primas. También se planteó la ubicación de las máquinas de corte vertical, horizontal, carrusel y Acolchadora.

**Figura 27.**

*Distribución nueva bodega primer piso bodega tipo B*

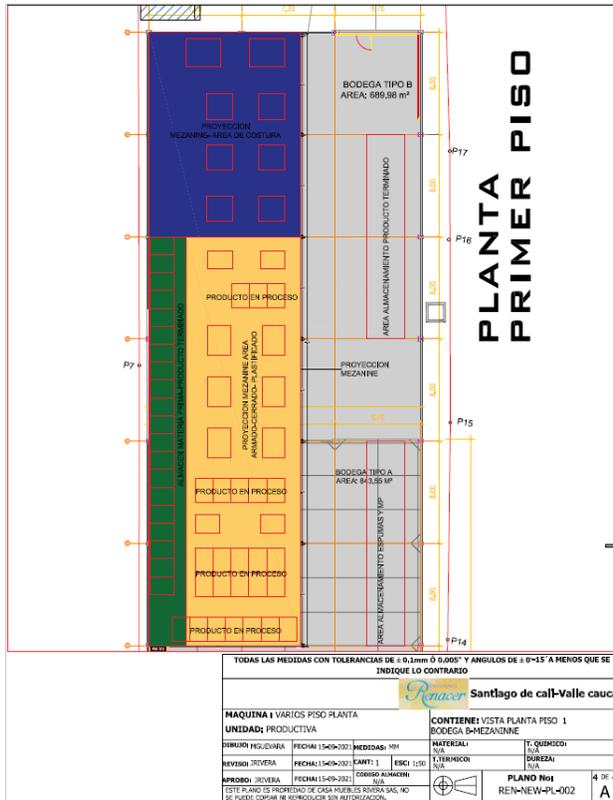


Fuente: elaboración propia. Año 2021.

En este plano se muestra la ubicación propuesta para la máquina de acolchado, además de las áreas libres para operación y el cuarto eléctrico de transformadores.

Figura 28.

Distribución áreas nueva bodega mezzanine-segundo nivel

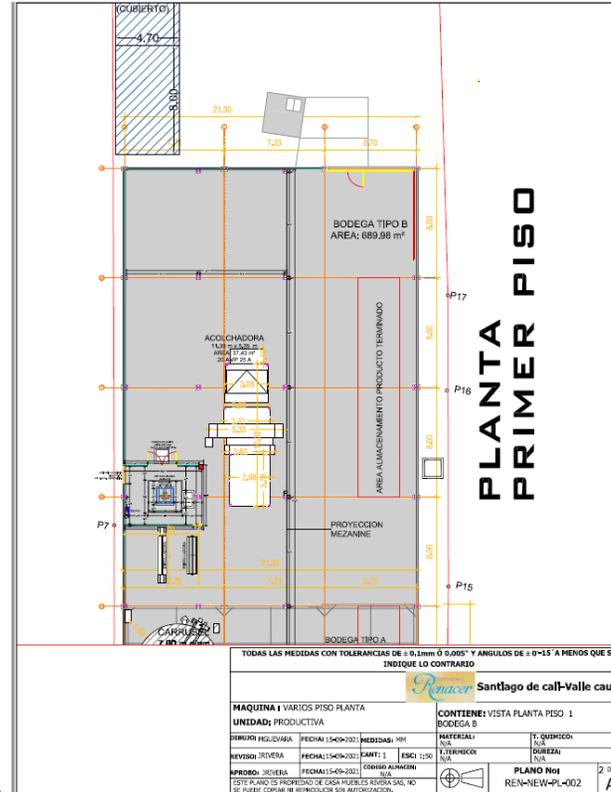
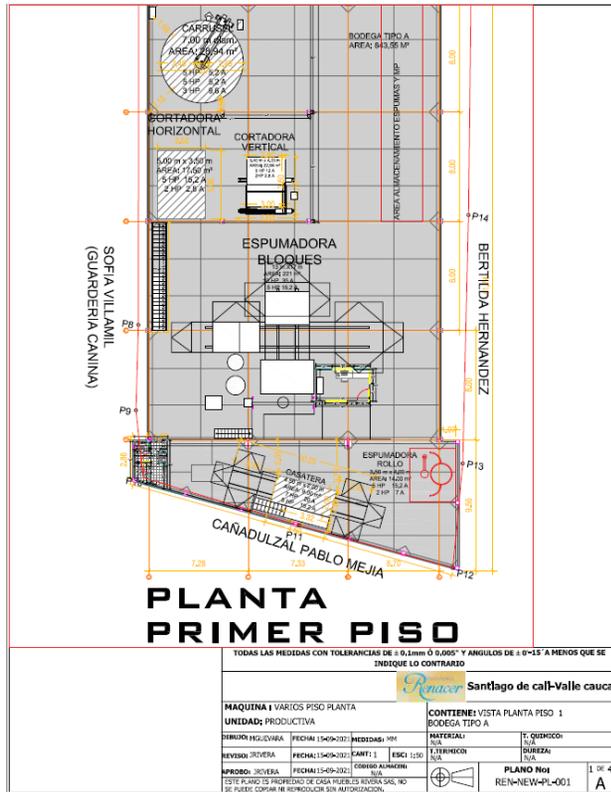


Fuente: elaboración propia. Año 2021.

En el plano anterior se observa la distribución de las áreas del mezzanine, en color azul el área de costura, donde se muestran 6 máquinas de costura y 2 mesas para corte de tela, en color verde el área de almacenamiento de producto terminado donde pueden ser almacenados 20 posiciones de 7 colchones cada una, para un total de 140 unidades, en color amarillo área de cerrado, armado y plastificado con 8 estaciones de trabajo.

Figura 29.

Distribución nueva bodega primer piso



Fuente: elaboración propia. Año 2021.

### Isométrico o dibujo en 3d de nueva propuesta de distribución de planta.

En los planos a continuación se puede observar la distribución de máquinas propuesta y áreas de trabajo acorde con la normatividad, respetando pasillos de desplazamientos de personal, permitiendo que las materias primas tengan un el recorrido ordenado y con espacios suficientes, las áreas de almacenamiento ofrecen un aprovechamiento del volumen y de la altura de la bodega. El almacenamiento de producto terminado obtendrá 4 niveles de 14 posiciones con 6 colchones por nivel, que es igual a 392 colchones, el almacenamiento de bloques en curado será equivalente a 4 niveles de 14 posiciones por nivel, que es igual a 54 bloques.

#### Figura 30.

*Distribución general nueva bodega plano en 3d programa Sketchup 3d.*

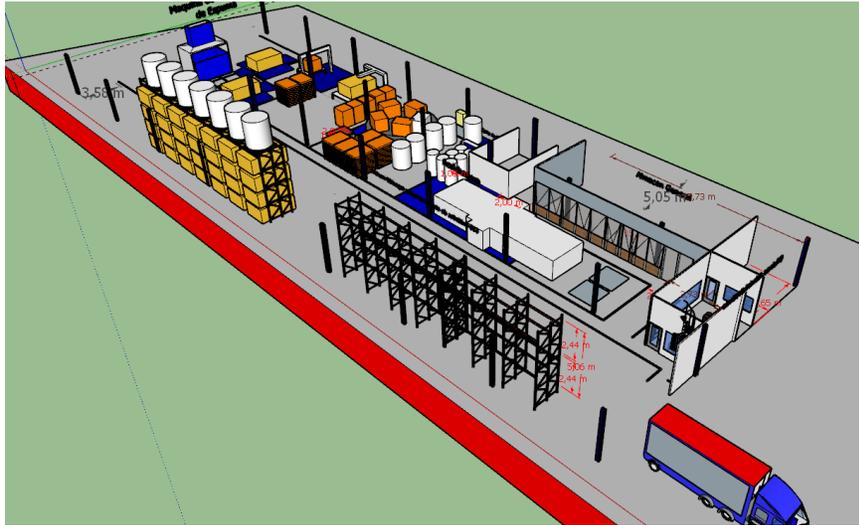


Fuente: elaboración propia. Año 2021.



**Figura 33.**

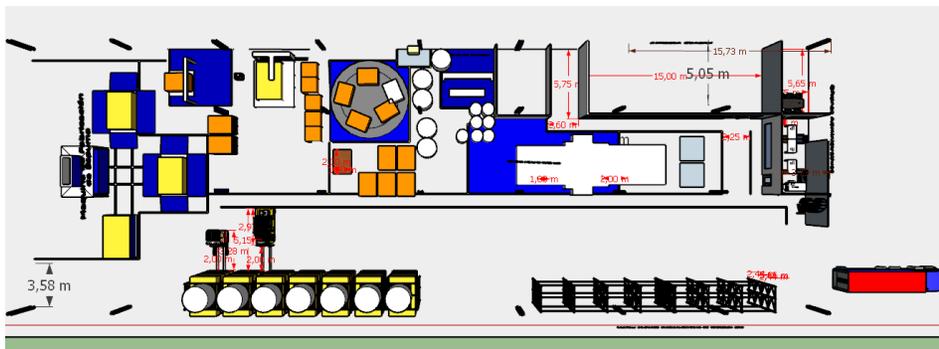
*Distribución áreas de almacenamiento vertical Materia prima y Producto terminado programa Sketchup 3d*



Fuente: elaboración propia. Año 2021.

**Figura 34.**

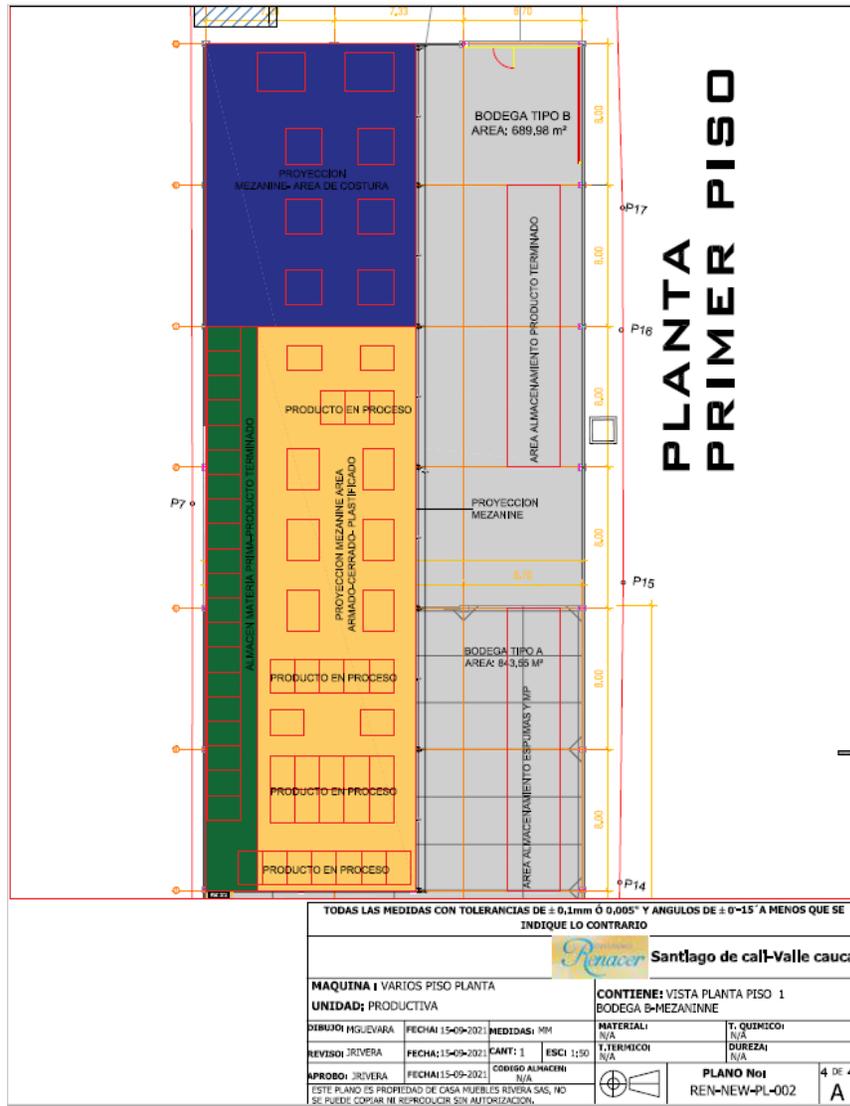
*Distribución nueva planta área Produccion primer piso programa Sketchup 3d*



Fuente: elaboración propia. Año 2021.

Figura 35.

Distribución nueva bodega área general procesos mezzanine.



Fuente: elaboración propia. Año 2021.

Figura 36.

Diagrama de flujo de la nueva propuesta de distribución



Fuente: elaboración propia. Año 2021.

Figura 37.

Diagrama de recorrido nueva propuesta de distribución

Formato cursograma analítico				Resumen					
Diagrama Núm. 01		Hoja Núm. 1 de 1		Actividad	Actual	Propuesta	Economía		
Objeto: Revisión Procesos				Operación					
Actividad: Producción colchones				Transporte					
Método: Actual/Propuesto				Espera		X			
Lugar: Casa Muebles Rivera				Inspección					
Operario (s): Marlon Guevara		Ficha núm. 01		Almacenamiento					
				Distancia (m)		X			
				Tiempo (min-hombre)		X			
Compuesto por: Marlon Guevara		Fecha: 15-09-2021		Costo					
Aprobado por: Jhon E Rivera		Fecha: 15-09-2021		- Mano de obra					
				- Material					
				Total					
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo					Observaciones
Recibir materia Prima	1	60	10	X	X				
Almacenar Materia prima	1	15	15						
Químicos al nivel 1	75	60	65			X			
Preparación de mezcla para espuma piso 1	1	20	0		X				
Mezcla a máquina piso 1	1	1	5		X				
Producción espuma piso 1	1	10	2		X				
Bloque espuma almacén piso 1	1	5	30			X			
Reposo de bloques y/o cilindro espuma piso 1	75	1440	0			X			Espuma Continua
Cortadoras Piso 1 continua	1	10	25			X			Espuma Bloque
Cortadoras Piso 1 Bloque	1	3	25			X			
Corte piso 1 continua	1	15	0		X				
Corte piso 1 Bloque	1	45	0		X				
Almacén Espuma cortada piso 1	1	10	20			X			Espuma Continua
Almacén Espuma cortada para almacén piso 1	1	15	15			X			Espuma Bloque
Almacén Espuma cortada piso 1	1	10	20			X			Espuma Continua
Almacén Espuma cortada para almacén piso 1	1	15	15			X			Espuma Bloque
Espuma Acolchado piso 1	1	8	15			X			
Acolchado piso 1	1	1	0		X				
Almacén de acolchados piso 1	1	10	10			X			
Almacén de acolchados piso 1	1	10	10			X			
Transporte acolchado a Costura piso 2	1	60	10			X			
Coser Forros tela acolchada piso 2	1	8	2		X				
Trasporte forro cosido piso 2 armado	1	5	10			X			
Trasporte espuma armado piso 2	1	5	10			X			
Armado manual piso 2	1	4	3		X				
Cerrado piso 2	1	1	3			X			
Cierre manual piso 2	1	12	3		X				
Plastificado piso 2	1	1	3			X			
Plastificado manual piso 2	1	5	3		X				
Trasporte almacén Producto Terminado almacén piso 1	1	20	25			X			
Almacenaje Producto Terminado	1	5	20			X			
Despacho al cliente	1	5	0		X				
Fin	1	0	0		X				
<b>Total</b>		<b>1894</b>	<b>374</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

**Tabla 10.***Reporte de unidades producidas comparativo proceso actual-nueva distribución*

Descripción	Producción actual			Descripción	Proyección capacidad de producción con nueva distribución de planta		
	DIA	MES	AÑO		DIA	MES	AÑO
Bloque espuma	25	600	7200	Bloque espuma	75	1800	21600
Corte de espuma bloque	120	2880	34560	Corte de espuma bloque	450	10800	129600
Corte de espuma continua	280	6720	80640	Corte de espuma continua	280	6720	80640
Acolchado	120	2880	34560	Acolchado	240	5760	69120
Corte tela y costura	120	2880	34560	Corte tela y costura	240	2880	34560
Armado colchón	120	2880	34560	Armado colchón	240	4320	51840
Cerrado colchón	120	2880	34560	Cerrado colchón	240	4320	51840
Plastificado	120	2880	34560	Plastificado	240	4320	51840

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

Según la tabla anterior se puede observar que la producción actual está limitada a 120 colchones por día, en un turno de 12 horas, para la nueva distribución se lograría un aumento en las unidades producidas, en total sería posible manufacturar 240 colchones, correspondiente a 100% adicional a la producción actual, se debe aumentar un operario para la actividad de costura para evitar un cuello de botella en dicho proceso.

#### Objetivo 4. Costo presupuestal del proyecto

Los proyectos implican inversiones para su ejecución, su impacto es evaluado de acuerdo a los resultados que se pueden obtener en función de los costos que se tienen para poder llevar a cabo su implementación.

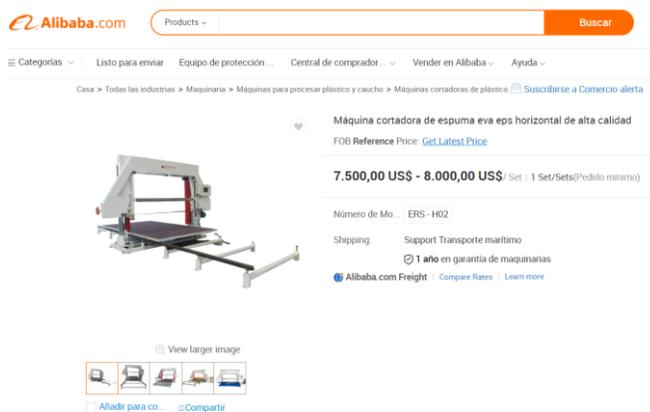
Los costos estimados para la ejecución de este proyecto de nueva distribución de planta están entre los \$2.548.000.000 Millones de pesos colombianos incluyendo la infraestructura, sin incluir la infraestructura el proyecto costaría \$1.107.000.000 Millones de pesos colombianos.

Los costos comprenden:

- Adquisición de nueva maquinaria, según información entregada por la empresa los equipos de producción adquiridos son de construcción nacional y por reserva de la misma no se dieron a conocer los datos de los fabricantes, se realizó el estimado del presupuesto con información obtenida en páginas de internet, abajo ejemplo de algunas de las máquinas investigadas.

#### Figura 38.

*Costos máquina cortadora de espuma:*



Fuente: <https://spanish.alibaba.com/Año 2021>

**Figura 39.**

*Costos máquina cortadora de espuma Carrusel:*

Alibaba.com Products  Buscar

Categorías  Listo para enviar Equipo de protección... Central de comprador... Vender en Alibaba  Ayuda

Casa > Todas las industrias > Maquinaria > Máquinas para procesar plástico y caucho > Máquina para cortar espuma [Suscribirse a Comercio alerta](#)

**Máquina de corte de espuma de esponja carrusel**  
 FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

**10.000,00 US\$ - 20.000,00 US\$** / Set | 1 Set/Sets (Pedido mínimo)

Número de Mo... ULYP-7280

Lead Time ↓

Cantidad(Sets)	1 - 1	>1
Hora del Est. (días)	45	Se negociará

Shipping: Support Transporte marítimo

Ayuda:  **Un año** en garantía de maquinarias | **1 año** for Core Components

[Alibaba.com Freight](#) | [Compare Rates](#) | [Learn more](#)

Protección:  **Garantía comercial** protege tu pedido de Alibaba.com  
 **Política de reembolso**

Añadir para co...  Compartir

Fuente: <https://spanish.alibaba.com/Año 2021>

- Adquisición de nueva infraestructura (construida a la medida del capital disponible de la empresa), para el presupuesto de este ítem Casa Muebles Rivera suministro el costo de la cotización para la construcción de las nuevas bodegas.

Figura 40.

Oferta económica de construcción de bodega tipo A:

## Oferta Económica:

<b>COTIZACIÓN</b>					
Construcción bodega Colchones RENACER - Caucesco etapa 1.					
EMPRESA: Obras Civiles <b>COMPACTA S.A.S.</b>					
NIT. 900.890.063-6					
DIRECCIÓN: Vía La Reforma Paraje La Luisa, Callejón Mirador casa N° 30					
CELULAR: 3014310605					
OBRA: Presupuesto de obra bodega Colchones Renacer etapa 1					
FECHA: 19 de mayo de 2018					
					
N°	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	VR. UNIT.	VALOR TOTAL
<b>BODEGA etapa 1</b>					
<b>1.0 Preliminares</b>					
1.01	Localización y replanteo	m2	670.00	1,200	\$ 804,000
1.02	Campamento de obra en tabla de otopo y cubierta de zinc de 2.44m incluye batería sanitaria.	m2	18.00	55,000	\$ 990,000
1.03	Acometida eléctrica provisional	und	1.00	1,200,000	\$ 1,200,000
1.04	Acometida hidráulica y sanitaria provisional	und	1.00	900,000	\$ 900,000
<b>Sub Total</b>					<b>\$ 3,894,000</b>
<b>2.0 Movimiento de Tierras</b>					
\$ -					
2.01	Descapote terreno natural con máquina.	m2	670.00	5,000	\$ 3,350,000
2.02	Conformación, nivelación y compactación de subrasante.	m2	670.00	1,100	\$ 737,000
Retiro de material sobrante a botadero certificado.					
2.03	Relleno con roca muerta IP<12. Nivelada y compactada P.M95%. Incluye comisión topográfica y carro tanque agua.	m3	261.30	26,000	\$ 6,793,800
2.04	Relleno con material tipo BASE triturada, compactada al 100%PM Incluye comisión topográfica y carro tanque agua.	m3	368.50	49,800	\$ 18,351,300
<b>Sub Total</b>					<b>\$ 7,537,500</b>
<b>3.0 Cimentación</b>					
3.01	Excavación a mano en tierra. Incluye retiro de material sobrante.	m3	25.00	9,000	\$ 225,000
3.02	Soldados de limpieza en concreto 2.000 psi	m2	64.00	23,000	\$ 1,472,000
3.03	Concreto reforzado 3.000 psi para viga de cimentación grava 1".	m3	31.00	420,000	\$ 13,020,000
3.04	Acero de refuerzo 60.000psi	kg	2,920.00	3,450	\$ 10,074,000
<b>Sub Total</b>					<b>\$ 24,791,000</b>
<b>4.0 Estructura Metálica (cubierta y fachadas)</b>					
4.01	Estructura metálica de soporte con columnas IPE 300 de 7 mts de altura. Incluye correas, pernos, platinas, pintura, riostras, contravientos y pruebas de laboratorio.	kg	23,930.00	6,350	\$ 151,955,500
4.02	Canales metálicas A.L.L. Suministro, fabricación e instalación.	m1	55.00	135,000	\$ 7,425,000
4.03	Teja metálica tipo Stading Seam+remates tipo solapas y flashing con mampostería y canales. Incluye suministro, instalación y materiales consumibles (discos de corte, pernos, sellos)	m2	990.00	56,000	\$ 55,440,000
<b>Sub Total</b>					<b>\$ 214,820,500</b>
<b>5.0 Pisos</b>					
5.01	Fundición de pavimento en concreto E:0.15m premezclado CEMEX MR 39. Con acero de transferencia varilla lisa de N° 6 de 50cms @0.35m. Incluye equipo tipo magic, allanado mecánico con helicóptero doble aspa, endurecedor SIKA.	m2	621.00	125,000	\$ 77,625,000
5.02	Corte y sellado de junta de dilatación con autonivelante y cama al sellador.	m1	635.00	7,000	\$ 4,445,000
5.03	Acero de refuerzo 60.000psi	kg	7,400.00	3,450	\$ 25,530,000
<b>Sub Total</b>					<b>\$ 107,600,000</b>

Celular: 3014310605 - e-mail: proyectos@compactasas.com

Dirección: Vía la reforma, Paraje La Luisa Casa 30

Cali - Colombia



<b>6.0 Mampostería</b>				
6.01	Muro de cerramiento en ladrillo estructural a la vista. Incluye doveles, grouting, limpieza y remates.	m2	298.00	\$ 25,330,000
6.02	Viga perimetral ladrillo a la vista	ml	95.00	\$ 3,040,000
				<b>Sub Total \$ 28,370,000</b>
<b>7.0 Obras complementarias</b>				
7.01	Instalaciones eléctricas y de control. Incluye iluminación, tomas, interruptores y control.	und	1.00	\$ 26,120,000
7.02	Instalaciones hidrosanitarias. Incluye cajas de inspección y registro. Ptos hidráulicos y sanitarios.	und	1.00	\$ 16,300,000
7.03	Puerta de acceso tipo cortina, control eléctrico	und	1.00	\$ 4,900,000
				<b>Sub Total \$ 23,660,000</b>

Sub Total		\$	451,735,100
Administración	11.0%	\$	49,690,861
Imprevistos	2.0%	\$	9,034,702
Utilidad	3.0%	\$	13,552,053
IVA	19.0%	\$	2,574,890

**TOTAL \$ 526,587,606**

Fuente: Rivera, J. (2021).

**Figura 41.**

*Oferta económica de instalaciones de acometidas eléctricas por cada máquina:*

FORMULARIO DE CANTIDADES DE OBRA				
MATERIALES				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANT	V/PARCIAL
1	Suministro de acometida encauchetado 4x6	ML	80	1.876.000
2	Suministro de Ducto galv. 1 1/4"	ML	80	1.886.400
3	Soporte para ducto : compuesto por chanel 2x4" , grapa galv 1 1/4" chazos	un	50	411.500
4	Cinta 33 3M	UN	1	12.100
5	Bornas terminal No 6	UN	8	19.200
6	Canaleta metálica 20x10 cm	ML	20	493.800
	Tablero de protección en lamina cold rolled cal 18 de 80x115x30 cm con barraje trifásico 250 amp , incluye :	UN	1	2.150.000
	Totalizador 3x250 amp un 1			
	totalizador 3x 63 amp un 1			
	3 salidas de reserva no equipadas			
4	DPS 50 KA 440V OPCIONAL PARA EL TABLERO	UN	1	574.300
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>				<b>7.423.300</b>

MANO DE OBRA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANT	V/UNIT	V/PARCIAL
1	Mano de obra construcción acometida eléctrica 4x6 , INCLUYE ENTUBADO , CABLEADO Y CONEXIONADO	ML	80	30.000	2.400.000
2	Montaje y conexión de tablero de protección 250 amp 440v	un	1	350.000	350.000
3	Acompañamiento para puesta en servicio	gl	1	350.000	350.000
4	Andamios certificados -y seguridad (siso)	gl	1	480.000	480.000
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>3.580.000</b>
<b>COSTOS DIRECTOS MATERIAL + MANO OBRA</b>					<b>11.003.300</b>
Administración			10%		1.100.330
Imprevistos			2%		220.066
utilidad			5%		550.165
IVA			16%		88.026
<b>VALOR TOTAL</b>					<b>12.961.887</b>

Fuente: Rivera, J. (2021).

- Reubicación de maquinaria, la empresa realizó el suministro de la cotización para traslado y montaje de maquinaria, con una plantilla de 3 técnicos mecánicos y 1 técnico Electrónico, esta labor se estimó con una duración de 30 días.

#### Figura 42.

*Oferta económica de montaje eléctrico Mecánico por cada máquina:*

##### III. PROPUESTA ECONÓMICA PARA EL DESARROLLO DE LA INGENIERIA DE DETALLE

Item	Valor Mensual
Desplazamiento de equipo RUGGLI TLD	\$ 1.232.000 más IVA*

\* COP- Pesos Colombianos.  
\*\* Cualquier modificación realizada en el transcurso de lo inicialmente proyectado será contado como un adicional.

##### NUESTRO PRECIO INCLUYE:

- Verificación en sitio de la información suministrada y definiciones funcionales.
- Suministro de todos materiales para el servicio.
- Servicio para realizar en horario dominical o festivo diurno en su domicilio
- Equipos y herramientas necesarias para la tarea en mención.
- Seguridad social para todo el personal (Ant, EPS, Pensión)
- Viáticos y toda responsabilidad del personal empleado en la ejecución de la obra.
- Acompañamiento en el desarrollo del proyecto y dirección técnica.

~

##### NUESTRO PRECIO NO INCLUYE:

- Ninguna obra que no esté especificada en esta cotización.

##### FORMA DE PAGO:

30 días calendario, a partir de la fecha de facturación.

##### TIEMPO DE ENTREGA:

El personal está a disposición cuando sea requerido. Un (1) día Hábil para elaborar el servicio, se requiere confirmar servicio con 3 días de anticipación, esta cotización tiene una vigencia de 30 días.

Fuente: Rivera, J. (2021).

### Costos de adquisición de maquinaria, reubicación máquinas y nueva infraestructura

Para el mejoramiento de la producción la empresa ha realizado una evaluación de la maquinaria actual, donde se revisó las máquinas que tienen una labor operativa de forma manual, dicha maquinaria será reemplazada por maquinaria automática y semiautomática con el fin de mejorar la capacidad de producción.

En el siguiente cuadro, se discriminan los costos parciales y totales de la maquinaria, al igual se encuentran los costos de Adquisición de Infraestructura y costos de reubicación de máquinas existentes.

La inversión realizada por la empresa tiene como objetivo un retorno en tiempo de dos años, su capacidad de producción será finalmente 240 colchones en un turno de 12 horas, la plantilla operativa tendrá un incremento de 6 operarios, correspondiente al 27% adicional a la plantilla actual y un aumento en las unidades producidas del 100%.

#### Figura 43.

*Hoja de ruta del proyecto (presupuesto)*

<b>Elaborado por:</b>	MARLON GUEVARA	<b>COP/USD</b>	3.800
<b>Fecha elabora.:</b>	25-oct-21	<b>EUR/USD</b>	1,12
<b>Nombre del Proyecto:</b>	Nueva distribución de planta Colchones	<b>COP/EUR</b>	4.256

Presupuesto								
Bloque	Ítem	CANT	Precio UND	Moneda	Sub-Total	Total (MCOP)	Total (kUSD)	Total (kEUR)
Costo de Maquinaria	Cortadora Horizontal (Antigua)	1	0	COP	0	0	0,0	0,0
	Cortadora Vertical (Nueva)	1	36.000.000	COP	36.000.000	36	9,5	8,5
	Cortadora Carrusel (Nueva)	1	80.000.000	COP	80.000.000	80	21,1	18,8
	Cortadora de espuma continua (Antigua)	1	20.000.000	COP	20.000.000	20	5,3	4,7
	Cerradora (Antigua)	4	0	COP	0	0	0,0	0,0

	Cerradora (Nueva)	2	7.000.000	COP	14.000.000	14	3,7	3,3	
	Máquinas de coser (Antigua)	5	0	COP	0	0	0,0	0,0	
	Acolchadora (Nueva)	1	120.000.000	COP	120.000.000	120	31,6	28,2	
	Espumadora automática (Nueva)	1	215.000.000	COP	215.000.000	215	56,6	50,5	
	Espumadora de rollo manual (Nueva)	1	45.000.000	COP	45.000.000	45	11,8	10,6	
	Casatera (Nueva)	1	95.000.000	COP	95.000.000	95	25,0	22,3	
					0				
				0					
<b>SUBTOTAL</b>						<b>625</b>	<b>164</b>	<b>147</b>	
Envíos e Instalación	Installation and Start-up	1	60.000.000	COP	60.000.000	60	15,8	14,1	
	Wear and tear parts - Consumibles		0,0%			0	0,0	0,0	
	<b>MAIN MACHINE TOTAL</b>						<b>685</b>	<b>180</b>	<b>161</b>
	International freights			USD	0	0	0,0	0,0	
	Transportation Insurance		0,0%			0	0	0	
	Taxes		5,0%			31	8	7	
	Unforeseen		5,0%			36	9	8	
<b>ORDER TOTAL</b>						<b>752</b>	<b>198</b>	<b>177</b>	

Bloque	Ítem	CANT	Precio UND	Moneda	Sub-Total	Total (MCOP)	Total (kUSD)	Total (kEUR)	
Gabinetes eléctricos	Tablero de potencia para máquinas	1	200.000.000	COP	200.000.000	200	52,6	47,0	
					0				
					0				
<b>SUBTOTAL</b>						<b>200</b>	<b>53</b>	<b>47</b>	
Envíos e instalación	Installation and Start-up				0				
	Wear and tear parts - Consumibles		4,0%			0	0,0	0,0	
	<b>MAIN MACHINE TOTAL</b>						<b>200</b>	<b>53</b>	<b>47</b>
	International freights				0				
	Transportation Insurance		10,0%			0	0	0	
	Taxes		5,0%			10	3	2	
	Unforeseen		5,0%			11	3	2	
<b>ORDER TOTAL</b>						<b>221</b>	<b>58</b>	<b>52</b>	

Bloque	Ítem	CANT	Precio UND	Moneda	Sub-Total	Total (MCOP)	Total (kUSD)	Total (kEUR)
Bombas	Bombas de trasiego materias primas 5 Hp	3	4.500.000	COP	13.500.000	14	3,6	3,2
					0			
					0			
<b>LOCAL CHARGES TOTAL</b>						<b>14</b>	<b>4</b>	<b>3</b>

Bloque	Ítem	CANT	Precio UND	Moneda	Sub-Total	Total (MCOP)	Total (kUSD)	Total (kEUR)
Tuberías	Tuberías para trasiegos	3	2.500.000	COP	7.500.000	8	2,0	1,8
					0			
					0			
<b>LOCAL CHARGES TOTAL</b>						<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

Bloque	Ítem	CANT	Precio UND	Moneda	Sub-Total	Total (MCOP)	Total (kUSD)	Total (kEUR)	
Obra Civil	Adquisición y construcción de Bodega tipo A	1	693.000.000	COP	693.000.000	693	182,4	162,8	
	Adquisición y construcción de Bodega tipo B	1	693.000.000	COP	693.000.000	693	182,4	162,8	
					0				
	Imprevistos		4,0%			55	0	0	
	<b>Infraestructura</b>						<b>1.441</b>	<b>365</b>	<b>326</b>
	Administration		0,0%			0	0	0	
	Unforeseen		5,0%			72	18	16	
	Profit		0,0%			0	0	0	
Taxes		0,0%			0	0	0		
<b>LOCAL CHARGES TOTAL</b>						<b>1.514</b>	<b>383</b>	<b>342</b>	

Bloque	Ítem	CANT	Precio UND	Moneda	Sub-Total	Total (MCOP)	Total (kUSD)	Total (kEUR)
Equipos periféricos	Compresor	1	11.267.000	COP	11.267.000	11	3,0	2,6
	Transformador 220V seco	1	30.000.000	COP	30.000.000	30	7,9	7,0
					0			
					0			
<b>EXTRA EQUIPMENT &amp; PERIPHERALS TOTAL</b>						<b>41</b>	<b>11</b>	<b>10</b>

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

### Resumen de los costos del proyecto incluyendo infraestructura

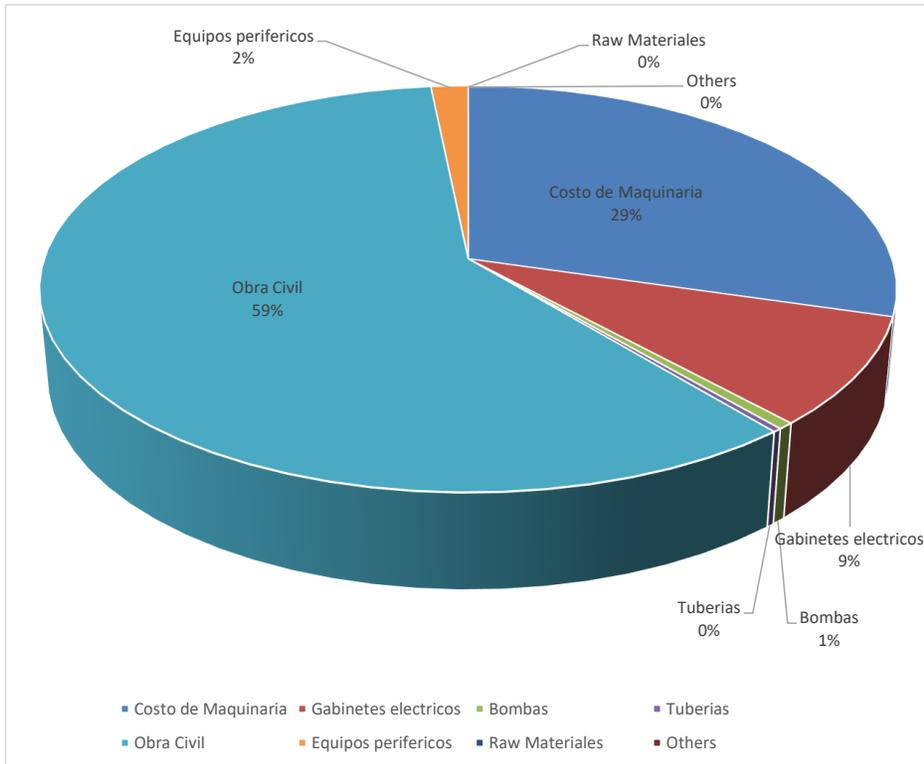
**Tabla 11.***Resumen de los costos del proyecto incluyendo infraestructura*

	Total (MCOP)	Total (kUSD)	Total (kEUR)
Costo de Maquinaria	752	198	177
Gabinetes eléctricos	221	58	52
Bombas	14	4	3
Tuberías	8	2	2
Obra Civil	1.514	383	342
Equipos periféricos	41	11	10
Raw Materiales	0	0	0
Others	0	0	0
<b>TOTAL, PROYECTO:</b>	<b>2.548</b>	<b>655</b>	<b>585</b>

Fuente: elaboración propia. Año 2021.

**Figura 44.**

### Distribución presupuesto del proyecto



Fuente: elaboración propia. Año 2021.

En la distribución de planta debemos tener en cuenta que todas las empresas y sus procesos de producción son distintos, por lo anterior la distribución debe estar basada en el mejoramiento de las problemáticas actuales, y necesidades específicas, generando integralidad en todos los actores del proceso productivo.

Con la utilización de los programas de diseño asistido por computadora: AutoCAD y Sketchup 3D, y la metodología SLP, se logró la ubicación, posicionamiento y

verificación de los espacios de trabajo y pasillos de circulación acordes a la normatividad colombiana de Seguridad y Salud en el trabajo (espacios acordes para áreas de trabajo), vías de evacuación y desplazamiento del personal dentro de las plantas de producción NTC 1700 e ISO 45000.

El almacenamiento de materias primas y productos terminado se planteó en racks de forma vertical para el aprovechamiento volumétrico de las nuevas bodegas. El producto terminado obtendrá 4 niveles de 14 posiciones con 6 colchones por nivel, para un total de 392 colchones, el almacenamiento de bloques en curado será equivalente a 4 niveles de 14 posiciones por nivel, que es igual a 54 bloques; se obtuvo un nivel para el almacenamiento de 7 rollos de espuma en proceso de curado, y un nivel del rack con un área de  $48 m^2$  para químicos.

Al realizar el presupuesto se observa que se requiere una inversión total en moneda colombiana de \$2'548.000.000, donde el 59% de la inversión estará destinado a la compra y construcción de nueva infraestructura, el restante 41% se consideraron las siguientes disciplinas: reubicación, adquisición de maquinaria, obra eléctrica, bombas, tuberías, equipos periféricos. Se tomaron en cuenta datos entregados por la empresa en cuanto a la adquisición de la nueva infraestructura.

El presupuesto es una guía para que la empresa evalúe y planifique el momento adecuado para realizar las inversiones dependiendo del capital disponible o en efecto evalúe sus estados financieros y de ser posible adquiera una forma de financiación para ejecutar el proyecto. En el ítem presupuestal de maquinaria se estimó a través de páginas de internet de ventas de maquinaria, por lo anterior es importante que el requerimiento se ajuste a la necesidad tecnológica de la empresa (máquinas automáticas o semiautomáticas) y el recurso de la empresa.

La planta actual cuenta con un área total de  $1000\text{ m}^2$  y la nueva planta tendrá un área de  $1533,53\text{ m}^2$  sumado a  $570\text{ m}^2$  de mezzanine, lo que representa un incremento en el área disponible para producción del 210% esto permitirá mejorar la distribución y la organización de la empresa y así contribuir a la implementación de metodologías Lean Manufacturing, iniciando con motivar una cultura dirigida a las 5's.

### **Recomendaciones**

Una oportunidad de mejora para el Área la seguridad y Salud en el Trabajo en la planta es realizar la demarcación y señalización de las áreas de trabajo.

Capacitar al personal en la nueva distribución en cada uno de los procesos, además de cuáles son las rutas de evacuación.

Se recomienda la implementación de un sistema de red contra incendios (RCI) auto sustentada con el fin de evitar pérdidas económicas y humanas para la empresa.

Se sugiere diseñar un programa para incentivar y capacitar el personal generando cultura de organización, trabajo seguro basados 5'S.

Se aconseja realizar diseño y montaje de ayudas para levantamiento de cargas para minimizar los impactos ergonómicos en los colaboradores.

Se propone revisar los procesos Acolchado, Corte tela y costura, Armado, Cerrado, plastificado una vez la cantidad de pedido de los clientes supere 240 unidades/mes. Lo anterior para revisar el plan para incrementar la producción.

Puesto que por secrecía no nos fueron compartidos los datos de los costos de producción, se recomienda realizar un estudio de tasa de retorno contra el presupuesto de inversión, para la implementación del proyecto y así tener un panorama para tomar decisiones frente a la propuesta de distribución.

### Referencias bibliográficas

- Acero, A. (2012). Método descriptivo. <https://es.scribd.com/doc/111485247/Metodo-descriptivo>
- Aguilar, A. (2017). Diseño de infraestructura de nueva planta para la línea de producción de los modelos buller y linner 12 en dina camiones. (Tesis de maestrías). Ciudad Zaguán, Hidalgo. Conacyd: México.
- Avilez, J. (s.f.). Recolección de datos.  
<https://www.monografias.com/trabajos12/recoldat/recoldat.shtml#diagr>
- Cardona Olarte, D., & Forero, J. D. (2012). Evaluación económica de proyectos de redistribución de planta. Universidad ICESI.  
[https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/76513/1/evaluacion\\_economica\\_proyectos.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/76513/1/evaluacion_economica_proyectos.pdf)
- Chávez, G. (2017). Modelo de distribución de planta y eficiencia en la producción de calzados de la empresa D’KAL, del distrito de El Tambo, en el periodo 2017 (Tesis pregrado). Universidad peruana los andes, Perú  
[http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/488/T037\\_70346913\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/488/T037_70346913_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cuba, A & Morales, L. (2019). Diseñar un sistema que permita optimizar la distribución de planta de una fábrica de producción de cerveza artesanal. Universidad Tecnológica del Perú, Lima.

[http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/2317/1/Andres%20Cuba\\_Luis%20Morales\\_Trabajo%20de%20Investigacion\\_Bachiller\\_2019.pdf](http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/2317/1/Andres%20Cuba_Luis%20Morales_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf)

Definicion.de. (s.f.). Definición de automatización <https://definicion.de/automatizacion/>

Gong, L. (2017). Virtual Reality Technology for Factory Layout Planning-  
[https://research.chalmers.se/publication/506104/file/506104\\_Fulltext.pdf](https://research.chalmers.se/publication/506104/file/506104_Fulltext.pdf)

González, J & Tineo, P. (2016). Redistribución de planta del área de producción para mejorar la productividad en la empresa Hilados Richards S.A.C – Chiclayo 2015 (Tesis pregrado). Universidad señor de 109éni, Perú.

<http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/2309/GONZALEZ%20LAINES%20y%20TINEO%20RAZURI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

González, W. (2009). Recolección de datos.  
<http://recodatos.blogspot.com/2009/05/109écnicas-de-recoleccion-de-datos.html>

Heizer, J & Render, B. (2007). Dirección de la producción y de operaciones. Madrid: Pearson Educación S.A.

Hernández Sampieri, R. Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. (2014). Metodología de la Investigación. McGrawHill Education.

Icontec Internacional. (2010). Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional.

<https://idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/gtc450.pdf>

- Icontec Internacional. (2013). Etiquetas ambientales tipo I. sello ambiental colombiano (sac). criterios ambientales para colchones y colchonetas. <https://tienda.icontec.org/gp-etiquetas-ambientales-tipo-i-sello-ambiental-colombiano-sac-criterios-ambientales-para-colchones-y-colchonetas-ntc6048-2013.html>
- Kekki, K. (2014). Creating a new factory layout and calculating its efficiency. (Master). Tampere university of technology. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/22092/kekki.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Ministerio de Protección Social (2009). Resolución número 1842 de 2009 (junio 1) Por la cual se determina como artículo de uso doméstico los colchones y colchonetas y se establecen algunos requisitos sanitarios para su fabricación y comercialización. Bogotá.
- Morales, F. (2012). Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa. <http://www.creadess.org>
- Muñoz, M. (2004). Diseño de distribución en planta de una empresa textil (Tesis). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bivirtualdata/Tesis/Ingenie/munoz\\_cm/munoz.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bivirtualdata/Tesis/Ingenie/munoz_cm/munoz.pdf)
- Muther, R. (1970). Distribución en planta. New York: McGraw Hill Book Company.
- Muther, R. (1968). Planificación y proyección de la empresa industrial (Método SLP). Editorial Técnicos Asociados S.A., Barcelona (España).
- Nariño, U. A. (16 de 02 de 2013). Investigación Industrial. uan.edu.co. <https://www.uan.edu.co>

Nariño, U. A. (2014-2016). Aspectos generales. uan.edu.co. <https://www.uan.edu.co>

Ospina, J. (2016). Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en ate lima, Perú. (Tesis Pregrado). Universidad San Ignacio de Loyola.  
[http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2470/1/2016\\_Ospina\\_Propuesta\\_de\\_distribucion\\_de\\_planta.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2470/1/2016_Ospina_Propuesta_de_distribucion_de_planta.pdf)

Raffino, M. (2020). Método inductivo. <https://concepto.de/metodo-inductivo/>

Rivera, J. (2020). (M. D. Guevara Vélez, Entrevistador) agosto 26 2020 - Cali Colombia

Salazar, B. (2019). Kanban: Control de materiales y producción.  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com>

Salazar, B. (2019). Metodología de las 5S. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com>

Salazar, B. (2020). ¿Qué es el Lean Manufacturing?. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com>

Técnicas de Estudio. (s.f.). Metodología de la investigación. <https://www.tecnicas-de-estudio.org/investigación/investigacion22.htm>

Vallhonrat, J & Corominas, A. (1991). Localización, distribución en planta y manutención.  
Barcelona: Marcombo S.A

## Anexos

### Anexo 1. Logo de la empresa estudio de caso



Nota: Logo de la empresa donde se estudió el caso y división de colchones Renacer

Fuente: empres Casa Muebles Rivera, División Colchones Renacer. Año 2021.