

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE
UNA FÁBRICA DE MUEBLES DE MADERA Y
PROPUESTA DE NUEVAS POLÍTICAS DE
GESTIÓN DE INVENTARIOS**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, que presentan los bachilleres:

DANIEL JESÚS ALVA MANCHEGO
DENISSE MILAGROS PAREDES COTOHUANCA

ASESOR: Ing. José Rau Álvarez

RESUMEN

El presente trabajo surge debido a que la empresa en estudio, Empresa Productora de Muebles, desea cubrir la demanda insatisfecha que ha venido presentando, la cual se ha visto altamente beneficiada por el boom inmobiliario de los últimos años.

Es por ello que el presente trabajo propone la implementación de una alternativa de distribución de planta en una nueva fábrica de producción aplicando la metodología del Planeamiento Sistemático de la Distribución (PSD) con lo que se logra la reducción de las distancias recorridas para incrementar la capacidad productiva, además de proponer Políticas de Gestión de inventarios que logren reducir la saturación de espacios y minimizar los costos de almacenamiento sosteniendo el incremento de demanda.

La propuesta descrita en el presente trabajo empieza explicando los conceptos y metodologías necesarias para el análisis, luego describe la situación actual de la empresa a nivel de sus procesos, productos y principales causas que originan la falta de stock suficiente para atender la demanda. Posteriormente, se realiza la proyección de la demanda y con ella se definen las nuevas políticas de gestión de inventarios a través del análisis de las curvas de intercambio. A sí mismo, con las demandas calculadas se elaboran los balances de línea para determinar la cantidad de personas y maquinaria requeridas. Luego, se realiza el dimensionamiento de áreas productivas, administrativas y almacenes.

A continuación se define la mejor localización de la nueva planta industrial y se plantean distribuciones de planta alternativas que serán evaluadas para determinar la más beneficiosa para la empresa en términos cualitativos y cuantitativos.

Finalmente, al realizar la evaluación económica de la alternativa escogida, se obtiene un VAN mayor a cero, $TIR > COK$ y B/C mayor a 1. Así mismo, se logra incrementar la capacidad productiva en un 79 %, reducir el stock promedio en 14 % obteniendo un ahorro de S/.172,465.00 al año por eliminación de recorridos innecesarios y reducción de los costos de almacenamiento.

TEMA DE TESIS

| | | |
|---------------|---|---|
| PARA OPTAR | : | Título de Ingeniero Industrial. |
| ALUMNOS | : | DANIEL JESÚS ALVA MANCHEGO DENISSE MILAGROS PAREDES COTOHUANCA |
| CÓDIGOS | : | 2007.0221.9.12 2007.2303.3.12 |
| PROPUESTO POR | : | Ing. José Alan Rau Álvarez. |
| ASESOR | : | Ing. José Alan Rau Álvarez. |
| TEMA | : | DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE UNA FÁBRICA DE MUEBLES DE MADERA Y PROPUESTA DE NUEVAS POLÍTICAS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS |
| N° TEMA | : | |
| FECHA | : | San Miguel, 31 de Mayo de 2014 |

JUSTIFICACIÓN:

Desde hace ya varios años en el Perú se está viviendo un boom inmobiliario, que según la Unión Iberoamericana de Trabajadores de Edificios y Condominios (UI TEC) se mantendrá por 15 o 20 años más¹. Bajo este contexto, el crecimiento de la demanda de muebles en nuestro País se ve beneficiado, lo cual explica por qué la empresa Muebles E.I.R.L. presenta alta demanda en sus productos.

Actualmente, la empresa no se ve en la capacidad de cubrir este incremento de demanda debido a que su capacidad productiva se ve limitada por la inadecuada distribución de los puestos de trabajo y saturación de espacios físicos; y por contar con una deficiente gestión logística que ocasiona que los almacenes no mantengan los stocks adecuados. En consecuencia, la empresa se ve en la necesidad de expandirse implementando una mejor distribución de planta para aumentar su capacidad productiva y diseñar almacenes óptimos a partir de nuevas políticas de gestión de inventarios. De esta manera podrá satisfacer la demanda de todos sus productos.

Además, un punto importante por el que la empresa necesita trasladarse a una nueva planta es que la infraestructura actual y diseño de instalaciones corresponden a una vivienda acondicionada para fábrica lo que dificulta el rediseño de la misma.

¹ Gestión. Crecimiento del sector inmobiliario se mantendría por los próximos 20 años. (2013). Lima. Consulta: 17/01/2013. <http://gestion.pe/economia/crecimiento-sector-inmobiliario-se-mantendria-proximos-20-anos-2065246>

El presente trabajo planteará a la empresa una alternativa de distribución de planta que logre minimizar las distancias recorridas entre puestos de trabajo, incrementando así la capacidad productiva de Muebles E.I.R.L. aplicando la metodología del Planeamiento Sistemático de la Distribución (PSD). Así mismo, aplicando técnicas de gestión logística para el análisis y dimensionamiento de todos los almacenes se logrará eliminar la saturación de espacios, minimizar los costos de almacenamiento y establecer una política de gestión de inventarios óptima. Con todo ello la empresa podrá competir al más alto nivel para atender una mayor demanda y generar rentabilidad.

Adicionalmente, este trabajo incluye mejoras respecto a la seguridad para el personal, calidad de los productos e impacto ambiental de la organización que permiten una mejora integral para la empresa.

OBJETIVO GENERAL:

Incrementar la capacidad de producción de la empresa en estudio a través del diseño de una nueva distribución de planta y el planteamiento de nuevas políticas para la gestión de inventarios que permitan mantener un óptimo nivel de inventarios.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar una evaluación de la distribución de planta actual y gestión logística de la empresa para identificar los factores claves a considerar en la nueva distribución y políticas de gestión de inventarios.
- Determinar la cantidad de máquinas, personas y dimensiones de planta necesarias para atender el crecimiento de la demanda de la empresa.
- Elaborar una propuesta de una nueva distribución de planta para la empresa que permita incrementar su capacidad de producción.
- Proponer nuevas políticas de gestión de inventarios que permitan mantener niveles adecuados de inventarios, los cuales serán empleados para el dimensionamiento óptimo de los almacenes.
- Comparar cualitativamente y cuantitativamente la nueva distribución de planta y políticas de gestión de inventarios propuestas respecto a la situación actual para evidenciar los beneficios que obtiene la empresa.
- Evaluar económicamente la propuesta de distribución para justificar la inversión de la empresa en este proyecto.

PUNTOS A TRATAR:

a. Marco teórico y metodológico (DJAM - DMPC)

Se describen los conceptos fundamentales de la distribución de planta que son necesarios para el desarrollo de la metodología PSD. Así mismo, se explican los conceptos logísticos involucrados en la aplicación de la metodología de curvas de Intercambio como clasificación ABC, entre otras, que se emplearán para la propuesta de nuevas políticas de gestión de inventarios y el dimensionamiento óptimo de los almacenes.

b. Descripción y diagnóstico de la empresa (DJAM - DMPC)

Se analiza la empresa para entender sus procesos, productos, y contexto empresarial, así como las principales causas que originan la falta de capacidad de producción.

c. Proyección de la producción y cálculo de la cantidad de maquinaria y mano de obra requeridas (DJAM - DMPC)

Para dimensionar la planta y establecer las políticas de gestión de inventarios se proyecta la demanda aplicando el método de regresión lineal. Una vez calculada la demanda futura para cada línea de productos, se determina la cantidad de personas y maquinaria.

d. Propuesta de nuevas políticas de gestión de inventarios (DJAM - DMPC)

A partir de la demanda proyectada, se plantean las nuevas políticas de gestión logística considerando conceptos como Curvas de intercambio, Clasificación ABC y Políticas de pedidos.

e. Dimensionamiento de áreas (DJAM - DMPC)

Considerando los nuevos recursos para satisfacer la demanda, así como los stocks óptimos a almacenar, se dimensionan las áreas productivas y los almacenes. Así mismo, considerando las normas para dimensionamiento de áreas administrativas, se define el espacio a emplear para las oficinas.

f. Localización de la planta industrial (DJAM - DMPC)

Dado que el proyecto implica construir una nueva planta, se comparan posibles localizaciones y se elige la más adecuada para la empresa en base a sus objetivos estratégicos a través de la metodología de ranking de factores.

g. Diseño de distribuciones de planta alternativas (DJAM - DMPC)

Se diseñan dos propuestas de mejora de la distribución de planta para la empresa aplicando la metodología PSD.

h. Evaluación y elección de la mejor alternativa (DJAM - DMPC)

Se realiza una comparación cuantitativa y cualitativa entre las dos propuestas de mejora para definir la más beneficiosa para la empresa. Luego, se evalúan los beneficios obtenidos de la alternativa elegida respecto a la situación actual y se realiza el análisis económico de la propuesta planteada. Finalmente se presenta un cronograma de implementación.

i. Conclusiones y recomendaciones (DJAM - DMPC)

ASESOR



A Dios por cuidarnos y darnos fuerza día a día. A nuestros padres y hermanos por la paciencia y apoyo brindado en todo momento. A mi compañero de tesis por todo el esfuerzo y soporte para el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| ÍNDICE DE FIGURA | v |
| ÍNDICE DE TABLAS | vi |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | vii |
| RESUMEN | ii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO | 2 |
| 1.1. Herramientas para el Diagnóstico y Mejora de la calidad de Procesos..... | 2 |
| 1.1.1. Tormenta de Ideas (Brainstorming) | 2 |
| 1.1.2. Matriz de priorización..... | 2 |
| 1.1.3. Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa)..... | 2 |
| 1.2. Objetivos y ventajas de la distribución de planta | 3 |
| 1.3. Tipos de distribución de planta | 4 |
| 1.3.1. Orientada al proceso | 4 |
| 1.3.2. Orientada al producto | 5 |
| 1.3.3. Posición fija | 5 |
| 1.3.4. Por celdas de fabricación | 5 |
| 1.3.5. En la oficina..... | 7 |
| 1.3.6. En los almacenes | 7 |
| 1.4. Metodologías..... | 7 |
| 1.4.1. Pronósticos..... | 8 |
| 1.4.1.1. Concepto básico..... | 8 |
| 1.4.1.1.2. Componentes de la Demanda..... | 8 |
| 1.4.1.1.3. Tipos de pronósticos | 8 |
| 1.4.1.1.3.1. Métodos Cualitativos:..... | 8 |
| 1.4.1.1.3.2. Métodos Cuantitativos:..... | 8 |
| 1.4.2. Políticas de control de inventarios | 10 |
| 1.4.2.1. Determinación de la cantidad a comprar | 10 |
| 1.4.3. Modelo de cantidad de pedido de producción:..... | 11 |

| | |
|--|----|
| 1.4.4. Control agregado de inventarios | 12 |
| 1.4.4.1. Clasificación ABC de productos..... | 12 |
| 1.4.4.2. Curvas de intercambio | 12 |
| 1.4.5. Metodología PSD | 15 |
| 1.4.6. Levantamiento de la información | 15 |
| 1.4.7. Análisis de Relaciones..... | 15 |
| 1.4.8. Análisis de Flujo | 16 |
| 1.4.9. Diagrama de operaciones multiproductos..... | 16 |
| 1.4.10. Gráfica de Trayectorias | 17 |
| 1.4.11. Tabla relacional de actividades cuantitativas | 17 |
| 1.4.12. Tabla relacional de actividades cualitativas | 17 |
| 1.4.13. Algoritmo de Francis..... | 17 |
| 1.4.14. Diagrama Relacional de espacios (DRE)..... | 19 |
| 1.4.15. Diagrama general de conjunto (DGC) y Plan detallado de distribución (PDD) 19 | |

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA20

| | |
|--|----|
| 2.1.Descripción de la empresa | 20 |
| 2.1.1. Reseña empresarial | 20 |
| 2.1.2 Descripción de los procesos | 21 |
| 2.1.3 Descripción de los productos | 23 |
| 2.1.4 Descripción de los Servicios | 24 |
| 2.2.Diagnóstico de la empresa | 24 |
| 2.2.1. Análisis de problemas en la empresa | 25 |
| 2.2.1.1. Tormenta de Ideas y Matriz de Priorización..... | 25 |
| 2.2.1.2. Diagrama Causa – Efecto..... | 25 |
| 2.2.2. Tipo de Distribución | 27 |
| 2.2.3. Principios Básicos | 27 |
| 2.2.4. Tipo de proyecto de distribución de planta | 28 |
| 2.2.5. Alcances y limitaciones | 29 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3. Factores de Distribución..... | 30 |
| 2.3.1. Factor Material | 30 |
| 2.3.1.1. Descripción de las materias primas, insumos variedad y cantidad..... | 30 |
| 2.3.1.2. Descripción de los sub productos, productos terminados y productos que comercializa, variedad y cantidad..... | 31 |
| 2.3.1.3. Desechos, mermas y defectuosos..... | 32 |
| 2.3.1.4. Análisis PQ (Producto vs. Cantidad)..... | 33 |
| 2.3.2. Factor Maquinaria..... | 35 |
| 2.3.2.1. Descripción y tipo de maquinarias | 35 |
| 2.3.2.2. Equipos y herramientas..... | 36 |
| 2.3.3. Factor Edificio | 37 |
| 2.3.3.1. Terreno..... | 37 |
| 2.3.3.2. Estructura..... | 38 |
| 2.3.3.3. Construcciones externas | 38 |
| 2.3.4 Factor Hombre | 39 |
| 2.3.4.1. Personal por área..... | 39 |
| 2.3.4.2. Condiciones de los puestos de trabajo | 40 |
| 2.3.4.3. Condiciones de seguridad para los trabajadores | 41 |
| 2.3.5. Factor Movimiento y Factor Espera..... | 42 |
| 2.3.5.1. Patrón de circulación | 42 |
| 2.3.5.2. Almacenamiento..... | 42 |
| 2.3.5.3. Gestión de inventarios actual..... | 43 |
| 2.3.5.4. Recepción y Despacho..... | 44 |
| 2.3.5.5. Ubicación de puntos de espera | 44 |
| 2.3.6. Factor servicio | 45 |
| 2.3.7. Factor cambio | 45 |
| | |
| CAPÍTULO 3: PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE MAQUINARIA Y MANO DE OBRA REQUERIDAS..... | 47 |
| 3.1. Proyección de la producción..... | 47 |
| 3.2. Maquinaria Requerida..... | 48 |

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE POLÍTICAS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS..... | 51 |
| 4.1. Clasificación ABC | 51 |
| 4.2. Curvas de Intercambio | 54 |
| 4.2.1. Política actual | 54 |
| 4.2.2. Elaboración de curva de intercambio..... | 56 |
| 4.2.3. Límites financieros y operacionales..... | 57 |
| 4.2.4. Punto de operación ideal | 58 |
| 4.2.5. Establecimiento de nueva política de gestión de inventarios | 60 |
| 4.2.6. Recálculo del punto propuesto en el Gráfico TCS x N | 61 |
| 4.2.7. Análisis de Stocks de Seguridad | 61 |
| CAPÍTULO 5: DIMENSIONAMIENTO DE ÁREAS | 62 |
| 5.1. Dimensionamiento de almacenes | 62 |
| 5.2. Dimensionamiento de áreas productivas | 63 |
| 5.3. Dimensionamiento de otras áreas..... | 63 |
| CAPÍTULO 6: LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA INDUSTRIAL..... | 67 |
| 6.1. Macrolocalización | 67 |
| 6.1.1. Factores de macrolocalización | 67 |
| 6.1.2. Definición de macrolocalización..... | 67 |
| 6.2. Microlocalización..... | 70 |
| 6.2.1. Factores de microlocalización | 70 |
| 6.1.2. Definición de microlocalización..... | 71 |

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 7: DISEÑO DE DISTRIBUCIONES DE PLANTA ALTERNATIVAS | 73 |
| 7.1. Diagramas de Operaciones del Proceso (DOPm) | 73 |
| 7.2. Gráfico de Trayectorias | 74 |
| 7.3. Tabla Relacional de Actividades (TRA) | 75 |
| 7.4. Layout de Bloques Unitarios (LBU) | 76 |
| 7.5. Distribuciones Alternativas | 77 |
| | |
| CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN Y ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA | 78 |
| 8.1. Evaluación de las alternativas de distribución | 78 |
| 8.2. Evaluación económica de la alternativa elegida | 80 |
| 8.3. Evaluación de la alternativa elegida frente a la situación actual | 82 |
| 8.4. Cronograma de implementación | 83 |
| | |
| CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 84 |
| 9.1. Conclusiones | 84 |
| 9.2. Recomendaciones | 86 |
| | |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 88 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Diagrama Ishikawa | 3 |
| Figura 2: Clasificación de la disposición por volumen– variedad | 6 |
| Figura 3: Curvas de intercambio | 14 |
| Figura 4: PSD | 15 |
| Figura 5: DOP Multiproducto - Gráfico de trayectorias | 16 |
| Figura 6: Cálculo de RCT | 18 |
| Figura 7: Layout de Bloques Unitarios | 18 |
| Figura 8: Organigrama de la empresa Muebles E.I.R.L | 21 |
| Figura 9: Diagrama de Flujo de Producción de Muebles en Madera Maciza | 22 |
| Figura 10: Diagrama de Flujo de Producción de Muebles en Melamina | 23 |
| Figura 11: Diagrama Causa-Efecto | 26 |
| Figura 12: Análisis PQ Actual Vs. Futuro | 34 |
| Figura 13: Límite Financiero y Operacional | 58 |
| Figura 14: Ubicación de la propuesta en la Curva de Intercambio | 61 |
| Figura 15: Diagrama de Operaciones Múltiples (DOPm) | 73 |
| Figura 16: Gráfico de trayectorias | 74 |
| Figura 17: Tabla Relacional de Actividades (Numérica) | 75 |
| Figura 18: Tabla Relacional de Actividades - Cualitativa | 76 |
| Figura 19: Layout de Bloques Unitarios | 76 |
| Figura 20: PDD Alternativa 1 – Primer Piso | 79 |
| Figura 21: PDD Alternativa 1 – Segundo Piso | 80 |
| Figura 22: Cronograma de Implementación | 83 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Clasificación de cercanías | 15 |
| Tabla 2: Cantidad de Productos que produce la empresa | 31 |
| Tabla 3: Desechos | 32 |
| Tabla 4: Descripción de las familias a analizar | 33 |
| Tabla 5: Ventas Actuales vs Ventas Proyectada por Familia | 34 |
| Tabla 6: Lista de máquinas | 35 |
| Tabla 7: Principales equipos y herramientas | 36 |
| Tabla 8: División del terreno | 37 |
| Tabla 9: Tipo de construcción | 39 |
| Tabla 10: División del terreno de la fábrica anexa | 39 |
| Tabla 11: Personal por área | 40 |
| Tabla 12: Almacenes y Productos que se almacenan | 43 |
| Tabla 13: Proyección de la demanda por familia (unidades) | 48 |
| Tabla 14: Balance de línea M1 | 48 |
| Tabla 15: Comparativo del Requerimiento de maquinaria y personal | 49 |
| Tabla 16: Clasificación ABC para Tableros e Insumos | 52 |
| Tabla 17: Clasificación ABC para Productos en Proceso | 52 |
| Tabla 18: Clasificación ABC para Productos en Terminados | 53 |
| Tabla 19: Política Actual Tableros e Insumos | 54 |
| Tabla 20: Política Actual Productos en Proceso | 55 |
| Tabla 21: Política Actual Productos Terminados | 55 |
| Tabla 22: Datos para el cálculo de la constante de la curva | 56 |
| Tabla 23: Puntos de la curva | 57 |
| Tabla 24: Resumen de Alternativas | 59 |
| Tabla 25: Propuesta de nueva política de gestión de inventarios | 60 |
| Tabla 26: Dimensiones de Almacenes | 62 |
| Tabla 27: Dimensiones de áreas productivas | 63 |
| Tabla 28: Dimensiones de almacén de insumos peligrosos | 63 |
| Tabla 29: Dimensiones de almacén de materia prima y secado | 64 |
| Tabla 30: Valores de referencia - áreas de oficinas | 64 |

| | |
|---|----|
| Tabla 31: Requerimiento de espacios en oficinas | 65 |
| Tabla 32: Comparación entre el requerimiento actual y futuro de espacios | 66 |
| Tabla 33: Macro localización | 68 |
| Tabla 34: Escala de calificación para evaluación de alternativas de Macro localización | 69 |
| Tabla 35: Evaluación de alternativas | 70 |
| Tabla 36: Ponderación de factores de Micro localización | 71 |
| Tabla 37: Valor de Propuestas de Micro localización | 72 |
| Tabla 38: Evaluación de Alternativas: Análisis de Factores | 78 |
| Tabla 39: Evaluación de Económica de la Alternativa Propuesta | 81 |
| Tabla 40: Comparación de la Alternativa Propuesta frente la Situación Actual | 82 |



ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1:** Descripción de procesos productivos y maquinaria
- Anexo 2:** Lista de productos
- Anexo 3:** Tormenta de ideas, matriz de priorización y diagrama causa-efecto
- Anexo 4:** Lista de insumos
- Anexo 5:** Productos representativos por familia
- Anexo 6:** Planos de la fábrica principal de producción
- Anexo 7:** Planos de la fábrica anexa
- Anexo 8:** Patrones de circulación
- Anexo 9:** Densidad de almacenamiento
- Anexo 10:** Cálculo de proyección de la producción
- Anexo 11:** Balance de línea por familia y mejora en la utilización de los puestos de trabajo
- Anexo 12:** Curvas de Intercambio
- Anexo 13:** Dimensionamiento de almacenes y otras áreas
- Anexo 14:** DGC_Alternativa 1
- Anexo 15:** DGC_Almacenes subterráneos (Alternativa 1 y 2)
- Anexo 16:** DGC_Alternativa 2
- Anexo 17:** Evaluación de alternativas
- Anexo 18:** PDD_Alternativa 1
- Anexo 19:** Evaluación económica
- Anexo 20:** Evaluación Alternativa 1 vs Situación Actual
- Anexo 21:** Cronograma de Implementación

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se diseña una nueva distribución de planta y se establecen nuevas políticas de gestión de inventarios para la empresa Muebles E.I.R.L., que le permitan incrementar su capacidad de producción y mantener niveles óptimos de inventarios.

En el primer capítulo se explica la teoría a considerar en este estudio, resaltando la metodología PSD y el análisis de Curvas de Intercambio.

En el segundo capítulo se realiza un diagnóstico de la situación actual de la empresa para entender cuáles son los problemas a los que se debe dar solución.

En el tercer capítulo se realiza la proyección de la producción y el cálculo de la cantidad requerida de mano de obra y maquinaria.

En el cuarto capítulo se definen políticas de gestión de inventarios basándonos en la metodología de curvas de intercambio.

En lo que respecta al quinto capítulo, se dimensionan las áreas productivas y los almacenes considerando todos los requerimientos calculados anteriormente.

La determinación de la mejor localización para la nueva planta se realizará en el sexto capítulo.

En el séptimo capítulo se diseñan dos alternativas de distribución de planta aplicando la metodología PSD.

En el octavo capítulo se evalúan las dos alternativas para determinar la más favorable para la empresa, además se realiza el análisis de factibilidad económica. Luego, se muestran los beneficios obtenidos de la alternativa elegida con respecto a la situación actual y se plantea el cronograma de implementación.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

En el siguiente capítulo se describen los conceptos teóricos y las metodologías que serán aplicadas en el presente trabajo.

1.1. Herramientas para el Diagnóstico y Mejora de la calidad de Procesos

Ormachea (2012) indica que para poder identificar las causas de un problema y definir cuáles son las principales se pueden aplicar las siguientes técnicas de análisis:

1.1.1. Tormenta de Ideas (Brainstorming)

Busca generar una lista de ideas o problemas propuestos por un grupo de personas. De esta manera, se pueden identificar posibles soluciones de problemas y potenciales oportunidades de mejora. Su elaboración tiene las siguientes condiciones generales:

- El líder alienta la generación de ideas.
- Todos entienden el tema a tratar.
- Evitar críticas y/o alabanzas.
- Excluir personas ajenas al proceso o tema a tratar.
- Fijar un límite de tiempo (máximo 30 minutos).

1.1.2. Matriz de priorización

Consiste en un cuadro de doble entrada en el que se califican problemas o aspectos en base a una serie de criterios determinados por lo involucrados. Sirve para comparar, priorizar y seleccionar problemas o aspectos sobre una base común de medición.

1.1.3. Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa)

Herramienta gráfica de análisis que sirve para identificar las posibles causas de un problema. Su estructura consta de una cadena de causas y efectos que se grafican en un diagrama con forma de “espina de pescado” (Ver Figura 1). Cabe

mencionar que se suele orientar la agrupación de las causas en base a seis factores principales: Material, Maquinaria, Métodos, Mano de obra, Medio ambiente y Métrica.

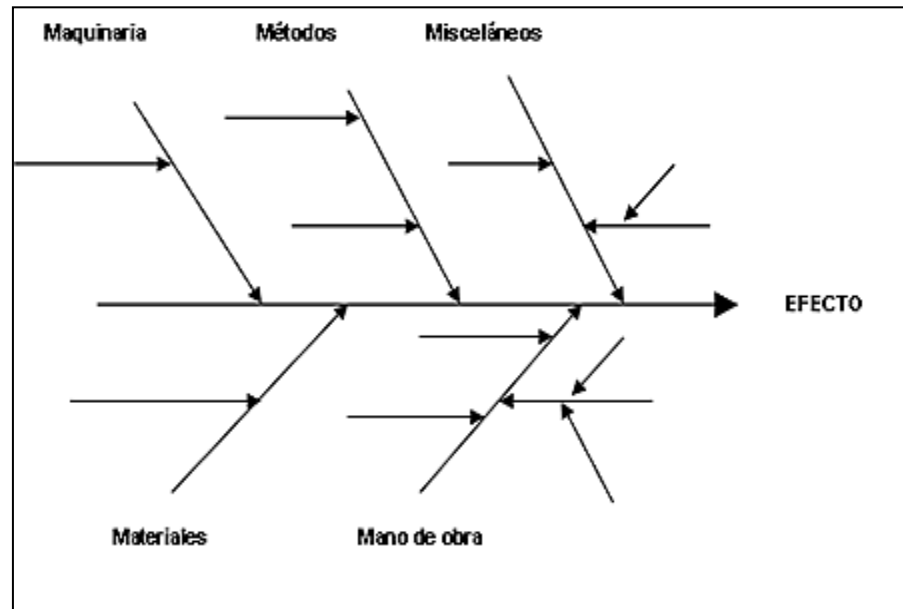


Figura 1. Diagrama de Ishikawa
Fuente: Ishikawa (1997)
Elaboración Propia

1.2. Objetivos y ventajas de la distribución de planta

Según Muther (1997), la distribución de planta busca obtener una ordenación racional y económica de todos los elementos involucrados en la producción (procesos, equipos, personas, material, entre otros) bajo los siguientes principios y/u objetivos:

- Integración conjunta de todos los factores que afectan la distribución de planta
- Distancias mínimas para el movimiento de material
- Flujo óptimo del trabajo a través de la planta
- Utilización efectiva de todo el espacio cúbico
- Satisfacción y seguridad de los trabajadores
- Flexibilidad de ordenación para facilitar cualquier ajuste

Así mismo, la distribución de planta tiene las siguientes ventajas para la empresa:

- Incremento de la producción
- Disminución de los retrasos en la producción
- Determinación efectiva de la capacidad de producción de la empresa
- Ahorro de áreas ocupadas (Producción, almacenamiento y de servicios)
- Reducción del manejo de materiales
- Mayor utilización de la maquinaria, mano de obra y servicios
- Reducción del material en proceso
- Reducción del trabajo administrativo e indirecto en general
- Logro de una supervisión más fácil y mejor
- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de moral y satisfacción del obrero

1.3. Tipos de distribución de planta

Adicionalmente, Muther (1997) explica que los tipos de distribución se basan en el análisis del movimiento de los tres principales elementos de producción: material, hombre, máquina o sus combinaciones, obteniendo así, tipos de distribución que enfatizan su planteamiento de distribución según un flujo específico, estos tipos son los siguientes:

1.3.1. Orientada al proceso

Se aplica cuando se fabrican diversos productos, la maquinaria no es de fácil movilización y se busca darle mayor uso. Existen altas variaciones en los tiempos requeridos para cada una de las operaciones y/o la demanda de productos es intermitente o pequeña. Obteniendo una distribución donde las operaciones y equipos que realizan una misma actividad se encuentran agrupados y los productos que necesiten de ellos pasan por dicha área específica, lo que ofrece ventajas como distribución flexible y recursos de propósito general, pero con la dificultad de altos tiempos de proceso, altos manipuleos de materiales, requerimientos de mayor espacio y necesidad de un mejor planeamiento de la producción.

1.3.2. Orientada al producto

La distribución física está basada en el flujo del producto, donde los recursos necesarios están ordenados según dicha secuencia de operaciones.

Está orientada a la producción de grandes volúmenes y poca variedad productos, con un diseño normalizado y demanda razonablemente estable, por ejemplo líneas de fabricación y ensamble.

Su utilización conlleva a las siguientes ventajas:

- Menor tiempo de manipulación de materiales
- Menores inventarios (finales y en proceso)
- Reducción del tiempo de fabricación
- Mayor especialización del personal

Y desventajas como menor flexibilidad para el producto y proceso, mayor tiempo para programación y balance y vulnerabilidad frente a fallas de elementos productivos.

1.3.3. Posición fija

Diseñada para una producción unitaria, usualmente a pedido cuyas operaciones de transformación se realizan con el componente estacionado y los trabajadores y equipos se desplazan alrededor de él. Generar inconvenientes con el abastecimiento y utilización de los recursos para lo cual es necesario aplicar técnicas de programación (redes PERT/CPM), a su vez, presenta facilidades para la asignación de labores al personal y su posterior evaluación y, también, la adaptabilidad a cambios de la secuencia operativa.

1.3.4. Por celdas de fabricación

Caracterizado por trabajar con piezas de volumen y variedad medianos en familias de productos con diseños similares, donde las máquinas, personal y herramientas entre otros elementos necesarios para realizar una pieza se agrupan en una celda.

El número de máquinas es mayor al de operarios, de modo tal que cada operario debe dominar varios tipos de operación por lo que la efectividad del trabajo depende del factor humano. Sus principales ventajas son:

- Mínimo stock en proceso

- Menor tiempo total de fabricación
- Clara asignación y evaluación de responsabilidades
- Satisfacción e integración del personal
- Autonomía y flexibilidad

Y sus desventajas son:

- Menor utilización de la maquinaria
- Mayor necesidad de programación

A continuación se presenta la Figura 2 donde se observa en forma más específica cual sería la distribución adecuada según factores de variedad y volumen de los productos.

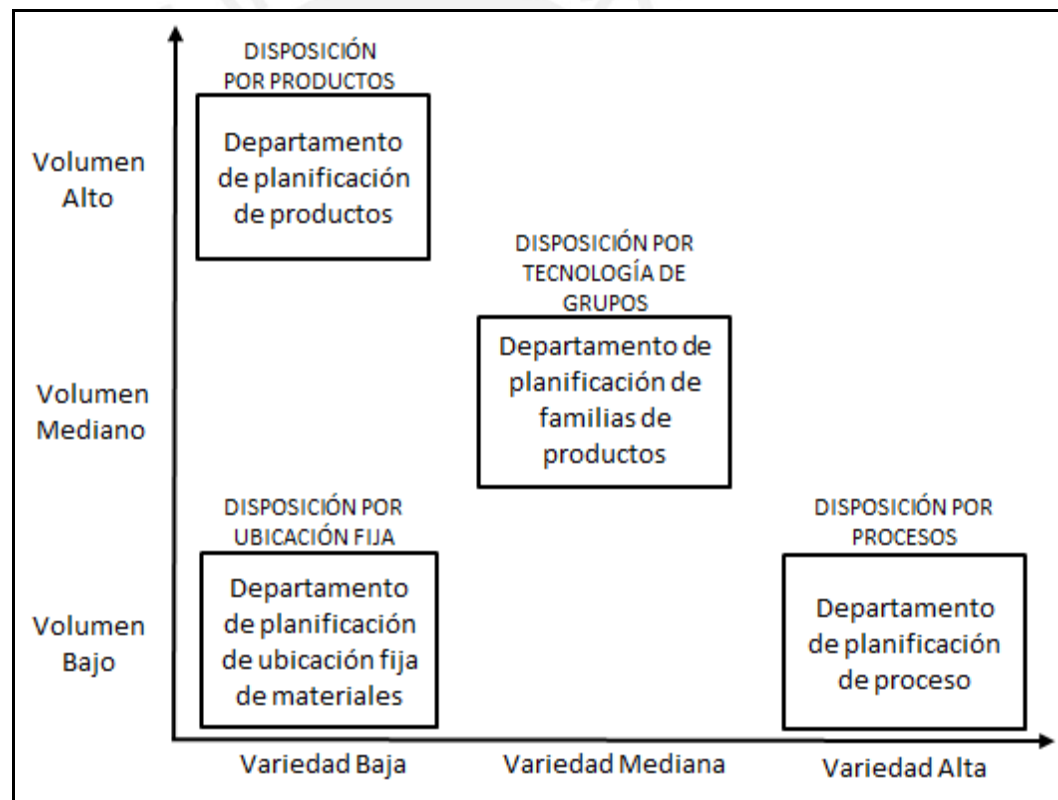


Figura 2. Clasificación de la disposición por volumen– variedad

Fuente: Bozer, Tanchoco, Tompkins y White (2006)

Elaboración Propia

Se define a continuación las posibilidades de distribución para oficinas y almacenes.

1.3.5. En la oficina

Existe dos posibilidades para la distribución de oficinas: la oficina abierta que es un área donde no existen muchos muros divisorios y, por lo contrario, la oficina cerrada, donde sí se observan varios ambientes pequeños. Ambos casos tienen el objetivo de aumentar la productividad de los empleados y dar un apoyo adecuado a las actividades principales de la empresa (áreas productivas). Las oficinas abiertas tienen como beneficios:

- Mejores comunicaciones y mejor supervisión.
- Acceso más cómodo a los archivos y equipos comunes.
- Mayor facilidad para la iluminación, temperatura ambiental y ventilación.
- Costos de mantenimiento más bajos.
- Menores requerimientos de espacios por la flexibilidad en la distribución.
- Pero a su vez, sus desventajas, que son los aspectos positivos de la distribución cerrada, son:
 - Falta de privacidad
 - Falta de reconocimiento de los puestos
 - Dificultad para controlar ruido y demás condiciones ambientales

1.3.6. En los almacenes

El almacén es el área formalmente establecida para recibir, guardar y entregar materiales, productos terminados, productos en proceso, entre otros. Su principio básico es aprovechar el espacio máximo disponible. Así mismo, es importante tener en cuenta el método de valoración de inventarios: PEPS (Primero en entrar primero en salir) o UEPS (Último en entrar primero en salir).

1.4. Metodologías

Para la determinación de la mejor distribución de planta, se aplica la metodología del Planeamiento Sistemático de la Distribución (PSD), complementándola con el cálculo de pronósticos para la proyección de la demanda y análisis de curva de intercambio para el dimensionamiento de almacenes. Estas herramientas se describen a continuación:

1.4.1. Pronósticos

Según Krajewsky y Ritzman (2000), a continuación se explican los conceptos fundamentales relacionados al cálculo y análisis de pronósticos:

1.4.1.1. Concepto básico

El pronóstico consiste en la estimación y el análisis de la demanda futura para un producto en particular, componente o servicio, utilizando inputs como ratios históricos de venta, estimaciones de marketing e información provisional, a través de diferentes técnicas de previsión, con el propósito de planificar.

1.4.1.2. Componentes de la Demanda

Los componentes de la demanda son los siguientes:

- Tendencia: incremento o decremento sistemático de la media de la serie a través del tiempo.
- Elemento estacional: patrón repetible de incrementos y decrementos de la demanda, dependiendo de la hora del día, la semana o la temporada.
- Elementos cíclicos: pauta de incrementos o decrementos graduales y menos previsible de la demanda, los cuales se observan en periodos largos de tiempo.

1.4.1.3. Tipos de pronósticos

Existen dos tipos de pronósticos: Cualitativos y cuantitativos descritos a continuación:

1.4.1.3.1. Métodos Cualitativos:

Utilizados cuando se carece de datos históricos adecuados y está basado en estimado y opiniones: Investigación de mercado y Método Delphi.

1.4.1.3.2. Métodos Cuantitativos:

Utilizados cuando se cuenta con data histórica.

Regresión Lineal Simple

Es un método matemático que analiza la relación entre dos variables, una dependiente (Y) y otra independiente (X), representando dicha relación con la siguiente ecuación: $Y = a + bX$

Dónde: a = ordenada donde se intercepta el eje Y con la recta de regresión

b = pendiente de la recta de regresión

Conociendo datos históricos de las variables a analizar (Y y X), se calcula la ecuación correspondiente. El siguiente paso es evaluar la bondad de ajuste del modelo de regresión la cual se refiere al grado en que este es conveniente como modelo que representa a las variables implicadas en el mismo. Para ello se analiza el coeficiente de determinación (R^2) que representa la proporción de varianza de Y explicada por la variable X en el modelo de regresión. Este coeficiente oscilará siempre entre 0 y 1, de modo que cuanto más próxima sea R^2 a 1 indicará mejor bondad de ajuste del modelo de regresión a la distribución conjunta de las variables.

Método de series de tiempo con influencia Estacional y de Tendencia

Chase (2000) junto con otros autores plantearon un método de cálculo de pronóstico que considera las influencias estacionales y de tendencia. Este método es muy útil debido a que la gran mayoría de casos tienen estas características. A continuación se detalla el paso a paso para la aplicación de este método:

1. Se realizará la desestacionalización de las ventas calculando un promedio móvil simple para 4 periodos. Luego de dicho resultado, se realizará un promedio móvil simple para 2 periodos. Cabe resaltar que la posición de los resultados en la Tabla debe respetarse como parte de la metodología.
2. Luego, se calculan los índices estacionales por periodo (trimestres en este caso) dividiendo las ventas reales entre los resultados de promedio móvil simple para 2 periodos. Es natural que no se realice dicho cálculo para periodos sin resultado del mencionado promedio móvil asignado.
3. Calcularemos los índices estacionales promedio, los cuales son el promedio simple de los índices calculados anteriormente. Cabe resaltar que no debe incluirse los valores cero en el cálculo.
4. Para trabajar el tema de la tendencia, se empleará un modelo de regresión lineal sobre las ventas desestacionalizadas, es decir, sobre los promedios móviles para 2 periodos. Al hallarlo, obtenemos la

ecuación $Y(t)$, donde Y son las ventas desestacionalizadas y t es el periodo de dicha venta.

- Finalmente, calculamos los pronósticos con el modelo de regresión, para considerar la tendencia; y, para incluir la estacionalidad, a dichos resultados se les multiplica por los índices estacionales promedio correspondientes para obtener los pronósticos finales.

1.4.1.3.3. Precisión del Pronóstico

El error del pronóstico se calcula a través de la diferencia entre el valor real y el pronosticado de un período determinado.

$$E_t = Y_t - F_t$$

Donde E_t es el error del pronóstico del período t , Y es el valor real para ese período y F_t el valor que se había pronosticado.

Medidas comunes del error:

- Error cuadrático de la media:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^N E_t^2}{N}$$

- Error absoluto de la media:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^N |E_t|}{N}$$

- Error absoluto porcentual de la media:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{|E_t|}{|Y_t|}}{N}$$

1.4.2. Políticas de control de inventarios

Seguidamente se describirán las técnicas de gestión logística a utilizar para la definición de las políticas de gestión de inventarios:

1.4.2.1. Determinación de la cantidad a comprar

El inventario promedio es la cantidad promedio de unidades en los almacenes.

$$I_{\text{promedio}} = \frac{(I_1 + I_2 + \dots + I_n)}{N}$$

$I_{promedio}$ = Inventario promedio mensual

$I_1 + I_2 + \dots + I_n$ = Inventarios iniciales y finales de varios meses

N = Número de meses tomados como muestra.

La rotación de inventarios es el número de veces que se ha despachado el inventario promedio de ese artículo en un período de tiempo específico.

$$R = \frac{\text{Salida}}{I_{promedio}}$$

Ecuación de Ajuste:

$$I_{final} = I_{inicial} + \text{Entradas} - \text{Salidas}$$

I_{final} = Inventario final

$I_{inicial}$ = inventario inicial

Entradas = Entradas o ingresos a almacén

Salidas = Salidas o Despachos del almacén.

Los datos deben ser considerados un periodo de tiempo específico.

1.4.3. Modelo de cantidad de pedido de producción:

- Modelo para entornos de producción.
- Si un artículo se produce dentro de la empresa, en lugar de comprarse fuera de ella, cada unidad terminada puede utilizarse o venderse cuándo esté disponible.
- Hipótesis de EOQ son válidas.
- Coste de preparación o lanzamiento = coste de almacenamiento

$$Q^* = \sqrt{2DS / \left(H \left(1 - \left(\frac{d}{p} \right) \right) \right)}$$

$$I_{máx} = \frac{Q}{p * (p - d)}$$

d = D /Número de días que la fábrica está abierta

Q^* = Número de piezas por pedido

H = Coste de almacenamiento por unidad y por año

S = Coste de preparación

p = Tasa de producción diaria

d = Tasa de demanda diaria o tasa de utilización

t = Duración de la tanda de producción en días

$p > d$

1.4.4. Control agregado de inventarios

Para la aplicación de la metodología de curvas de intercambio es necesario conocer los siguientes puntos:

1.4.4.1. Clasificación ABC de productos

Según Ballou.R (2004), una práctica común en el control agregado de inventarios es diferenciar los productos en un número limitado de categorías (A,B y C), y después aplicar una política separada de control de inventarios para cada categoría. Esto tiene sentido dado que no todos los productos son de igual importancia para una empresa en términos de ventas, márgenes de beneficios, cuota de mercado o competitividad.

1.4.4.2. Curvas de intercambio

Como dice Edward Silver y Rein Peterson (1985), las curvas de intercambio constituyen una técnica de la evaluación agregada, que sugiere formas rigurosas de presupuestar los niveles de inventarios para el conjunto de ítems normalmente en uso, considerando posibles restricciones financieras y /o físicas propias de cada empresa.

Para el análisis se considera los diferentes productos intermedios o finales que maneja la empresa, entonces se determinan lotes económicos (EOQ) para cada uno de ellos tomando en cuenta la clasificación ABC. Una vez finalizado ello, se puede valorar los inventarios promedios tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1) El inventario promedio no puede exceder un determinado monto de unidades monetarias de una empresa.
- 2) El costo fijo de reemplazos por unidad de tiempo (de preferencia 1 año) debe ser menor que un cierto valor.

3) El punto de operación debe ser aquel donde el intercambio entre el inventario promedio (TCS) valorizado y el costo de reemplazos por unidad de tiempo o número de órdenes anuales es un valor razonable en un año.

Se asume que para todos los ítems, el valor del costo de pedido (A_i) se mantenga aproximadamente constante como A para todos los ítems del inventario que posee una empresa. Y como se usa el lote económico (EOQ) para el dimensionamiento del tamaño de pedido, entonces este y el stock de ciclo, serían:

$$(1): \quad Q_i = \sqrt{\frac{2AD_i}{v_i \cdot r}}$$

$$(2): \quad TCS = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i \cdot v_i}{2}$$

Luego se halla el número de órdenes de compra y una variante (distinta a la ecuación 2) para hallar el stock de ciclo proveniente de las ecuaciones 1 y 2, lo mencionado se presenta a continuación:

$$(3) \quad N = \sqrt{\frac{r}{A}} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \times \sum_{i=1}^n \sqrt{D_i \cdot v_i}$$

$$(4) \quad TCS = \sqrt{\frac{A}{r}} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \times \sum_{i=1}^n D_i \cdot v_i$$

Ambas expresiones dependen del valor del cociente A/r y multiplicando las formulas 2 y 4 se obtiene:

$$TCS \cdot N = \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^n \sqrt{D_i \cdot v_i} \right)^2 = k$$

Siendo k una constante. Dicha expresión es una función hiperbólica y al dividir entre N^2 , el resultado es el siguiente:

$$\frac{TCS}{N} = \frac{A}{r}$$

Así, a cada punto de la hipérbola le corresponde un valor de A/r y para cualquier ítem se puede seleccionar un punto deseado de la curva de intercambio, lo que

genera un valor apropiado de r , A o A/r (el último parámetro puede asumirse como una variable de gestión en control de inventarios).

El objetivo final del análisis de curvas de intercambio es definir una política de gestión de inventarios en función al traslado del punto que representa a la política actual en la curva (Figura 3) en una de las siguientes formas:

- ✓ Desplazamiento vertical, se reducirán los costos financieros, esto quiere decir por ejemplo tener menos inventarios, comprar lotes más pequeños, rotación más frecuente.
- ✓ Desplazamiento horizontal, se reducirán los costos operacionales, esto quiere decir por ejemplo, tener menos proveedores, menos personal a cargo de este departamento, al igual que en compras.
- ✓ Hacia el centro, se realiza ambos efectos, habría que ver qué valor de A/r podría aplicarse, y de acuerdo a esa relación calcular los nuevos valores de EOQ, o combinar otras políticas tales como POQ.

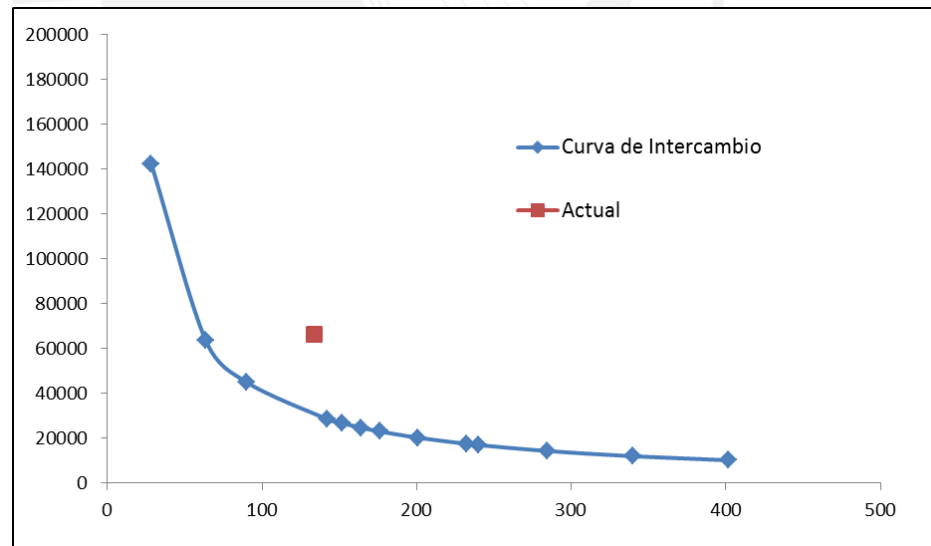


Figura 3. Curvas de Intercambio
Fuente: Edward Silver y Rein Peterson (1985)
Elaboración Propia

1.4.5. Metodología PSD

Se seguirá la metodología de Planeamiento Sistemático de la distribución (PSD) que comprende diversas etapas. Ver Figura 4:

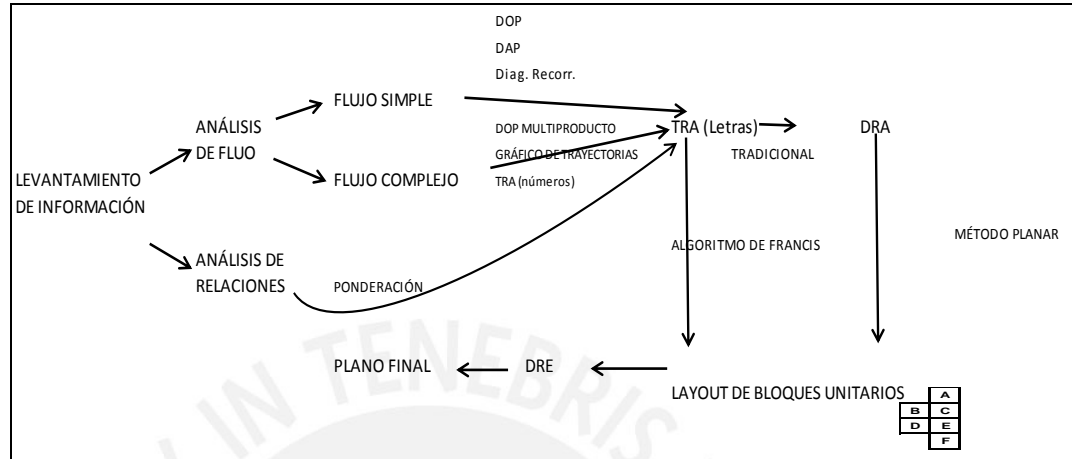


Figura 4: PSD
Fuente: Muther (1977)
Elaboración Propia

1.4.6. Levantamiento de la información

Etapa en cual se recopila toda la información cualitativa y cuantitativa del proceso a través de diagramas, cuestionarios, entre otros, para desarrollar las siguientes etapas del proyecto.

1.4.7. Análisis de Relaciones

Se hace un análisis sobre la importancia de la cercanía de una instalación con otra según la relación existente entre ellas, obteniendo los siguientes códigos según la Tabla 1.

Tabla 1: Clasificación de cercanías

| Código | Definición |
|--------|--|
| A | Absolutamente necesario que estos dos departamentos estén uno junto al otro. |
| E | Especialmente importante |
| I | Importante |
| O | Ordinariamente importante |
| U | Sin importancia |
| X | No deseable |

Fuente: Muther (1977)
Elaboración Propia

1.4.8. Análisis de Flujo

Según se presente la complejidad del proceso se decide optar por las siguientes posibilidades:

- a. **Diagrama de flujo simple:** Se utiliza las herramientas de diagrama de operaciones (DOP), diagrama de actividades (DAP) y diagrama de recorrido (DR) luego según el análisis de relaciones previo se realiza la Tabla relacional cualitativa.
- b. **Diagrama de flujo complejo:** Se realiza un diagrama de operaciones multiproducto o una gráfica de trayectorias para obtener la Tabla relacional cuantitativa.

1.4.9. Diagrama de operaciones multiproductos

Permite mostrar el flujo de todas las partes con fácil distinción entre ellas. Para lo cual se listan todas las operaciones en las filas y todas las partes en las columnas, asegurando un flujo efectivo del material. Ver Figura 5.

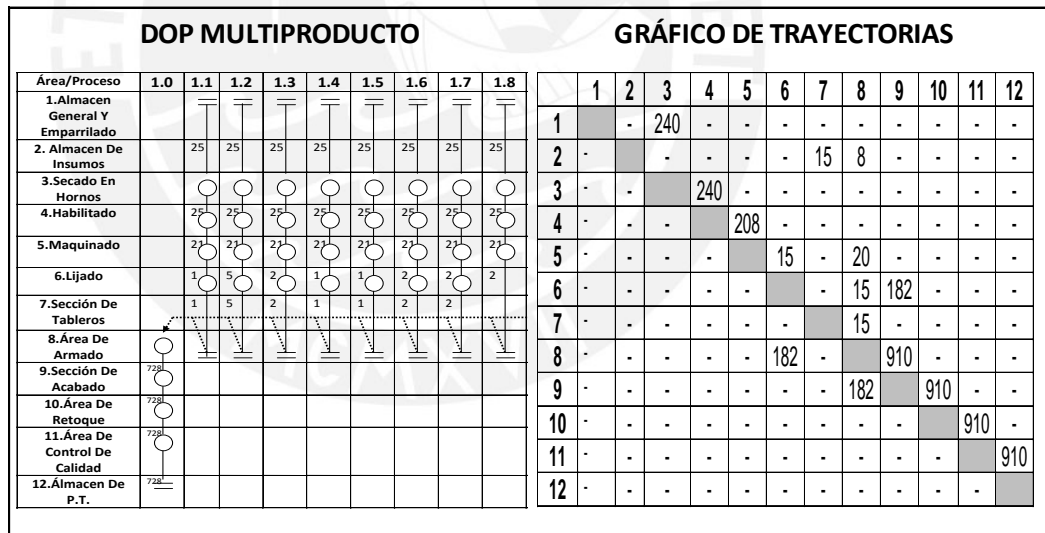


Figura 5: DOP Multiproducto-Gráfico de trayectorias

Fuente: Muther (1977)

Elaboración propia

Es importante mencionar, que este diagrama permite obtener un indicador de eficiencia que se obtiene al disminuir el número de traslados por las que pasa la parte. Este indicador se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia} = (\text{Número de traslados iniciales} / \text{Número de traslados finales}) * 100\%$$

1.4.10. Gráfica de Trayectorias

Es más exacta que el diagrama de operaciones multiproducto ya que a diferencia de él, también asigna importancia de las partes a producir que se debe reflejar en la distribución, cuya idea principal es determinar la cantidad de movimiento entre cada pareja de operaciones y áreas (Ver Figura 5).

1.4.11. Tabla relacional de actividades cuantitativas

Las relaciones entre departamentos se registran cuantitativamente usando valores como: número de traslados, costos de transporte, etc.

1.4.12. Tabla relacional de actividades cualitativas

Registra las relaciones entre los departamentos (A, E, I, O, U) según la calificación previa asignada en el análisis cualitativo o según la valoración relacional obtenida después de realizar la Tabla relacional de actividades cuantitativa.

1.4.13. Algoritmo de Francis

El algoritmo de Francis consiste en los siguientes pasos:

1° Se elabora un cuadro de doble entrada, en donde la columna de la izquierda contiene el nombre de las áreas a distribuir y la fila superior contiene en su primera parte también el nombre de las áreas y en segundo lugar los tipos de relaciones posibles entre estas.

Se procede a colocar los tipos de relaciones en la primera parte y posteriormente la cantidad por tipo de relación en la segunda parte de la Tabla. Luego, se calculan los valores del Ratio de Cercanía Total (RCT) para cada área. Para esto se consideran los siguientes pesos para medir la importancia: A= 10000, E=1000, I=100, O=10, U=0, X=-10000.

Para obtener los valores de RCT se multiplica la cantidad de relaciones de cada tipo por su valor. Esto se realiza para cada área siguiendo el formato de la Figura 6:

| | A | B | C | D | E | F | A | E | I | O | U | X | RCT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| A | | | | | | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | | | | | | |
| D | | | | | | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | | | | | | |
| F | | | | | | | | | | | | | |

Figura 6: Cálculo de RCT
Fuente: Muther (1977)
Elaboración propia

2° Una vez calculados los RCTs para cada área se procede a ordenarlas, considerando lo siguiente:

El área de mayor RCT es la de orden 1, luego se analiza qué áreas tienen una relación muy importante con dicha área. Para esto se consideran las importancias ya conocidas (A, E, I, O, U, X). Es así como se va estableciendo el orden para cada área respetando las relaciones importantes y los valores de RCT, que son los dos criterios de ordenamiento.

3° Habiendo definido el orden, se realiza el siguiente procedimiento:

Se coloca el nombre del área de orden 1 en un cuadrado y se escriben a su alrededor, empezando por la izquierda, números consecutivos empezando por el 1 hasta cubrir todas las ubicaciones posibles. Luego, se calcula el VPP (Valor de Posición Ponderado) para cada ubicación posible valorizando las ubicaciones directas con 100% del valor de la relación y a las esquinas con el 50% de dicho valor. Estos valores son los mencionados en el paso 1 para cada tipo de relación. La ubicación de la segunda área será aquella posición con mayor VPP (Valor de Posición Ponderado). Si hubiese un empate, se coloca el área en la posición con el número más bajo (1, 2, 3, 4, etc.). Esto es una convención.

Para ubicar la tercera área, se procede de la misma manera y así sucesivamente hasta ubicar todas las áreas y tener como resultado el Layout de Bloques Unitarios (Ver Figura 7).

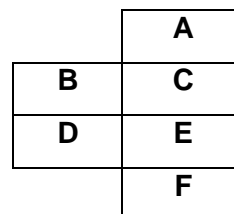


Figura 7: Layout de Bloques Unitarios
Fuente: Muther (1977)
Elaboración propia

1.4.14. Diagrama Relacional de espacios (DRE)

Con el layout de bloques unitarios que nos brinda la distribución preliminar y las dimensiones (m²) calculadas para cada área, se procede a mostrar una distribución preliminar según el espacio real de la planta, sin incluir pasillos por el momento.

1.4.15. Diagrama general de conjunto (DGC) y Plan detallado de distribución (PDD)

Presentan distribuciones finales que incluyen dimensiones de las áreas y pasillos, acomodados al espacio real. La primera muestra la distribución de las áreas y la segunda es una distribución a detalle de cada de los diferentes elementos dentro de cada área.



CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

En el siguiente capítulo se realiza la descripción y diagnóstico de la empresa utilizando metodologías como tormenta de ideas y diagrama causa efecto para la determinación de los principales problemas. Así mismo se describen los factores de distribución.

2.1. Descripción de la empresa

En los siguientes puntos se realiza una descripción de la historia, procesos, productos y servicios de la empresa.

2.1.1. Reseña empresarial

La empresa cuenta con más 15 años en el mercado dedicándose al diseño, fabricación y comercialización de muebles en madera y, actualmente, se encuentra incursionando en la comercialización de muebles en melamine. Para el presente proyecto se considera que los muebles en melamina serán fabricados por la empresa. Su planta de producción se encuentra localizada en la ciudad de Puno, AV. Panamericana N 157 desde donde se distribuyen los muebles a sus sucursales localizadas en Puno (sede principal), Juliaca y Arequipa. Tiene un área de 600 m² aproximadamente, incluyendo construcciones externas. Muebles E.I.R.L. cuenta con más de 200 modelos en sus líneas de sala, comedor, oficina y dormitorio; realizando una producción por lotes y eventualmente a pedido. La empresa cuenta con aproximadamente 50 trabajadores entre operarios (37), vendedores y personal administrativo; y subcontrata servicios contables, informáticos y productivos. Los productos que fabrica y comercializa la empresa son variados y están dirigidos al público en general, siendo sus principales clientes las familias, las instituciones públicas (participación en licitaciones) y privadas; y por la ubicación geográfica de la empresa, cabe destacar a la industria minera. La empresa se caracteriza por la alta calidad en sus muebles, motivo por el cual ha recibido diversas premiaciones como la Mejor Empresa Productora Muebles en la Región de Puno, mención otorgada por la cámara de comercio por más de 5 años, también ha obtenido el premio a la Mejor Empresa de la Región, premiación otorgada también por la cámara de Comercio en el año 2007. De igual forma,

obtuvo un premio como la Empresa con Calidad y Confiabilidad Reconocida otorgado por la Universidad Andina De Juliaca.

A continuación se muestra el organigrama de la empresa (Ver Figura 8), en el cual se observan los cargos correspondientes a las distintas sucursales de la empresa: Puno, Juliaca y Arequipa.

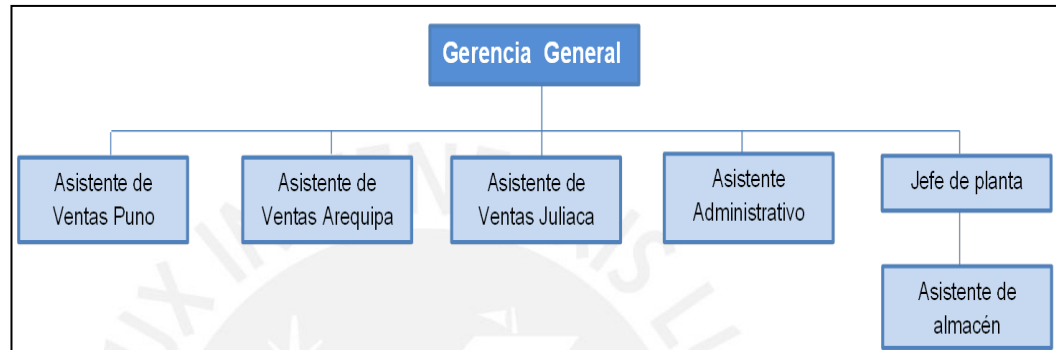


Figura 8: Organigrama de la empresa Muebles E.I.R.L.
Fuente: Muebles E.I.R.L.
Elaboración propia

2.1.2 Descripción de los procesos

El proceso productivo inicia desde el cubicado de tablonos hasta el almacenamiento del mueble listo para la venta. A continuación los Diagramas de Flujo del Proceso de producción de muebles en madera maciza (Ver Figura 9) y de muebles en melanina (Ver Figura 10). En el caso del flujo de muebles en madera maciza se muestra un flujo general para conocer las secuencias de actividades, el flujo detallado se mostrará en el DOP Multiproducto.

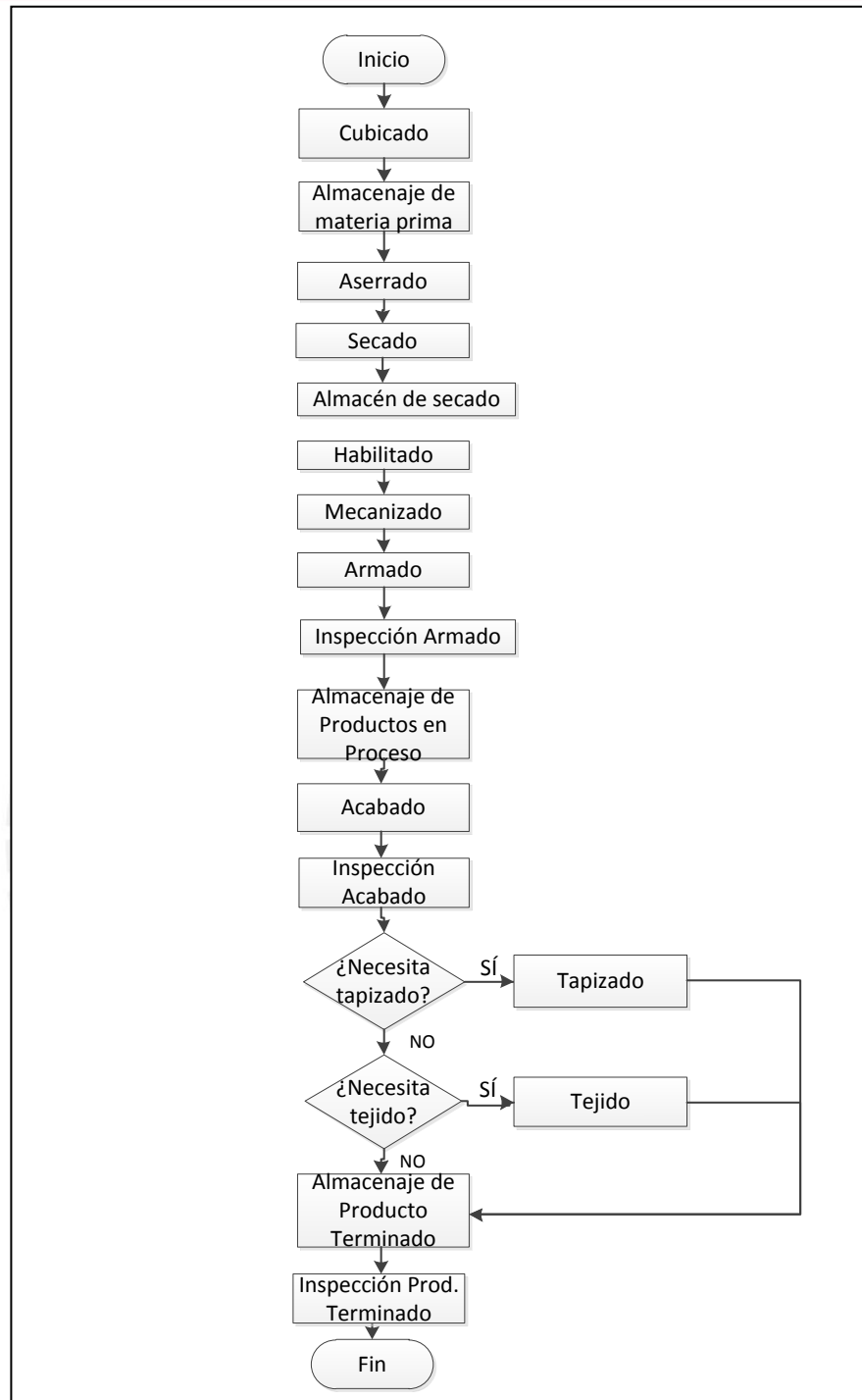


Figura 9. Diagrama de Flujo de Producción de Muebles en Madera Maciza
Fuente: Tablitas E.I.R.L.
Elaboración Propia

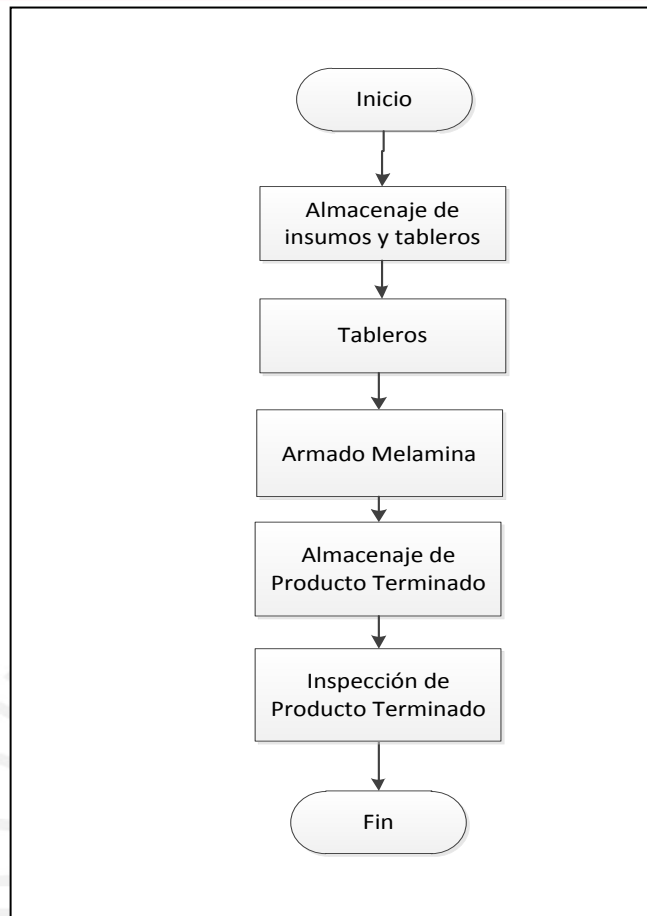


Figura 10. Diagrama de Flujo de Producción de Muebles en Melamine
Fuente: Tablitas E.I.R.L.
Elaboración Propia

La descripción de los procesos productivos se muestra en el Anexo 1.

2.1.3 Descripción de los productos

Muebles E.I.R.L. ofrece más de 200 tipos de productos clasificándolos en las líneas de sala en melamina, sala en madera maciza, oficina en melamina, oficina en madera maciza, dormitorio y comedor; además, de productos a pedido. Sus muebles se caracterizan por tener un diseño americano, formal y de trazo sencillo, con un estilo contemporáneo de bordes boleados con un acabado natural. A su vez, dentro de las líneas de comedor, dormitorio, sala (melamina y madera maciza) y oficina (melamine y madera maciza) la empresa ofrece una gran variedad de muebles. En el Anexo 2 se muestra un listado de todos los productos que ofrece Muebles E.I.R.L. Los productos que produce y comercializa la empresa son variados y están dirigidos al público en general,

siendo los grupos familiares quienes adquieren en mayor cantidad productos de las líneas sala, comedor y dormitorio, mientras que las instituciones públicas y privadas son quienes adquieren en mayor cantidad productos de la línea de oficina. A su vez, la industria minera también tiene alto requerimiento de muebles de la línea de dormitorio. Por otro lado, los productos a pedido se realizan en la mayoría de los casos para el Estado, es decir, según las licitaciones ganadas.

2.1.4 Descripción de los Servicios

La empresa tiene los siguientes servicios:

Traslado del producto hacia el establecimiento designado por el adquiriente: Este servicio sólo se ofrece en la sede principal Puno y en la sucursal Juliaca. Para ello la empresa cuenta con un vehículo de carga que transporta los productos hacia el hogar, oficina u otro establecimiento que designe el cliente. El transporte se realiza cuidando las especificaciones de calidad del producto. En la sucursal de Arequipa el traslado se hace en vehículos particulares.

Instalación del producto en el establecimiento designado por el adquiriente: Al llegar al establecimiento, el personal designado descarga el producto y procede a ubicarlo y armarlo, si fuese necesario para el mueble adquirido. Dejándolo apto para su uso.

Reparación y/o mantenimiento de productos: Este servicio (retapizado, relaqueado u otros) se ofrece de forma eventual, según el requerimiento del cliente. Además, se realiza según el proceso a realizar: en su ubicación actual (establecimiento del cliente) o en la fábrica de producción. Si el servicio excede el año de garantía del producto, este tiene un costo adicional.

2.2. Diagnóstico de la empresa

En este punto se detalla cómo se definieron los principales problemas de la empresa así como su situación actual.

2.2.1. Análisis de problemas en la empresa

A continuación se presenta el análisis de los problemas de la empresa aplicando las metodologías descritas en el Capítulo 1.

2.2.1.1. Tormenta de Ideas y Matriz de Priorización

La empresa ha identificado como problema de pronta resolución a la “Pérdida de Clientes”. En el Anexo 3 se muestra la lista de causas identificadas a través de una tormenta de ideas y la matriz de priorización realizada para identificar las principales causas de la pérdida de clientes, obteniéndose como resultado que las causas o problemas a resolver son: falta de capacidad de producción y falta de gestión logística ordenada y eficiente. Para la aplicación de estas dos herramientas se contó con la presencia del gerente general de la empresa, supervisor de planta, asistente de almacén y asistente de ventas.

2.2.1.2. Diagrama Causa – Efecto

A continuación, en la Figura N°11 se muestra el Diagrama Causa Efecto para el problema a resolver. Aquí se observa que muchas de las causas están relacionadas a la mala distribución de espacios en la planta. Así mismo, se observa que el problema logístico se debe principalmente a la inexistencia de políticas de gestión de inventarios. Es así que se decide resolver el problema a través del diseño de una nueva distribución de planta y la definición de nuevas políticas de gestión de inventarios. Para elaborar el diagrama se realizaron los siguientes pasos:

Se reunió al gerente de planta, supervisor de planta, asistente de almacén, asistente de ventas y operarios.

Se listaron todas las posibles causas de la no existencia de stock de los productos que requiere el cliente.

Se identificaron las causas relacionadas entre sí y se agruparon en familias de causas.

Finalmente, por cada causa se identificó la causa raíz.

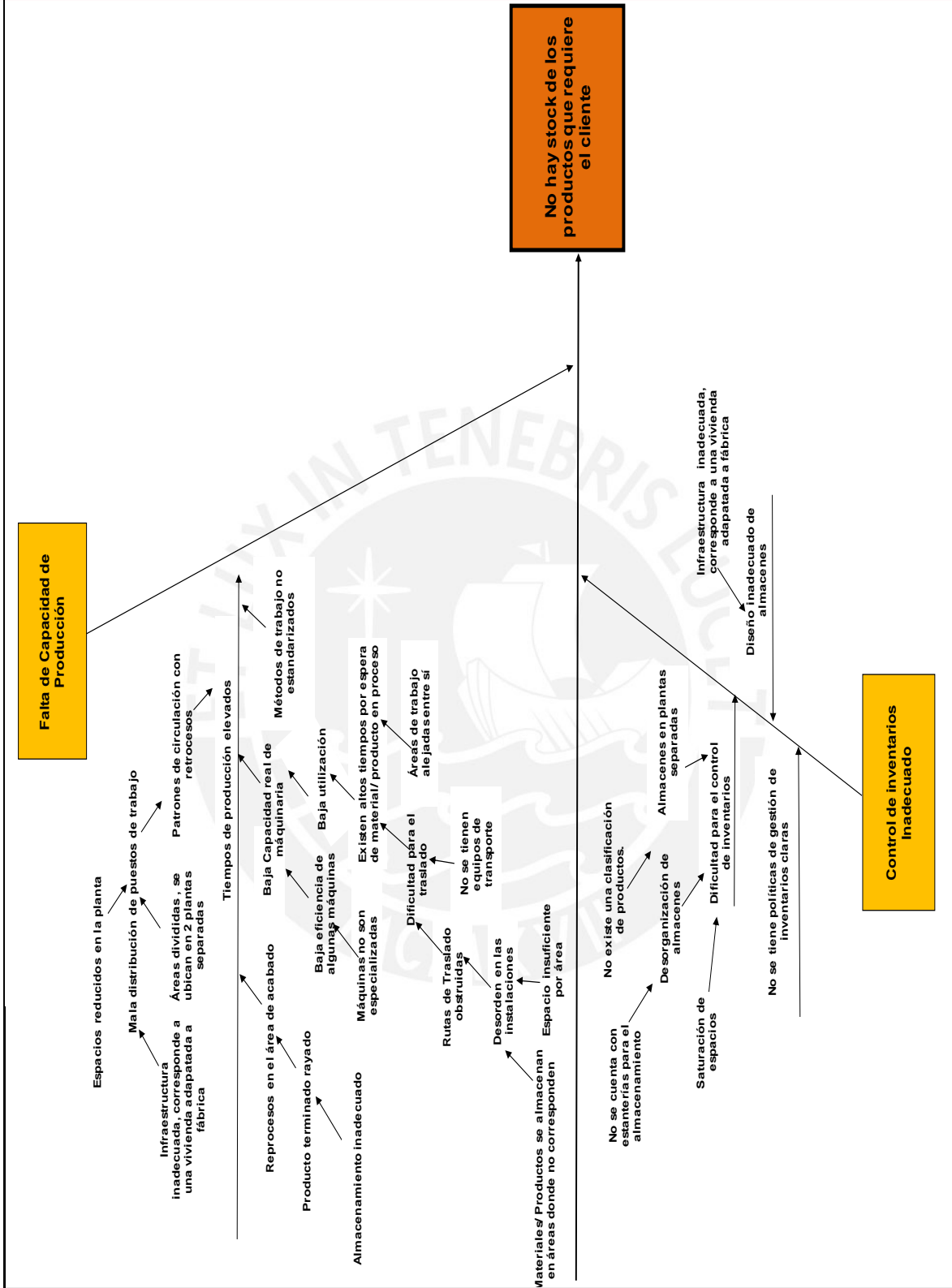


Figura 11. Diagrama Causa-Efecto
Elaboración Propia

2.2.2. Tipo de Distribución

El tipo de distribución general de la fábrica es por proceso, debido a que en el ciclo de producción las operaciones correspondientes a un mismo tipo de actividad se encuentran agrupadas en un área común.

2.2.3. Principios Básicos

A continuación se presenta un análisis de los principios básicos en la empresa:

- **Integración total**

Dado que los procesos se encuentran repartidos entre la planta principal y auxiliar no existe una adecuada integración. Observándose los siguientes problemas: Demora y dificultad para la transmisión de información, coordinaciones inadecuadas para el traslado de materiales y productos en proceso, demora para la solución de problemas que afecten a todas las áreas, duplicidad de materiales y recursos humanos. Además, también existe falta de integración en una misma área ya que el almacén de productos en blanco está repartido en tres ambientes distintos entre ambas plantas.

- **Óptimo Flujo**

Se ha observado que el ordenamiento de las áreas de trabajo no está conforme a la secuencia en que se transforma la madera en producto terminado debido a las siguientes razones:

- ✓ Para llevar el producto armado al almacén de productos en blanco, que se encuentra al inicio del ciclo productivo, se necesita cambiar el sentido del flujo de producción.
- ✓ Más del 50% de los productos en proceso son llevados de la fábrica principal al almacén de productos en blanco de la fábrica anexa y luego son regresados a la fábrica principal para ingresar al área de acabado.

- **Mínimo recorrido**

Acorde a lo mencionado en el punto anterior referente al Óptimo Flujo, se concluye que no se cumple con recorrer las mínimas distancias entre operaciones ya que existen idas y vuelta entre la fábrica principal y anexa, así como retrocesos dentro del flujo productivo. Además, la inadecuada

infraestructura de la planta de producción aumenta los recorridos al tener que realizar traslados entre los tres pisos.

- **Utilización del espacio cúbico**

En la planta de producción se observa que se busca aprovechar al máximo el espacio cubico, llegando incluso a la saturación de todos sus espacios. Esta situación se observa principalmente en los almacenes donde ya no es posible transitar ya que los pasillos están siendo usados como área de almacenamiento y se apilan los muebles hasta su altura máxima posible. En consecuencia a esta situación, cualquier área restante en la fábrica está siendo usada para el almacenamiento. Así mismo, la saturación y obstrucción de espacios están afectando directamente la seguridad, calidad, productividad en la fábrica.

- **Flexibilidad**

La planta de producción no presenta una adecuada flexibilidad para realizar reajustes en la distribución debido principalmente a su infraestructura, lo que se ve reflejado en la existencia de muros divisorios entre procesos consecutivos, desniveles en el piso y gran número de gradas que conectan las distintos pisos de la empresa.

- **Satisfacción y seguridad**

En relación a la satisfacción y seguridad de los trabajadores respecto a la distribución de planta actual, se observa lo siguiente:

- ✓ Contar con 3 pisos y presentar desniveles en el área de trabajo originan la necesidad de levantamiento de cargas por parte del personal dado que no se pueden utilizar equipos de transporte de material y/o productos en proceso.
- ✓ Pasillos y zonas de trabajo reducidas que originan incomodidad para desplazarse y trabajar con seguridad.

Por lo que se concluye que en este aspecto no se presentan condiciones adecuadas.

2.2.4. Tipo de proyecto de distribución de planta

El proyecto a desarrollar consiste en realizar el diseño de distribución de una nueva planta de mayor tamaño, incluyendo diseño de oficinas y almacenes.

Objetivos

Los objetivos considerados para realizar la distribución son:

- ✓ Optimizar el patrón de flujo para evitar cruces, retrocesos y distancias recorridas innecesarias.
- ✓ Mejorar el uso del espacio cúbico en la planta a través de una adecuada distribución.
- ✓ Reducir los riesgos diseñando una distribución que respete las recomendaciones de seguridad.
- ✓ Evitar el desorden y la congestión brindando los espacios que sean dimensionalmente adecuados para la realización de cada uno de los procesos productivos.
- ✓ Disminuir el manejo de materiales e insumos para aumentar la productividad de la empresa.
- ✓ Brindar un ambiente laboral para cuidar la salud ocupacional del trabajador diseñando espacios que generen confort para cumplir con sus labores.

2.2.5. Alcances y limitaciones

En este acápite se describe el alcance del proyecto para determinar la magnitud del proyecto. Así mismo se describen las limitaciones para lograr implementarlo.

Alcance:

Diseño de la distribución integral en una nueva planta de producción de mayor tamaño para el proceso productivo de muebles de madera maciza y muebles en melamine, a nivel de Plan Detallado de la Distribución (PDD) y establecimiento de nuevas políticas de gestión de inventarios para la gestión logística de la empresa.

Limitaciones para el proyecto:

Existe un bajo registro digital de la información, lo que complica el procesamiento de datos. Adicionalmente, es necesario realizar estimaciones para la producción de muebles en melamina, una nueva operación para la empresa.

La empresa cuenta con poco personal administrativo por lo que no es posible conseguir rápidamente la información debido a su reducida disponibilidad de tiempo.

Limitaciones para la implementación del proyecto:

Aunque la empresa esté dispuesta a brindar todas las condiciones estructurales que permitan mejorar el proceso y brindarle el mejor ambiente laboral al trabajador, el personal podría presentar resistencia al cambio ya que una distribución de planta implicaría cambios en los métodos de trabajo y exigencias varias.

Los proveedores actuales podrían mostrar dificultad de adaptación a las nuevas políticas de gestión de inventarios propuestas.

2.3. Factores de Distribución

En el presente subcapítulo se describen todos los factores de distribución de la empresa.

2.3.1. Factor Material

A continuación se describen todos los aspectos relacionados respecto a los materiales, productos y desechos.

2.3.1.1. Descripción de las materias primas, insumos variedad y cantidad

A continuación se mostrarán las principales características de las materias primas e insumos, con las cuales se podrá conocer a mayor detalle la situación actual de la empresa.

a. Materias primas

La principal materia prima es la madera, que para el caso del Tornillo, Cedro e Ishpingo llega en tablones de 10 a 12 pies de largo en promedio y de anchos y espesores variados. Para el caso del Pino, llega en Tablas aserradas de 3.95 m de largo, anchos de 0.19 m y de 1" y ½" de espesor. Respecto a las planchas de melanina, están miden 2.04m x 2.60m x 1" la cantidad a pedir anualmente de estas materias primas se obtienen en el Anexo 12. Las

condiciones de almacenamiento que la empresa considera importantes para los tablonos y Tablas es que estos se encuentren bajo techo, para prevenir el rajado de las maderas por efectos climáticos, y apilados por tipo de madera para su fácil identificación. Respecto a la melamina las condiciones de almacenamiento son evitar el polvillo o cualquier otro agente que produzca rayaduras.

b. Insumos

Los insumos son variados y se clasifican en peligrosos y no peligrosos. La lista completa de insumos se muestra en el Anexo 4. Además se muestra la lista de insumos que serán usados para los muebles en melamina. Las condiciones de almacenamiento para insumos peligrosos son a baja temperatura y en un ambiente ventilado. Para los insumos no peligrosos no existe condición de almacenamiento específica.

2.3.1.2. Descripción de los sub productos, productos terminados y productos que comercializa, variedad y cantidad.

Productos terminados y productos que comercializa

A continuación se muestra la Tabla 2 que muestra las 4 líneas de productos con la cantidad de modelos que se producen en cada una de ellas y el tipo de materia prima utilizado para fabricarlos.

Tabla 2: Cantidad de Productos que produce la empresa

| ID Productos | Productos | Modelos (Diseño) | Tipos de Materia Prima |
|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|
| COM | Línea de comedor | 36 | Madera |
| DOR | Línea de dormitorio | 55 | Madera |
| OFI | Línea de oficina | 70 | Madera y Melamine |
| SAL | Línea de sala | 40 | Madera y Melamine |

Fuente: Empresa Muebles E.I.R.L
Elaboración Propia

En la Tabla 2 vemos que existe una alta variedad de modelos que incluye los muebles que la empresa produce y comercializa. El 10% de los modelos

corresponde a melanine. Con respecto a las condiciones de almacenamiento, se requiere evitar el polvo en los almacenes para evitar rayaduras; sin embargo, el almacén principal carece en un 40 % de esta característica ya que existe una zona con libre exposición al polvo.

2.3.1.3. Desechos, mermas y defectuosos.

Por efectos del trabajo con muebles se producen los siguientes desechos, mermas y defectuosos:

Desechos

La empresa tiene sus principales desechos en las áreas de aserrado, habilitado y maquinado.

Tabla 3: Desechos

| Descripción | Cantidad generado (kg) / año | % generado por área | | |
|-------------|------------------------------|---------------------|------------|------------|
| | | Aserrado | Habilitado | Mecanizado |
| Aserrín | 20000 | 99% | 1% | |
| Viruta | 20000 | | 60% | 40% |
| Leña | 144 | 30% | 70% | |

Fuente: Empresa Empresa Muebles E.I.R.L
Elaboración Propia

El aserrín y la viruta son almacenados en almacenes subterráneos, que se ubican en la fábrica anexa y en la fábrica principal respectivamente. De igual forma, la leña cuenta con una zona de almacenamiento en la fábrica principal. La condición de almacenamiento para estos desechos es mantenerlos bajo techo para evitar que se mojen y en un espacio cerrado para evitar que se esparzan en el ambiente.

Otros desechos que presenta la empresa son:

- En el área de armado: los envases de cola.
- En el área de acabado: los envases de laca, tinner y pintura, además del huaype.
- En el área de tapizado: los retazos de tela, esponja, napa, picadillo, grapas, entre otros.

La empresa no cuenta con tratamiento especial para todos estos desechos ya que los almacena junto a cualquier otro tipo de basura en cilindros.

Mermas

La principal merma se da en la evaporación del tinner que corresponde a un 10%. Esta merma se presenta en el área de acabado, en el instante en que se tiene el envase abierto para poder cumplir con el proceso productivo. También se puede presentar cuando el envase no es tapado correctamente al almacenarlo. Otra merma presente en mínima cantidad, que no es fácilmente percibida por la empresa, es la evaporación de laca.

Defectuosos

Como se ha mencionado anteriormente la empresa se caracteriza por su alta calidad, ya que tan solo 0.15% de defectuosos llegaron al mercado. Sin embargo, existe alta cantidad de productos defectuosos que se generan después del almacenamiento del producto terminado debido a las rayaduras ocasionadas por el polvo y el mal apilamiento. Este defecto se corrige con un reproceso de laqueado.

2.3.1.4. Análisis PQ (Producto vs. Cantidad)

Para efecto de la propuesta de distribución se hará el análisis agrupando los productos en familias que siguen un mismo proceso productivo, a continuación la Tabla 4 presenta la descripción de las familias a analizar:

Tabla 4: Descripción de familias a analizar

| ID | Descripción / Mueble representativo |
|-----------|--|
| M1 | Muebles acabados (estructura: madera maciza y tableros) / Ropero futura de 1 ½ cuerpo. |
| M2 | Muebles acabados con tejido (estructura: madera maciza y tableros) / Cómoda mayor princesa |
| M3 | Muebles acabados y tapizados (estructura: madera maciza y tableros) / Silla visita. |
| M4 | Muebles con plicas acabadas y tapizados (estructura de madera maciza) / Juego de sala armonía. |
| M5 | Muebles tapizados (estructura de madera maciza)/ Juego polaris. |
| M6 | Muebles en Melamine / Escritorio de cómputo. |

Fuente: Tablitas E.I.R.L.

Elaboración propia

En el Anexo 5 se muestra una foto del producto representativo por familia. A continuación la Tabla 5 muestra las ventas actuales y proyectadas por cada familia. La proyección de las ventas está calculada hasta el año 2015. Este cálculo se detalla en el capítulo 3.

Tabla 5: Ventas Actuales vs Ventas Proyectada por Familia

| Familia | Ventas Actuales (UND) | Ventas Proyectadas (UND) | | |
|---------|-----------------------|--------------------------|------|------|
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| M1 | 3200 | 3364 | 3594 | 3825 |
| M2 | 230 | 256 | 280 | 303 |
| M3 | 1417 | 1518 | 1630 | 1742 |
| M4 | 54 | 62 | 68 | 74 |
| M5 | 80 | 94 | 105 | 116 |
| M6 | 513 | 562 | 641 | 719 |

Fuente: Tablitas E.I.R.L.
Elaboración propia

Seguidamente, en la Figura 12 se presenta el análisis PQ:

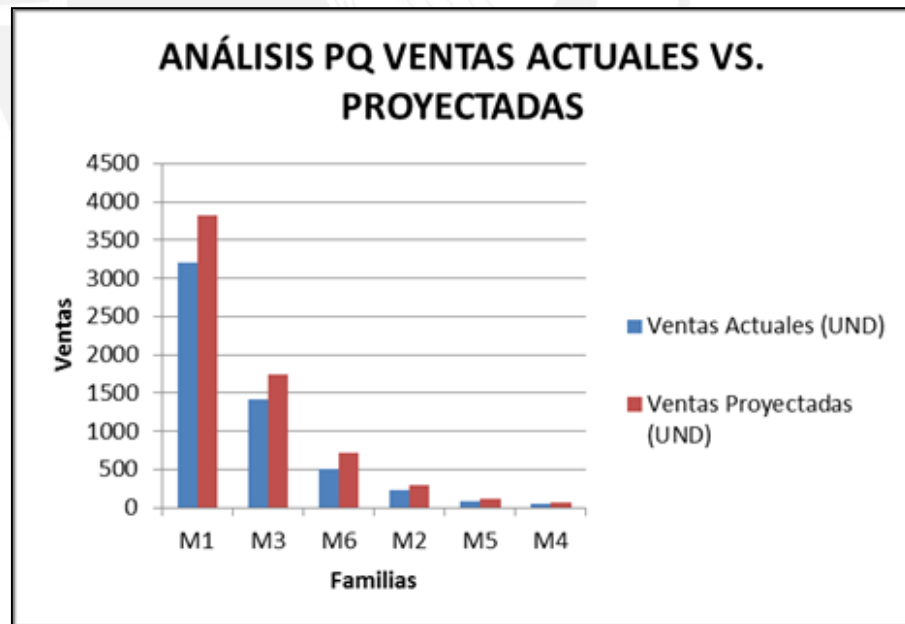


Figura 12: Análisis PQ Actual Vs. Futuro
Elaboración Propia

Según el análisis PQ el tipo de distribución recomendado para las familias M1 y M3 sería por línea lo que significaría buscar que estas familias tengan una

línea exclusiva de fabricación. Y para el resto de familias se recomendaría una distribución por proceso.

2.3.2. Factor Maquinaria

Al ser una empresa manufacturera, el factor maquinaria es de vital importancia para determinar una adecuada distribución.

2.3.2.1. Descripción y tipo de maquinarias

A continuación se listan los tipos de maquinarias, número de personas que las operan y número de lados que requieren para su operación para luego determinar el área apropiada de trabajo por máquina según el tamaño de producto a procesar y normas de seguridad exigidas. También se incluye el detalle de las futuras máquinas requeridas para la producción de muebles en melanina. Mayor detalle se muestra en el Anexo 1.

Tabla 6: Lista de máquinas

| Cant. | Máquina | Estado | N° personas/ operar | N° lados / operar |
|-------|-----------------------------|-------------------|------------------------|----------------------|
| 2 | Aserradora | 1- Funcionamiento | 2 | 3 |
| 2 | Cortadora transversal | En funcionamiento | 1 | 3 |
| 4 | Cepilladora | En funcionamiento | 1 | 3 |
| 4 | Sierra circular | En funcionamiento | 1 | 3 |
| 1 | Regrosadora | En funcionamiento | 1 | 2 |
| 1 | Triplayera | En funcionamiento | 1 | 2 |
| 3 | Escopladora | En funcionamiento | 1 | 2 |
| 1 | Cerchadora | En funcionamiento | 1 | 2 |
| 2 | Espigadora | En funcionamiento | 1 | 2 |
| 0 | Desgotadora | | 1 | 2 |
| 2 | Lijadora de rodillo | En funcionamiento | 1 | 2 |
| 2 | Tupy | En funcionamiento | 1 | 2 |
| 4 | Cepilladora | En funcionamiento | 1 | 2 |
| 1 | Máquina de cocer | En funcionamiento | 1 | 1 |
| 0 | Seccionadora de Tableros | | 1 | 2 |
| 0 | Ruteadora | | 1 | 2 |

Fuente: Tablitas E.I.R.L.
Elaboración Propia

2.3.2.2. Equipos y herramientas

La Tabla 7 muestra el listado de los principales equipos y herramientas con los que cuenta la empresa, además de los requeridos para efectos de la producción de muebles de melamina:

Tabla 7: Principales equipos y herramientas

| Área | Cant. | Equipos y Herramientas | Estado |
|--------------------|-------|---------------------------|-------------------|
| Almacén de insumos | 1 | Computadora | En funcionamiento |
| Almacén de insumos | 1 | Fax | En funcionamiento |
| Almacén de insumos | 1 | Balanza digital | En funcionamiento |
| Almacén de insumos | 2 | Racks de tableros | En funcionamiento |
| Almacén de insumos | 1 | Rack de pieceras | En funcionamiento |
| Almacén de insumos | 1 | Rack de largueros | En funcionamiento |
| Almacén de insumos | 1 | Anaqueles | En funcionamiento |
| Aserrado | 2 | Caballetes pequeños | En funcionamiento |
| Aserrado | 1 | Estante | En funcionamiento |
| Armado | 4 | Clavilleras eléctricas | En funcionamiento |
| Armado | 4 | Amoladoras eléctricas | En funcionamiento |
| Armado | 4 | Lijadoras eléctricas | En funcionamiento |
| Armado | 4 | Atornilladoras eléctricas | En funcionamiento |
| Armado | 4 | Garlopas eléctricas | En funcionamiento |
| Armado | 4 | Mesa de armado | En funcionamiento |
| Acabado | 16 | Caballetes grandes | En funcionamiento |
| Acabado | 4 | Estante | En funcionamiento |
| Acabado | 4 | Lijadoras eléctricas | En funcionamiento |
| Tapicería | 1 | Mesa de trazo | En funcionamiento |
| Tapicería | 1 | Grapadora | En funcionamiento |
| Aserrado | 1 | Afilador de cintas | En funcionamiento |
| Acabado | 1 | Compresora | En funcionamiento |
| Armado Melamine | 0 | Canteadora | |
| Armado Melamine | 0 | Mesa de Armado | |

Fuente: Tablitas E.I.R.L.
Elaboración Propia

La empresa no cuenta con ningún equipo de transporte para el traslado de muebles o materias primas dentro de la empresa.

2.3.3. Factor Edificio

El factor edificio es un claro determinante de la distribución, por ello a continuación se describe el terreno, estructuras y construcciones externas.

2.3.3.1. Terreno

La fábrica de producción es de forma trapezoidal con un área de 600 m². Los principales sectores y sus extensiones se muestran en la Tabla 8:

Tabla 8: División del terreno

| Áreas | Sótano (m2) | Mezzanina (m2) | 1er Nivel (m2) | 2do Nivel (m2) | 3er Nivel (m2) |
|---|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Almacén de productos en blanco 1 | | | 44.77 | | |
| Almacén de productos en blanco 2 | | | | 59.437 | |
| Almacén productos en blanco (mezanines) | | 53.67 | | | |
| Almacén de insumos 1 | | | 37.84 | | |
| Almacén de insumos 2 | | | 12.04 | | |
| Almacén de productos terminados | | | | 123 | |
| Almacén de leña | | | 3.13 | | |
| Almacén de aserrín | 5 | | | | |
| Almacén de tinner | 2.5 | | | | |
| Garaje y Despacho | | | 53.02 | | |
| Habilitado | | | 200 | | |
| Mecanizado | | | 106.9 | | |
| Armado | 45.86 | 45.86 | | | |
| Acabado | | | | | 160 |
| Tapicería | | | | | 32.69 |
| Oficina | | | | 21.35 | |
| Guardianía | | | | 9.45 | |
| Servicios (baños y casilleros) | | | 3.66 | | |
| Pasillos y otras áreas | | | 151 | | |

Fuente: Tablitas E.I.R.L.
Elaboración Propia

En el Anexo 6 se muestran los planos correspondientes a la fábrica actual.

2.3.3.2. Estructura

La estructura inicial fue diseñada para vivienda, razón por la cual dificulta el flujo productivo a pesar de las modificaciones que se han realizado. A continuación, en la Tabla 9 se muestra el tipo de construcción según las principales zonas:

Tabla 9: Tipo de construcción

| Zonas | Tipo de construcción |
|-------------------|--|
| Oficina en planta | Albañilería confortable |
| Taller | De ladrillo con cubierta liviana |
| Almacenes | Estructura en general de material noble (techos y paredes) |

Elaboración Propia

2.3.3.3. Construcciones externas

La empresa cuenta en los exteriores con una zona de parqueo autorizada. Otras instalaciones son :

- **Fábrica anexa**

La fábrica anexa, que tiene un área total de **1000 m²**, se ha convertido en un área importante para la empresa, ya que no solo es apoyo sino es imprescindible para poder realizar el ciclo productivo. En la Tabla 10 se muestra el detalle de la división del terreno.

Su estructura es apropiada para fábrica, ya que cuenta con el certificado de Defensa Civil y con todas las señalizaciones pertinentes, además de una estructura de material noble. En el Anexo 7 se muestra el plano de la fábrica anexa.

Tabla 10: División del terreno de la fábrica anexa

| Área | Tamaño (m ²) |
|--------------------------------|--------------------------|
| Guardianía | 31 |
| Garaje | 98 |
| Almacén de productos en blanco | 389 |
| Aserrado | 97 |
| Secado | 150 |
| Almacén de secado | 148 |
| Almacén de materia prima | 99 |
| Pasillos | 11 |

Fuente: Tablitas E.I.R.L.
Elaboración Propia

- **Almacén de productos que la empresa no produce (solo comercializa)**

Este almacén se encuentra ubicado a dos cuadras de la tienda principal en la ciudad de Puno, y tiene una extensión de 250 m², su estructura es de material noble y confortable. Aquí se almacenan los productos que no son fabricados, por ejemplo colchones, adornos, muebles de melanina, fundas, entre otros.

- **Tiendas de exhibición**

La empresa cuenta con 3 tiendas de exhibición ubicadas en la ciudad de Puno, Juliaca y Arequipa. Para el análisis de distribución de planta no es relevante hacer un análisis de estas tiendas.

2.3.4 Factor Hombre

Se describirán las características de este factor que influyen en la distribución de planta.

2.3.4.1. Personal por área

En la Tabla 11 se muestra la cantidad actual del personal por área, distinguiendo entre mujeres y varones por área.

La empresa trabaja de lunes a viernes de 8:00 a.m. a 5:00 p.m. y los sábados de 8:00 a.m. a 1:00 p.m. dando un total de 42.5 horas semanales descontando los descansos.

Tabla 11: Personal por área

| Área | N° actual Mujeres | N° actual Varones | Total |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------|
| Gerencia general | 1 | 0 | 1 |
| Tejido | 1 | 1 | 2 |
| Aserrado | | 2 | 2 |
| Habilitado, maquinado y armado | | 30 | 30 |
| Acabado | | 3 | 3 |
| Tapicería | | 1 | 1 |
| Almacén | 1 | | 1 |
| Ventas | 2 | 3 | 5 |
| Total | 5 | 40 | 45 |

Fuente: Tablitas E.I.R.L.
Elaboración Propia

Tipo de personal por área

Todo el personal que realiza las operaciones productivas, es decir, de las áreas de secado, aserrado, habilitado, maquinado, armado, acabado y tapicería son polifuncionales.

2.3.4.2. Condiciones de los puestos de trabajo

La distribución de planta debe buscar ofrecer un ambiente laboral adecuado, que contemple condiciones apropiadas de luz, ventilación, calor, ruido, vibración entre otros. Por ello, a continuación se describen dichas condiciones:

- **Iluminación**

En lo que respecta a iluminación la empresa cuenta con fluorescentes, además aprovecha el ingreso de la luz natural en algunas áreas de trabajo. Cabe resaltar que las operaciones que se realizan requieren que el operario tenga una muy buena visualización en su zona de trabajo.

- **Ventilación**

En el área de carpintería y armado es aceptable ya que al momento del diseño de la estructura se aplicaron criterios de nivel, tamaño y altura de ventanas para aumentar la ventilación. En el área de acabado, la ventilación sí es adecuada, ya que tiene gran tamaño de ventanas permitiendo que los olores y polvo se disipen rápidamente; sin embargo esta condición no es favorable para los productos.

- **Fatiga**

La fatiga es un aspecto que se debe considerar con urgencia, pues en toda la fábrica no existen grúas, montacargas o cualquier otro elemento que facilite el transporte y evite el cansancio.

- **Orden y limpieza**

La empresa no cuenta con un buen nivel de orden y limpieza por las siguientes razones:

- No se han definidos espacios para la ubicación y almacenamiento temporal de las piezas durante el proceso.
- Se observa muebles terminados en las áreas productivas (habilitado).
- Los muebles en proceso no tienen una ubicación definida, es difícil ubicarlos en los distintos almacenes.
- Se observan muebles en proceso interfiriendo el paso en áreas productivas y almacenes.
- En los almacenes no existe una política de almacenamiento ni un método estandarizado, simplemente se juntan o apilan según se vea por conveniente.
- Es difícil ubicarlos y extraerlos.
- No existe señalización de pasillos ni otra que apoye el orden.
- No se cuenta con la cantidad suficiente de tachos de basura por falta de espacio.
- El espacio asignado a los desperdicios es mínimo por lo que algunos se ubican en los lugares de trabajo.

2.3.4.3. Condiciones de seguridad para los trabajadores

La empresa cuenta con señalización básica, esto incluye señalización de peligro por contacto eléctrico, de extintores de seguridad, de mangueras, de entrada y de salida, las cuales están certificadas por defensa civil y el ministerio de trabajo. Sin embargo, no existe señalización para pasillos ni de zonas seguras. Por otra parte, como elementos de seguridad personal los operarios cuentan con zapatos con punta de acero, mamelucos, guantes, respiradores, lentes y tapones.

2.3.5. Factor Movimiento y Factor Espera

En el siguiente punto se describe la actual gestión de inventarios así como los tipos de almacenes con los que se cuenta.

2.3.5.1. Patrón de circulación

Respecto a este punto se puede observar que no existe un claro patrón de circulación debido a que existen áreas divididas (almacenes) que hacen que los productos correspondientes a las mismas familias tengan que seguir distintos flujos. Existen cruces de materiales y personas, ya que para almacenar los productos en blanco es necesario cambiar el flujo de producción y llevar los muebles desde el área de armado (ubicada al otro extremo de la planta) hasta el almacén 1 de productos en blanco que se encuentra cercano a la puerta o almacén del 2do piso. Además, si ambos almacenes no cuentan con espacio, se tiene que llevar el producto hasta la zona de despacho para luego ser llevado al almacén 2 de la fábrica anexa. Por otro lado, se tiene que llevar los productos hasta el tercer piso para que sean acabados y/o tapizados, y luego volver a llevarlos al 2do o 1er piso para ser almacenados o despachados respectivamente. En el Anexo 8 se mostrará los patrones de circulación de la empresa.

Transporte interno

La empresa no cuenta con equipos de transporte interno, todos los transportes se realizan de forma manual; y por tanto, de forma insegura y lenta. Cabe resaltar que el mal diseño de la fábrica no permite hacer uso de medios de transporte, debido a los desniveles existentes y por la ubicación de las áreas en distintos pisos.

Transporte externo

La empresa cuenta con un camión de transporte con carrocería de tres metros de largo y con capacidad de 4 toneladas.

2.3.5.2. Almacenamiento

Respecto al almacenamiento no existe una política de inventarios bien definida, ya que no se tiene una clasificación de los productos y no se cuenta con lotes económicos de compra ni de producción. En la Tabla 12 se muestra los almacenes y los productos que se almacenan en los mismos. Los almacenes ubicados en la fábrica principal denotan alta densidad sin una

clara definición de pasillos, mientras que los almacenes AA1 y AA2 no cumplen con los mínimos requerimientos de almacenaje.

Tabla 12: Almacenes y productos que se almacenan

| Áreas | Fábrica |
|---|-------------------|
| Almacén de productos en blanco 1 | Fábrica Principal |
| Almacén de productos en blanco 2 | Fábrica Principal |
| Almacén productos en blanco (mezanines) | Fábrica Principal |
| Almacén de insumos 1 | Fábrica Principal |
| Almacén de insumos 2 | Fábrica Principal |
| Almacén de productos terminados | Fábrica Principal |
| Almacén de leña | Fábrica Principal |
| Almacén de aserrín | Fábrica Principal |
| Almacén de tinner | Fábrica Principal |
| Almacén de productos en blanco | Fábrica Anexa |
| Almacén de secado | Fábrica Anexa |
| Almacén de materia prima | Fábrica Anexa |

Fuente: Tablitas E.I.R.L.
Elaboración Propia

En el Anexo 9 se encuentran fotos que muestran la densidad de almacenamiento.

2.3.5.3. Gestión de inventarios actual

La gestión logística actual de la empresa está basada en la experiencia ya que no se cuenta con un plan o estructura definida para dicha gestión. Esto es causante de los actuales problemas de sobrestock de algunos productos que contribuyen a la saturación de los almacenes. Los lotes y frecuencia de pedidos no están definidos en base a un análisis de demanda o estrategia logística, lo cual trae consigo elevados costos de almacenamiento. Cabe resaltar que no se tiene una clasificación de productos bajo ningún criterio, lo cual complica que se puede realizar un control óptimo de inventarios debido a la gran variedad de productos. Ante la necesidad de crecer aún más como empresa y atender una mayor demanda, la carencia de una gestión de inventarios ordenada y clara ocasionará más problemas de los que ya se

tienen. Es por ello que surge la necesidad de la empresa de reformar totalmente su gestión logística actual.

2.3.5.4. Recepción y Despacho

A continuación se describen las operaciones de Recepción y Despacho:

Recepción: Debido a que la mayoría de sus proveedores son de Lima (95%), los insumos llegan en camiones que se estacionan fuera de la planta, o si es posible, en la zona de despacho para dejar los productos en el almacén. Luego, estos son pesados o contados según las características del producto. Los troncos de madera se almacenan directamente en la fábrica anexa.

Despacho: El carro sale desde la planta anexa y llega a la planta principal donde recoge los muebles, luego se dirige a la tienda principal, deja el mueble para exhibición y recoge los muebles que serán entregados al cliente.

2.3.5.5. Ubicación de puntos de espera

Debido a que las áreas se encuentran repartidas en 2 plantas y al existir saturación de espacios que generan desorden, se presentan altos tiempos de traslados y demoras que derivan en esperas en los diferentes puestos de trabajo. A continuación se describen los principales puntos de espera:

- En el área de habilitado, se genera una espera por la demora en el abastecimiento de los materiales provenientes de la otra planta.
- En el área de acabado se genera una espera debido a la dificultad para el traslado de muebles de piso en piso, así como la dificultad existente para el retiro de estos del almacén de productos en proceso.
- En el área de mecanizado se presentan esperas debido a que solo se cuenta con una máquina “regrosadora” que es requerida por las 2 líneas de producción.
- El área de armado también se convierte en un punto de espera debido a la falta de espacio para completar el proceso productivo.
El almacén de productos en blanco no cuenta con suficiente espacio, por lo que los muebles tienen que esperar su turno en el puesto de armado para ser almacenados.
- Antes de despachar los muebles, se genera una espera ya que se observa que estos se encuentran dañados por lo que se hace necesario que sean reprocesados por los operadores de acabado.

En general, en todos los puestos se van generando esperas consecutivas, debido a la alta dificultad en el traslado de materiales y productos en proceso entre puestos por no contar con equipos adecuados para el transporte de estos y la saturación de espacios ocasionada por los muebles y materiales a la espera de ser movidos a la siguiente estación.

2.3.6. Factor servicio

La empresa cuenta con los siguientes servicios:

- Servicios higiénicos, existen tres baños simples para el personal operario.
- Alimentación, si bien la empresa no cuenta con un comedor, ha realizado un convenio con un restaurant para que de este servicio al personal.
- Casilleros, la empresa ha designado para cada operario un casillero.
- Mantenimiento, la empresa no cuenta con un área destinada para ello, pero cuenta con un plan anual de mantenimiento a la máquinas.
- Servicios básicos, la empresa cuenta con servicios de agua y luz.

2.3.7. Factor cambio

La empresa se encuentra en un periodo de crecimiento obligado por la alta demanda presente para este sector, por lo que se ve en la necesidad y deseo de adquirir una nueva planta de producción que le permita aumentar su capacidad y mejorar las condiciones para sus trabajadores. A su vez, la empresa busca instalar un nueva sucursal en la ciudad del Cusco y crecer en la línea de muebles en melanina. Así mismo, busca presentarse a licitaciones no solo en el sur del país sino también a nivel nacional.

Modificación de factores

En este punto se describe el impacto que tendrá la implementación del proyecto en cada uno de los factores de distribución a partir de nuestro análisis.

- **Factor almacén**

Con la nueva planta se buscará contar con más espacio en los almacenes, a partir de un dimensionamiento óptimo basado en nuevas políticas de gestión de inventarios. Así mismo, se implementarán racks y estanterías para aprovechar el espacio cúbico y reducir el maltrato de los muebles; y se mejorarán los desplazamientos con la ayuda de un montacargas

- **Factor máquina**

La empresa requerirá adquirir nuevas máquinas para implementar la línea de melanina y atender una mayor demanda. Por otra parte para agilizar el proceso en muebles con madera maciza la empresa está pensando adquirir una regrosadora, que reducirá las colas en las líneas de producción en el área. Así mismo, se piensa adquirir una cepilladora y carritos para el transporte de piezas con lo que se mejorará el flujo del proceso y se reducirán notablemente los tiempos de traslados.

- **Factor edificio**

Claramente se busca la ampliación de instalaciones con una nueva planta que cumpla en su totalidad con los espacios requeridos para la producción, que cuente con una estructura que brinde seguridad, confort para el personal y calidad para los procesos; y que favorezca el flujo de los productos.

- **Factor hombre**

Debido a los planes expansionistas es necesario contratar más personal, en especial operarios capacitados en las líneas actuales y sobretodo en el rubro de melanina.

- **Factor movimiento y espera**

Con una nueva distribución de planta se evitarán movimientos innecesarios propios de la planta actual y se reducirán las colas. Además, con la adquisición de transporte interno, gracias al buen espacio con el que se contará para que transiten, se reducirá esperas y mejorará el patrón de flujo.

- **Factor servicio**

En este factor el cambio debe estar orientado a mejorar las condiciones de las instalaciones para los trabajadores y mejorar los servicios de mantenimiento en la planta para reducir el malestar de los trabajadores debido a mala ventilación, mala iluminación, falta de servicios importantes como comedor, sala de reuniones, amplios servicios higiénicos, duchas, vestidores, casilleros, y una amplia zona de trabajo. Esto se conseguirá con la nueva planta pues habrá mayor espacio para implementar estas áreas, además de diseñar una planta con todas las condiciones de seguridad, y no como en el caso actual que se acondicionó una edificación destinada a vivienda.

CAPÍTULO 3: PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE MAQUINARIA Y MANO DE OBRA REQUERIDAS.

En este capítulo se presenta el cálculo de la proyección de la demanda aplicando el método de regresión lineal, así como la aplicación de balances de línea para calcular la cantidad de maquinaria requerida:

3.1. Proyección de la producción

A partir del análisis del comportamiento de la demanda en los últimos cinco años se observó una correlación entre el crecimiento de esta y el correr de los años, siendo este comportamiento lógico debido al crecimiento del sector inmobiliario año a año. A partir de la correlación identificada, se proyectó la demanda aplicando el método causal – línea de regresión obteniéndose valores de R^2 cercanos a 1, lo cual confirma la correlación existente entre las dos variables.

Por otro lado, dado que existe cierto grado de tendencia y estacionalidad en los datos observados en la gráfica de la evolución de la demanda se decidió aplicar un método de series de tiempo con influencias estacionales y de tendencia.

Se calculó el grado de precisión de ambos métodos a través del error del pronóstico respecto al año 2013, siendo el método causal – línea de regresión el que tenía menor error. Adicionalmente, conversando con la gerencia acerca de los valores obtenidos, en base a su experiencia en el mercado y perspectiva de crecimiento aprobaron la proyección por el método línea de regresión. El detalle de los cálculos mencionados en este acápite se muestra en el Anexo 10.

A continuación, la Tabla 13 muestra la proyección de la demanda desde el año 2013 al 2015 para cada familia expresada en unidades. La familia M7 corresponde a los productos que comercializa la empresa. Así mismo, se puede observar que las familias que cuentan con un mayor porcentaje de crecimiento son las familias M5 y M6, la última corresponde a los muebles en melanine que han venido aumentando su demanda.

Tabla 13: Proyección de la demanda por familia (unidades)

| Familia | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | % de Crecimiento (2012 al 2015) |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------------|
| M1 | 2249 | 2457 | 2606 | 2856 | 3200 | 3364 | 3594 | 3825 | 20% |
| M2 | 140 | 154 | 191 | 210 | 230 | 256 | 280 | 303 | 32% |
| M3 | 965 | 1076 | 1160 | 1291 | 1417 | 1518 | 1630 | 1742 | 23% |
| M4 | 30 | 35 | 42 | 50 | 54 | 62 | 68 | 74 | 37% |
| M5 | 38 | 42 | 65 | 71 | 80 | 94 | 105 | 116 | 45% |
| M6 | | 274 | 302 | 371 | 513 | 562 | 641 | 719 | 40% |
| M7 | 285 | 337 | 432 | 504 | 611 | 680 | 762 | 844 | 38% |
| Total | 3707 | 4375 | 4798 | 5353 | 6105 | 6536 | 7080 | 7623 | |

Fuente: Tablitas E.I.R.L.
Elaboración Propia

3.2. Maquinaria Requerida

Para el cálculo de la cantidad de maquinaria requerida se ha aplicado la metodología de balance de línea. En la Tabla 14 se muestra un extracto del cálculo del número de máquinas (N) para la familia M1 a partir de la cadencia requerida para atender la demanda y los tiempos estándar de cada puesto. El Anexo 11 muestra los balances de línea para el resto de familias.

Tabla 14: Balance de línea familia M1

| M1: Ropero de 1 1/2 cuerpo Futura | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|--------|-------|------|---------|----------|------|
| Operación | TE(min) | TE' | FIP | D' | PROD. | Cadencia | N |
| Corte transversal | 13.76 | 24.57 | 1.341 | 3825 | 5128.14 | 25.36 | 0.97 |
| Cepillado | 29.19 | 52.13 | 1.274 | 3825 | 4871.74 | 26.69 | 1.95 |
| Listoneado | 25.20 | 45.00 | 1.242 | 3825 | 4749.94 | 27.38 | 1.64 |
| Escuadrado | 56.00 | 77.78 | 1.205 | 3825 | 4607.45 | 28.23 | 2.76 |
| Regrosado | 84.00 | 97.22 | 1.180 | 3825 | 4515.30 | 28.80 | 3.38 |
| Cerchadora | 30.12 | 53.78 | 1.157 | 3825 | 4424.99 | 29.39 | 1.83 |
| Escopleado | 75.33 | 104.62 | 1.041 | 3825 | 3982.49 | 32.66 | 3.20 |
| Espigado | 28.49 | 39.57 | 1.039 | 3825 | 3972.54 | 32.74 | 1.21 |
| Desgotado | 16.28 | 22.61 | 1.036 | 3825 | 3962.60 | 32.82 | 0.69 |

Elaboración Propia

Adicionalmente, conociendo la cantidad de maquinaria requerida futura y el requerimiento de personal actual por puesto de trabajo se calcula la cantidad de personal requerido por cada puesto de trabajo en la situación futura (Ver Tabla 15).

Tabla 15: Comparativo del Requerimiento de maquinaria y personal

| Tipo de Mueble | Área | Proceso | Total de maquinaria | | Total de personas | |
|-------------------|------------|--------------------------------|---------------------|-----------|-------------------|-----------|
| | | | Actual | Futura | Actual | Futura |
| Madera | Habilitado | Aserradora | 2 | 2 | 30 | 2 |
| Madera | | Cortadora Transversal | 2 | 2 | | 2 |
| Madera | | Cepilladora | 4 | 3 | | 3 |
| Madera | | Listoneadora o sierra circular | 4 | 2 | | 2 |
| Madera | | Escuadradora | 0 | 4 | | 4 |
| Madera | | Regrosadora | 1 | 4 | | 4 |
| Madera | Maquinado | Cerchadora | 1 | 2 | | 2 |
| Madera | | Escopleadora | 3 | 4 | | 4 |
| Madera | | Espigadora | 2 | 2 | | 2 |
| Madera | | Desgotadora | 0 | 1 | | 1 |
| Madera | | Tupy | 2 | 2 | | 2 |
| Madera | | Lijadora | 2 | 2 | | 2 |
| Madera y melamina | Tableros | Seccionadora de Tableros | 1 | 3 | | 3 |
| Madera | Armado | Armado M. Madera (operarios) | 4* | 7* | 7 | |
| Madera | | Cepilladora armado | 4 | 7 | | |
| Madera | Tapizado | Máquina de cocer | 1* | 1* | 0 | 1 |
| Madera | | Tapizado (operarios) | 1* | 4* | 1 | 4 |
| Madera | Acabado | Acabado (operarios) | 3* | 7* | 3 | 7 |
| Madera | Tejido | Tejido (operarios) | 1* | 1* | 1 | 1 |
| Melamina | Tableros | Canteadora | 0 | 1 | 0 | 2 |
| Melamina | Armado | Armado M. Melamina (operarios) | 0* | 2* | 0 | |
| | | | 28 | 41 | 37 | 55 |

Fuente: Tablitas E.IR.L.

Elaboración Propia

Del cuadro se puede observar que en la situación actual el número de máquinas escuadradoras y desgotoras es igual a cero, ya que las operaciones que realizarán en la situación futura son realizadas actualmente con la sierra circular/cepilladora y tupy respectivamente. Se plantea el uso de estas máquinas debido a que agilizarán el proceso por ser máquinas especializadas. A su vez las máquinas canteadoras y ruteadoras se añaden debido a que en la situación futura la empresa producirá muebles de melanina.

Con respecto a los puestos de armado de muebles de madera, tapizado, acabado, tejido y armado de muebles de melanina donde solo interviene el recurso humano, el valor asignado (*) corresponde a la cantidad de personal. se obtiene considerando la cantidad de personas requeridas por puesto que es una por cada uno.

Así mismo, a razón de que la aserradora está trabajando a un 40% de su capacidad actual y se cuenta en total con 2 máquinas, se afirma que dicha cantidad es suficiente para abastecer la demanda futura. Por otro lado, se observa que la cantidad de máquinas regrosadoras presenta un mayor incremento respecto al resto, lo cual confirma que actualmente es el cuello de botella.

CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE POLÍTICAS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS

En el siguiente capítulo se detalla paso a paso el procedimiento seguido para la elaboración y análisis de las curvas de intercambio que nos permiten definir los nuevos parámetros para una política óptima de gestión de inventarios a la empresa.

4.1. Clasificación ABC

Una vez calculadas las demandas de los productos se ha decidido implementar una clasificación ABC para poder valorizar dichos productos. Dado que la empresa no posee ninguna clasificación de este tipo, se ha decidió implementar una que vaya acorde a la realidad de la empresa. Para ello se calculó el valor de consumo para cada ítem multiplicando la demanda por el costo de los productos (tableros e insumos) y por el costo de producción (productos en proceso y productos terminados). Luego se ordenaron los valores de mayor a menor y se calcularon los % relativos y % acumulados. Finalmente se asignaron las categorías A, B y C según los siguientes criterios:

- Almacén de tableros e insumos: A (80 %), B (15%) y C(5%) del porcentaje acumulado.
- Almacén de productos en proceso y almacén de productos terminados: A (40 %), B (30%) y C (30%) del porcentaje acumulado.

Esta clasificación nos permite identificar aquellos productos que representan mayor valor económico para la empresa de manera que se puedan tener mayor cuidado en su gestión, almacenamiento y mantención. A continuación en la Tabla 16 se muestran los resultados obtenidos y el detalle se presenta en el Anexo 12:

Tabla 16: Clasificación ABC para Tableros e Insumos

| Descripción del Item | Valor de Consumo | % | % Acum. | Clasificación ABC |
|-------------------------------|------------------|----------------|---------|-------------------|
| Paquetes de telas | 353430.00 | 38.16% | 38.16% | A |
| Planchas de melamine | 253503.60 | 27.37% | 65.53% | A |
| Sillón americano bajo | 113850.00 | 12.29% | 77.82% | A |
| Planchas de triplay | 63692.20 | 6.88% | 84.70% | B |
| Planchas de enchape | 58614.64 | 6.33% | 91.03% | B |
| Planchas de nordex | 25410.00 | 2.74% | 93.77% | B |
| Colchón 2 plazas | 13860.00 | 1.50% | 95.26% | C |
| Fardo de 50 kg de algodón | 12393.00 | 1.34% | 96.60% | C |
| Colchón 1 1/2 plaza | 8190.00 | 0.88% | 97.49% | C |
| Fardo de 30 kg de Napa | 7160.40 | 0.77% | 98.26% | C |
| Planchas de esponja | 4131.00 | 0.45% | 98.71% | C |
| Paquete de 20 kg de picadillo | 3442.50 | 0.37% | 99.08% | C |
| Rollos de 12.20m de Nosac | 2850.56 | 0.31% | 99.39% | C |
| Rollos de 30m de panqueque | 2806.02 | 0.30% | 99.69% | C |
| Paquetes de 20 kg de huaype | 1737.06 | 0.19% | 99.88% | C |
| Rollos de 100m de costalillos | 1147.50 | 0.12% | 100.00% | C |
| | 926218.48 | 100.00% | | |

Elaboración Propia

Tabla N°17 Clasificación ABC para Productos en Proceso

| Descripción del Item | Valor de Consumo | % | % Acum. | Clasificación ABC |
|---|------------------|--------|---------|-------------------|
| Sillas visita | 108297.72 | 14.24% | 14.24% | A |
| Largeros | 58185.46 | 7.65% | 21.89% | A |
| Estante archivero estandar | 35480.93 | 4.66% | 26.55% | A |
| Ropero 1 1/2 futura c/d y s/p | 35038.43 | 4.61% | 31.16% | A |
| Cómoda princesa 5 gab | 31137.51 | 4.09% | 35.25% | A |
| Velador princesa de 1 gta y puerta c/tejido | 28780.40 | 3.78% | 39.04% | A |
| Casco (PP) 3 cuerpos | 21375.00 | 2.81% | 41.85% | B |
| Escritorio secretarial | 21169.78 | 2.78% | 44.63% | B |
| Veladores princesa 3 gtas | 19737.50 | 2.59% | 47.23% | B |
| Escritorio gerencial | 18619.63 | 2.45% | 49.67% | B |
| Cama princesa de 1 1/2 plazas | 18503.18 | 2.43% | 52.11% | B |
| Cuja Esperanza 2 plazas | 16348.94 | 2.15% | 54.26% | B |

Elaboración Propia

Tabla N°18 Clasificación ABC para Productos Terminados

| Descripción del Item | Valor de Consumo | % | % Acum. | Clasificación ABC |
|---|------------------|--------|---------|-------------------|
| Sillas visita | 108297.72 | 12.51% | 12.51% | A |
| Separador ambiente tv plasma 2 piezas | 65851.94 | 7.61% | 20.12% | A |
| Largeros | 58185.46 | 6.72% | 26.84% | A |
| Estante archivero estandar | 35480.93 | 4.10% | 30.94% | A |
| Ropero 1 1/2 futura c/d y s/p | 35038.43 | 4.05% | 34.99% | A |
| Comoda princesa 5 gab | 31137.51 | 3.60% | 38.59% | A |
| Velador princesa de 1 gta y puerta c/tejido | 28780.40 | 3.33% | 41.91% | A |
| Escritorio secretarial | 21169.78 | 2.45% | 44.36% | B |
| Veladores princesa 3 gtas Ishpingo | 19737.50 | 2.28% | 46.64% | B |
| Escritorio gerencial madera ishpingo | 18619.63 | 2.15% | 48.79% | B |
| Cama princesa de 1 1/2 plazas | 18503.18 | 2.14% | 50.93% | B |
| Bar botellero- esquinero melamine | 16672.34 | 1.93% | 52.85% | B |
| Cuja Esperanza 2 plazas | 16348.94 | 1.89% | 54.74% | B |
| Ropero futura personal A,B,C,Y E | 16074.13 | 1.86% | 56.60% | B |
| Estante archivero | 13835.25 | 1.60% | 58.20% | B |
| Cama triple americano de 2 plazas | 13577.54 | 1.57% | 59.77% | B |
| Módulo de computo dinámico C/estante | 13519.32 | 1.56% | 61.33% | B |
| Archivador vertical de 4 gavetas | 13391.23 | 1.55% | 62.88% | B |
| Mesas de centro bicolor polaris | 13344.65 | 1.54% | 64.42% | B |
| Baul elefante 2 plazas con cojin | 12746.34 | 1.47% | 65.89% | B |
| Comodin princesa 4 gtas | 12743.79 | 1.47% | 67.36% | B |
| Estante archivero c/gaveta en melamine | 11165.65 | 1.29% | 68.65% | B |
| Aparador vitrina lineal 3 piezas Central | 10712.98 | 1.24% | 69.89% | B |
| Velador esperanza | 10629.14 | 1.23% | 71.12% | B |
| Separador de ambiente de 2 piezas Junior | 9896.82 | 1.14% | 72.26% | C |

Elaboración Propia

La Tabla completa considerando todos los productos se encuentra en el Anexo 12.

4.2. Curvas de Intercambio

Para definir las propuestas de lotes y frecuencia de pedidos para Muebles S.A., se ha decidido calcular y analizar sus curvas de intercambio. Dicho análisis se muestra en el Anexo 12.

4.2.1. Política actual

En las siguientes Tablas 19, 20 y 21 se muestran las políticas actuales para cada ítem, esta incluye el tamaño de lote, el stock de ciclo, la frecuencia semanal de pedidos y el número de pedidos. Cabe mencionar que para el caso de los productos en proceso y terminados los datos corresponden a lotes de fabricación y número de órdenes de producción. Los cuadros completos se muestran en el Anexo 12:

Tabla N°19 Política Actual Tableros e Insumos

| Descripción del ítem | Política Actual (Frecuencia semanal) | Política Actual (Lote) | Stock de Ciclo Actual (S/.) | Número de Pedidos Actual | Stock promedio actual |
|-------------------------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Paquetes de telas | 5 | 70 | 19250.00 | 10 | 35 |
| Planchas de melamine | 10 | 300 | 30900.00 | 5 | 150 |
| Sillón americano bajo | 2 | 30 | 2250.00 | 26 | 15 |
| Planchas de triplay | 5 | 250 | 3250.00 | 10 | 125 |
| Planchas de enchape | 6 | 140 | 3290.00 | 9 | 70 |
| Planchas de nordex | 10 | 100 | 2750.00 | 5 | 50 |
| Colchón 2 plazas | 6 | 5 | 825.00 | 9 | 3 |
| Fardo de 50 kg de algodón | 9 | 5 | 1125.00 | 6 | 3 |
| Colchón 1 1/2 plaza | 6 | 5 | 487.50 | 9 | 3 |
| Fardo de 30 kg de Napa | 9 | 5 | 650.00 | 6 | 3 |
| Planchas de esponja | 7 | 20 | 300.00 | 7 | 10 |
| Paquete de 20 kg de picadillo | 10 | 5 | 375.00 | 5 | 3 |
| Rollos de 12.20m de Nosac | 6 | 20 | 160.00 | 9 | 10 |
| Rollos de 30m de panqueque | 9 | 5 | 262.50 | 6 | 3 |

Elaboración Propia

Tabla 20. Política Actual Productos en Proceso

| Descripción del Item | Política Actual (Frecuencia semanal) | Política Actual (Lote de fabricación) | Stock de Ciclo (S/.) (actual) | Número de Órdenes de Fabricación | Stock Promedio Actual |
|---|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Sillas visita | 3 | 100 | 3500.00 | 16 | 50 |
| Largeros | 2 | 30 | 900.00 | 33 | 15 |
| Estante archivero estándar | 10 | 30 | 4125.00 | 5 | 15 |
| Ropero 1 1/2 futura c/d y s/p | 17 | 30 | 6375.00 | 3 | 15 |
| Cómoda princesa 5 gab | 17 | 30 | 5250.00 | 3 | 15 |
| Velador princesa de 1 gta y puerta c/tejido | 7 | 30 | 1875.00 | 8 | 15 |
| Casco (PP) 3 cuerpos | 3 | 10 | 562.50 | 19 | 5 |
| Escritorio secretarial | 13 | 30 | 3375.00 | 4 | 15 |
| Veladores princesa 3 gtas Ishpingo | 9 | 30 | 1875.00 | 6 | 15 |
| Escritorio gerencial | 26 | 30 | 4875.00 | 2 | 15 |
| Cama princesa de 1 1/2 plazas | 13 | 30 | 2625.00 | 4 | 15 |

Elaboración Propia

Tabla 21. Política Actual Productos Terminados

| Descripción del Item | Política Actual (Frecuencia semanal) | Política Actual (Lote de fabricación) | Stock de Ciclo (S/.) (actual) | Número de Órdenes de Fabricación | Stock Promedio Actual |
|---|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Sillas visita | 3 | 100.00 | 3500.00 | 16 | 50 |
| Separador ambiente tv plasma 2 piezas | 3 | 10.00 | 2250.00 | 15 | 5 |
| Largeros | 2 | 30.00 | 900.00 | 33 | 15 |
| Estante archivero estándar | 10 | 30.00 | 4125.00 | 5 | 15 |
| Ropero 1 1/2 futura c/d y s/p | 17 | 30.00 | 6375.00 | 3 | 15 |
| Cómoda princesa 5 gab | 17 | 30.00 | 5250.00 | 3 | 15 |
| Velador princesa de 1 gta y puerta c/tejido | 7 | 30.00 | 1875.00 | 8 | 15 |

Elaboración Propia

4.2.2. Elaboración de curva de intercambio

Para explicar el procedimiento realizado se tomará como ejemplo a los ítems del almacén de Tableros e Insumos ya que el procedimiento se repite para los ítems de productos en proceso y productos terminados (Ver Anexo 12). Para poder elaborar la curva de intercambio se realizaron los siguientes pasos:

- Calcular el stock de ciclo y número de pedidos considerando lotes económicos de compra. Los cálculos se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22. Datos para el cálculo de la constante de la curva

| Descripción del ítem | Dda. Anual (un.) | Costo Promedio (S./un.) | EOQ | Stock Ciclo (S/.) | Nº de Pedidos | POQ (semanal) |
|---------------------------|------------------|-------------------------|-----|-------------------|---------------|---------------|
| Paquetes de telas | 643 | 550.00 | 42 | 11550.00 | 16 | 3 |
| Planchas de melamine | 1231 | 206.00 | 95 | 9785.00 | 13 | 4 |
| Sillón americano bajo | 759 | 150.00 | 88 | 6600.00 | 9 | 6 |
| Planchas de triplay | 2450 | 26.00 | 376 | 4888.00 | 7 | 7 |
| Planchas de enchape | 1247 | 47.00 | 200 | 4700.00 | 7 | 7 |
| Planchas de nordex | 462 | 55.00 | 113 | 3107.50 | 5 | 10 |
| Colchón 2 plazas | 42 | 330.00 | 14 | 2310.00 | 3 | 17 |
| Fardo de 50 kg de algodón | 28 | 450.00 | 10 | 2250.00 | 3 | 17 |
| Colchón 1 1/2 plaza | 42 | 195.00 | 18 | 1755.00 | 3 | 17 |
| Fardo de 30 kg de Napa | 28 | 260.00 | 13 | 1690.00 | 3 | 17 |
| Planchas de esponja | 138 | 30.00 | 83 | 1245.00 | 2 | 26 |

Elaboración Propia

- Se calcula la constante de la curva de intercambio multiplicando el stock de ciclo total por número de pedidos total:

$$\text{Constante} = (54830.50 \times 79) = 4331610$$

- Finalmente se tabulan distintos valores de A/r y se calculan los valores correspondientes de TCS y N, aplicando las siguientes fórmulas:

$$TCS = \sqrt{(CTE) \left(\frac{A}{r}\right)}$$

$$N = \sqrt{(CTE) / \left(\frac{A}{r}\right)}$$

Los valores obtenidos con los cuales se grafica la curva de intercambio se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23. Puntos de la curva

| N | TCS | Ar |
|---------|-----------|--------|
| 2009.78 | 2009.78 | 1 |
| 635.55 | 6355.47 | 10 |
| 401.96 | 10048.88 | 25 |
| 339.71 | 11890.00 | 35 |
| 284.23 | 14211.26 | 50 |
| 240.21 | 16814.99 | 70 |
| 232.07 | 17405.17 | 75 |
| 200.98 | 20097.76 | 100 |
| 176.27 | 22914.97 | 130 |
| 164.10 | 24614.63 | 150 |
| 151.92 | 26586.84 | 175 |
| 142.11 | 28422.53 | 200 |
| 89.88 | 44939.96 | 500 |
| 63.55 | 63554.70 | 1000 |
| 28.42 | 142112.63 | 5000 |
| 20.10 | 200977.61 | 10000 |
| 8.99 | 449399.60 | 50000 |
| 6.36 | 635547.01 | 100000 |

Elaboración Propia

4.2.3. Límites financieros y operacionales

Luego de conversar con los encargados del área logística, se determinó como límite de pedidos N=1000 debido a su capacidad de almacenamiento y sumando los montos de las líneas de crédito que tiene la empresa con sus proveedores se definió un límite financiero igual a 100000 soles. En la Figura N°13 se muestran los límites en la Curva de Intercambio:

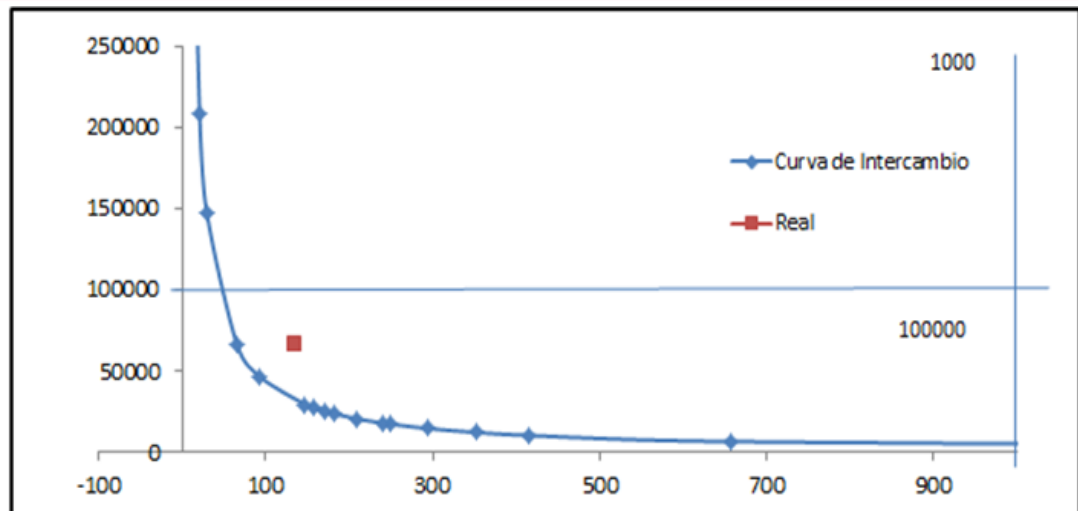


Figura 13: Límite financiero y operacional
Elaboración Propia

4.2.4. Punto de operación ideal

A partir del punto actual de la empresa para la gestión de inventarios, se procedió a determinar un punto de operación ideal ubicado en la curva de intercambio. Para ello se plantearon tres alternativas: manteniendo el número de pedidos anuales constante, mantener el stock de ciclo total constante y desplazar el punto actual a la curva de intercambio a través de la recta A/r (es decir, mantener el A/r constante).

Cabe mencionar que la empresa nos ha otorgado el dato correspondiente al costo de ordenar que equivale a S/. 150. Este comprende un costo prorrateado del uso de equipos y el recurso humano que interviene en la realización de 1 pedido.

Alternativa 1: Manteniendo el número total de pedidos constante

A partir de la constante igual a 4331609, y con $N=134$, se obtuvo un TCS de 32325. Como dato proporcionado por la empresa, se tiene un costo de pedido (valor de A) igual a 150 soles. Como se tiene valores de TCS y N y esta alternativa se encuentra ubicada en la curva es posible aplicar la fórmula $r = A \times N \div TCS$ obteniendo un valor de $r=0.62$.

De la fórmula $Costo_total = TCS \times r + A \times n$, se calcularon los costos respectivos dando un total de S/. 40,200.

Alternativa 2: Manteniendo el stock de ciclo total constante

De igual manera que se calculó el TCS en la alternativa 1, y aplicando la fórmula para un $TCS = 66130$, se obtuvo un $N = 66$.

De la fórmula $Costo_total = TCS \times r + A \times n$, se calcularon los costos respectivos dando un total de S/. 19,650.

Alternativa 3: Desplazándose en la curva a través de la recta A/r

De los valores actuales para TCS y N, se pudo determinar el valor de la pendiente de la recta A/r siendo este 493.51. Este valor se utilizó para calcular tanto el TCS y el N utilizando, además, la constante calculada para la curva de intercambio. Es así como se obtuvieron valores de $TCS = 46235$ y $N = 94$.

De la fórmula $Costo_total = TCS \times r + A \times n$, se calcularon los costos respectivos dando un total de S/. 28,106.

A continuación, en la Tabla 24 se presenta un cuadro resumen que muestra cada uno de los valores de A y r para las distintas alternativas.

Tabla 24. Resumen de alternativas

| | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 |
|-------|---------------|---------------|---------------|
| A/r | 241.23 | 1009.60 | 493.51 |
| A | 150.00 | 150.00 | 150.00 |
| r | 0.62 | 0.15 | 0.30 |

Elaboración Propia

Costo alternativa 1 = 40,200 soles

Costo alternativa 2 = 19,650 soles

Costo alternativa 3 = 28,106 soles

A partir de los resultados, se elige la alternativa 2, ya que es la propuesta que minimiza los costos de almacenamiento para la empresa.

4.2.5. Establecimiento de nueva política de gestión de inventarios

Con el valor de A/r de la Alternativa más económica, se calculan los valores finales para la política de gestión de inventarios y el stock de ciclo que será un dato muy importante para el dimensionamiento de los almacenes. Estos valores se muestran en la siguiente Tabla 25:

Tabla 25. Propuesta de nueva política de gestión de inventarios

| Descripción del Item | POQ (semanal) Propuesto | EOQ Propuesto | Número de pedidos propuesto | Stock de ciclo (S/. Propuesto | Stock de ciclo (unidades) Propuesto |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Paquetes de telas | 4 | 50 | 13.00 | 13750.00 | 25 |
| Planchas de melamine | 4 | 118 | 13.00 | 12154.00 | 59 |
| Sillón americano bajo | 10 | 127 | 6.00 | 9525.00 | 64 |
| Planchas de triplay | 10 | 409 | 6.00 | 5317.00 | 205 |
| Planchas de enchape | 10 | 208 | 6.00 | 4888.00 | 104 |
| Planchas de nordex | 15 | 144 | 4.00 | 3960.00 | 72 |
| Colchon 2 plazas | 15 | 11 | 4.00 | 1815.00 | 6 |
| Fardo de 50 kg de algodón | 15 | 7 | 4.00 | 1575.00 | 4 |
| Colchon 1 1/2 plaza | 25 | 14 | 3.00 | 1365.00 | 7 |
| Fardo de 30 kg de Napa | 25 | 10 | 3.00 | 1300.00 | 5 |
| Planchas de esponja | 25 | 46 | 3.00 | 690.00 | 23 |
| Paquete de 20 kg de picadillo | 25 | 8 | 3.00 | 600.00 | 4 |
| Rollos de 12.20m de Nosac | 25 | 60 | 3.00 | 480.00 | 30 |
| Rollos de 30m de panqueque | 25 | 9 | 3.00 | 472.50 | 5 |
| Paquetes de 20 kg de huaype | 52 | 7 | 1.00 | 910.00 | 4 |
| Rollos de 100m de costalillos | 52 | 5 | 1.00 | 625.00 | 3 |
| | | | 74 | 57891.50 | |
| | | | N | TCS | |

Elaboración Propia

Los valores obtenidos como frecuencia y lotes de pedidos fueron revisados con la gerencia de la empresa, para validar su factibilidad en función a las condiciones de trabajo que manejan sus proveedores. Se concluyó que sí es

posible implementar este sistema de pedidos como punto de partida para la nueva gestión logística.

4.2.6. Recálculo del punto propuesto en el Gráfico TCS x N

Para la propuesta elegida, corresponden los siguientes valores:

TCS = S/. 57891.50 y $N = 74$.

En la Figura N°14 se muestra el punto ubicado en la curva:

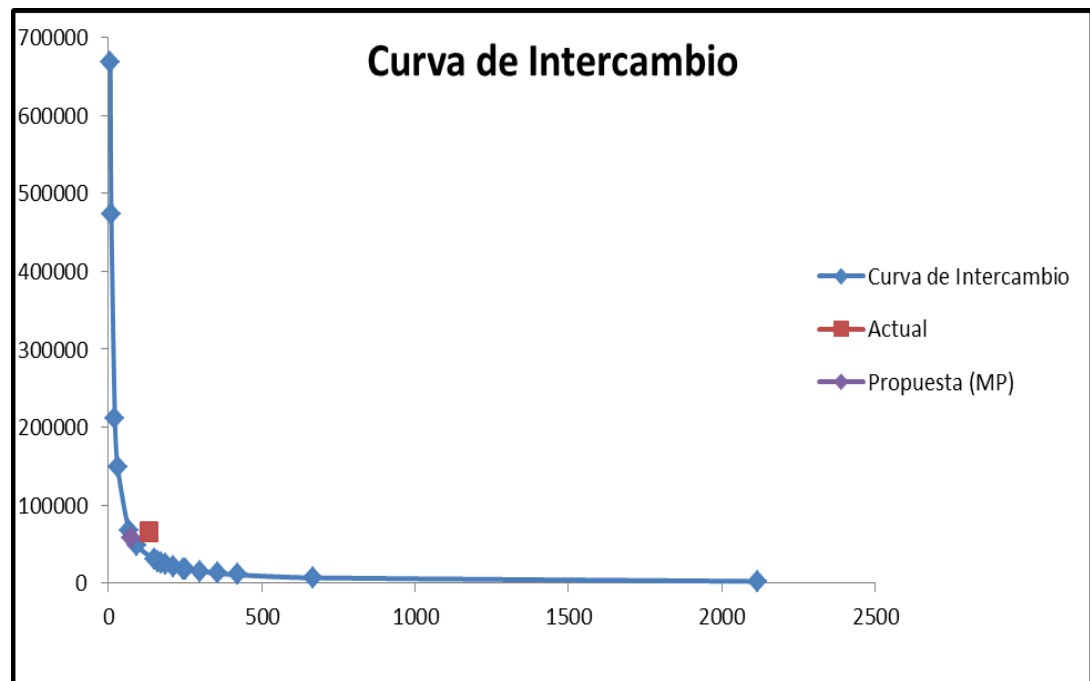


Figura 14: Ubicación de la propuesta en la Curva de Intercambio

Elaboración Propia

El costo total de almacenamiento de la propuesta es 19,784 soles.

4.2.7. Análisis de Stocks de Seguridad

La empresa ha decidido no mantener este tipo de stocks, dado que quiere minimizar sus costos de almacenamiento al máximo y porque sabe que de necesitar producir algún adicional, cuenta con horas extras y comercialización para no afectar a sus clientes.

CAPÍTULO 5: DIMENSIONAMIENTO DE ÁREAS

En el siguiente capítulo se describe cómo se calcularon las dimensiones para las áreas productivas a través del método de Gurchet, así como para las otras áreas (almacenes) a través del análisis de las curvas de intercambio con las cuales se determinó un stock de ciclo.

5.1. Dimensionamiento de almacenes

Para el cálculo de las dimensiones de los almacenes se aplicó la metodología de Curvas de Intercambio que nos permite obtener un valor óptimo de stock de ciclo para el almacén de tableros e Insumos, almacén de productos en proceso y almacén de producto terminado como se explicó en el capítulo anterior. Luego, se calcularon la cantidad de racks necesarios para cada almacén buscando maximizar la utilización de los racks a través de una evaluación de las dimensiones de los diferentes productos para definir el largo, ancho y altura de todos los tipos de racks. Una vez definida la cantidad y dimensiones de todos los tipos de rack, se procede a graficarlos en el plano distribuyéndolos según requerimientos de pasillos para montacargas y normas de seguridad, esto significa un incremento del área entre 170% y 200% con el fin de permitir el correcto funcionamiento del almacén. En la Tabla 26 se observan los resultados obtenidos:

Tabla 26: Dimensiones de Almacenes

| Área | Futuro (m2) |
|---------------------------------|-------------|
| Almacén de Tableros e Insumos | 71 |
| Almacén de Productos en Proceso | 307 |
| Almacén de Productos Terminados | 266 |

Elaboración Propia

En el Anexo 12 se muestran los cálculos realizados para el cálculo del stock de ciclo y en el Anexo 13 se muestran los cálculos realizados para el dimensionamiento de los almacenes.

5.2. Dimensionamiento de áreas productivas

Para la obtención de las dimensiones de las áreas productivas se utilizó el método de Gouchet (Muther 1977), a continuación la Tabla 27 muestra los resultados obtenidos:

Tabla 27: Dimensiones de áreas productivas

| Área | Futuro (m2) |
|---------------------------------|-------------|
| Aserrado | 70 |
| Habilitado | 253 |
| Mecanizado | 120 |
| Armado de Muebles Madera Maciza | 256 |
| Acabado | 242 |
| Tapizado | 81 |
| Tejido | 16 |
| Tableros | 64 |
| Armado Melamine | 55 |

Elaboración Propia

En el Anexo 13 se muestran los cálculos realizados para el dimensionamiento de las áreas productivas.

5.3. Dimensionamiento de otras áreas

Cálculo del área del almacén de insumos peligrosos

Para calcular las dimensiones de este almacén, se calculó el stock de ciclo de cada insumo con la fórmula de lote económico de compra. Así mismo, se considera que los insumos peligrosos se almacenan en piso y no en racks por motivos de seguridad y porque no se cuenta con una gran cantidad de ellos. A continuación la Tabla 28 muestra los resultados obtenidos:

Tabla 28: Dimensiones de almacén de insumos peligrosos

| Área | Futuro (m2) |
|-------------------------------|-------------|
| Almacén de Insumos Peligrosos | 6 |

Elaboración Propia

Además, como buena práctica se ha analizado el espacio para los insumos considerando los envases de mayor tamaño, esto es para reducir el número de envases utilizados. Así mismo, este almacén debe ubicarse lejos del taller y debe cuidarse que los materiales no estén expuestos a altas temperaturas.

Cálculo del área de almacén de materia prima, almacén de secado y secado.

Para calcular las dimensiones de estos almacenes, se determinó el stock de ciclo multiplicando el lote de compra quincenal por cincuenta por ciento (50%). Luego, a partir de las dimensiones de las pilas de almacenamiento se graficó en el plano su ubicación, y con ello se obtuvieron las dimensiones finales totales de los almacenes, distribuyéndolos según requerimientos de pasillos para montacargas representando entre un 60% y 100% adicional. A continuación la Tabla 29 muestra los resultados obtenidos:

Tabla 29: Dimensiones de almacén de materia prima y secado

| Área | Futuro (m ²) |
|--------------------------|--------------------------|
| Almacén de Materia Prima | 172 |
| Secado | 309 |
| Almacén de Secado | 172 |

Elaboración Propia

Dimensionamiento de áreas de oficina

De acuerdo a la Tabla 30, se tomarán los valores de referencia para determinar las áreas de oficina.

Tabla 30: Valores de referencia – áreas de oficina

| Agentes | Área (m ²) |
|-------------|-------------------------|
| Gerentes | 15-20 |
| Jefes | 05-ago |
| Oficinistas | 3.35 |
| Técnicos | 3.75 |

Fuente: Cury (1991)
Elaboración Propia

En la Tabla 31 se muestra el cálculo realizado para el requerimiento de espacios en oficinas, determinando así, un área total de oficinas igual a 37.9 m² que sumado a un 20 % adicional por pasillos hace un total de 46 m²

Tabla 31: Requerimiento de espacios en oficinas

| Agente | Tipo | Cantidad | Área (m2) | Total (m2) |
|------------------|-----------------------|----------|------------|-------------|
| Gerencia general | Gerente General | 1 | 18 | 20 |
| | Asistente de Gerencia | 1 | 3.4 | 3.4 |
| Operaciones | Jefe de planta | 1 | 7 | 7 |
| | Asistente de planta | 2 | 3.8 | 7.5 |
| Total | | | | 37.9 |

Elaboración Propia

Dimensionamiento área de recepción de material

En el área actual existe duplicidad de esta área ya que se cuenta con una en cada planta. Para efectos de la nueva planta se tendrá una sola, considerando las dimensiones del camión que trae el material así como los espacios que este requiere para moverse.

Dimensionamiento de almacén de leña, residuos sólidos y aserrín

Para el caso del almacén de leña y aserrín se ha proyectado su tamaño según el crecimiento de la demanda futura. Y para el de residuos sólidos, se ha estimado en base a los elementos que allí estarán almacenados (envases vacíos de productos químicos, etc.).

En el Anexo 13 se muestran el detalle de los cálculos realizados para el dimensionamiento de todas las áreas descritas anteriormente.

A continuación, la comparación entre los requerimientos de espacios entre la situación actual y la situación propuesta, se muestra en la Tabla 32:

Tabla 32: Comparación entre el requerimiento actual y futuro de espacios

| Área | Actual (m2) | Futuro (m2) |
|---------------------------------|-------------|-------------|
| Recepción de Material | 151 | 60 |
| Almacén de Materia Prima | 99 | 172 |
| Aserrado | 97 | 70 |
| Almacén de Tableros e Insumos | 175 | 71 |
| Secado | 150 | 309 |
| Almacén de Secado | 148 | 172 |
| Habilitado | 200 | 253 |
| Mecanizado | 107 | 120 |
| Armado de Muebles Madera Maciza | 92 | 256 |
| Almacén de Productos en Proceso | 547 | 307 |
| Acabado | 160 | 242 |
| Tapizado | 33 | 81 |
| Tejido | 0 | 16 |
| Tableros e Insumos | 0 | 64 |
| Armado Melamine | 0 | 55 |
| Almacén de Productos Terminados | 248 | 266 |
| Almacén de Insumos Peligrosos | 3 | 6 |
| Almacén de Leña | 4 | 5 |
| Almacén de Residuos Sólidos | 0 | 4 |
| Almacén de Aserrín | 5 | 7 |
| Oficina | 22 | 46 |
| Guardianía | 41 | 4 |
| Servicios de Gerencia | 0 | 2 |
| Servicios Higiénicos Varones | 4 | 11 |
| Servicios Higiénicos Damas | 0 | 5 |
| Casilleros | 0 | 31 |
| Comedor | 0 | 32 |
| Sala de Reuniones | 0 | 60 |
| Pasillos y Jardines | 0 | 1091 |
| Total | 2286 | 3818 |

Elaboración propia

El valor de las áreas actuales incluye los espacios de la fábrica principal y la fábrica anexa. Por otra parte, la Tabla 32 nos muestra que el área total presenta un incremento del 20 % con respecto a la situación actual.

CAPÍTULO 6: LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA INDUSTRIAL

En el siguiente capítulo se describe el análisis realizado para definir la mejor macro localización y micro localización para la empresa.

6.1. Macrolocalización

Con respecto a la macrolocalización se describen y ponderan los principales factores de evaluación, luego, con ellos se valorizan las posibles ubicaciones.

6.1.1. Factores de macrolocalización

Los factores a evaluar son los siguientes:

1. Servicios de transporte: Formas de transporte y costos de transporte.
2. Reglamentos fiscales y legales: Impuestos prediales y servicios públicos.
3. Disponibilidad de mano de obra: Disponibilidad, costos y calificación.
4. Nivel de vida: Vivienda y alimentación.
5. Proximidad a las materias primas: Disponibilidad de la MP, diversidad y reservas, costo de insumos, industrias conexas y servicios auxiliares
6. Cercanía al mercado: Mercado potencial, dispersión del mercado, capacidad de compra.
7. Abastecimiento de servicios: Fuentes y tipos de energía, disponibilidad, tarifa y confiabilidad de las fuentes.

6.1.2. Definición de macrolocalización

La definición de la macrolocalización del proyecto se realizó a través del método de factores de ponderación, de tal forma, la gerencia de la empresa teniendo en cuenta el análisis realizado con respecto a los principales problemas (acápites 2.2.) y sus diferentes perspectivas de crecimiento valorizó que factor era más importante para la misma. En la Tabla 33 se enfrenta cada factor con el resto de factores, teniendo, por ejemplo, uno de los siguientes resultados: El factor 1 tiene más valor (SI) que el factor 2, 4, 7 y 8 con lo que su % de ponderación corresponde al 16 %.

Tabla 33: Macro localización

| Factores | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Número | Ponderación (%) |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|-----------------|
| 1 | - | SI | NO | SI | NO | NO | SI | SI | 4 | 16% |
| 2 | NO | - | NO | SI | NO | NO | SI | SI | 3 | 12% |
| 3 | NO | NO | - | SI | NO | NO | NO | SI | 2 | 8% |
| 4 | NO | NO | NO | - | NO | NO | NO | SI | 1 | 4% |
| 5 | SI | SI | SI | SI | - | NO | SI | SI | 6 | 24% |
| 6 | SI | SI | SI | SI | SI | - | SI | SI | 7 | 28% |
| 7 | NO | NO | NO | SI | NO | NO | - | SI | 2 | 8% |
| Totales | | | | | | | | | 25 | 100 |

Elaboración Propia

Luego, en la Tabla 35 según la escala de calificación de la Tabla 34 y la descripción de las propuestas de macrolocalización mostradas a continuación se evalúa el puntaje de las mismas con respecto a cada factor.

Juliaca:

- Servicios de transporte: Juliaca es una ciudad comercial, cuenta con amplia oferta de empresas de transporte que ofrecen precios accesibles.
- Reglamentos fiscales y prediales: El costo del impuesto predial es mayor que en Puno.
- Disponibilidad de mano de obra: Existen pobladores con experiencia en el rubro maderero, pero en menor cantidad que Puno.
- Nivel de vida: Existen facilidades para los operadores para acceder a una vivienda.
- Proximidad a las materias primas: Al tratarse de una ciudad comercial, es factible encontrar disponibilidad de materias primas y a precios óptimos.
- Cercanía al mercado: La competencia es menor que en Arequipa.
- Abastecimiento de servicios: La tarifa de los servicios de agua y luz es más barata que en Arequipa.

Arequipa:

- Servicios de transporte: Los costos de transporte son caros en comparación a las otras alternativas ya que la actividad comercial es menor.

- Reglamentos fiscales y prediales: El costo del impuesto predial es mayor que en Puno.
- Disponibilidad de mano de obra: En lo que respecta al sector maderero, es difícil encontrar operadores con experiencia en el rubro.
- Nivel de vida: Existen facilidades para los operadores para acceder a una vivienda.
- Proximidad a las materias primas: No es fácil encontrar oferta de materias primas a precios beneficiosos.
- Cercanía al mercado: Existe mucha competencia, lo cual reduce el mercado potencial que la empresa podría atender.
- Abastecimiento de servicios: La tarifa de los servicios de agua y luz es cara.

Puno:

- Servicios de transporte: Al estar cerca de Juliaca, cuenta también con oferta de transporte a precios accesibles, pero no tanto como Juliaca.
- Reglamentos fiscales y prediales: El costo del impuesto predial es menor que en las otras 2 alternativas.
- Disponibilidad de mano de obra: Existen pobladores con experiencia en el rubro maderero.
- Nivel de vida: Existen facilidades para los operadores para acceder a una vivienda.
- Proximidad a las materias primas: Se puede conseguir materias a buenos precios, pero con menor facilidad que Juliaca.
- Cercanía al mercado: La competencia es menor que en Arequipa.
- Abastecimiento de servicios: La tarifa de los servicios de agua y luz es más barata que en las otras 2 alternativas.

Tabla 34: Escala de calificación para evaluación de alternativas

| | |
|-----------|----|
| Excelente | 10 |
| Muy buena | 8 |
| Buena | 6 |
| Regular | 4 |
| Mala | 2 |

Elaboración Propia

Tabla 35: Evaluación de alternativas

| ID | Peso | Juliaca | Arequipa | Puno | Valor - | | |
|----------------|------|---------|----------|------|-------------|-------------|-------------|
| | | | | | Juliaca | Arequipa | Puno |
| 1 | 16% | 10 | 6 | 8 | 1.6 | 0.96 | 1.28 |
| 2 | 12% | 6 | 4 | 8 | 0.96 | 0.64 | 1.28 |
| 3 | 8% | 4 | 4 | 6 | 0.64 | 0.64 | 0.96 |
| 4 | 4% | 6 | 6 | 6 | 0.96 | 0.96 | 0.96 |
| 5 | 24% | 8 | 4 | 6 | 1.28 | 0.64 | 0.96 |
| 6 | 28% | 6 | 4 | 6 | 0.96 | 0.64 | 0.96 |
| 7 | 8% | 4 | 6 | 6 | 0.64 | 0.96 | 0.96 |
| Totales | | | | | 7.04 | 5.44 | 7.36 |

Elaboración Propia

Finalmente, la mejor puntuación la obtiene la ciudad de Puno, por lo que es la alternativa escogida; es decir, se mantendrá la fábrica a nivel macro en la ubicación actual.

6.2. Microlocalización

Seguidamente, se describen y ponderan los principales factores para la evaluación de la microlocalización.

6.2.1. Factores de microlocalización

Los factores a evaluar son los siguientes:

1. Disponibilidad de terreno.- Se refiere a la disponibilidad inmediata o no del terreno para poder iniciar con las preparaciones necesarias para la producción; es decir, si está desocupado o no y el tiempo que tomará realizar las preparaciones necesarias como instalación de servicios básicos, remodelación, construcción, etc.
2. Acceso a la planta.- La facilidad de entrada y salida de los productos, considerando las dimensiones de los vehículos utilizados, además de mínimos recorridos.
3. Disponibilidad de mano de obra.- Si por efectos de su ubicación el personal presente ausentismo por la distancia que necesitaría recorrer para llegar al centro laboral.
4. Cercanía al mercado.- La cercanía de la fábrica de producción a las tiendas de exhibición donde el cliente adquirirá el producto.

5. Seguridad.- Si la ubicación ofrece seguridad para el transporte de insumos, materiales y producto terminado, además de brindar seguridad para el ingreso y salida del personal.
6. Costos de transporte.- La valoración monetaria necesaria por distancias y condiciones para el recorrido del producto terminado hasta la tienda de exhibición.
7. Costo del terreno.- Incluye los costos actuales de la adquisición.
8. Costo de implementación.- Define los costos en los que se tendrá que incurrir para tener la fábrica operativa.
9. Tamaño de planta.- Define los metros cuadrados de la fábrica.

6.1.2. Definición de microlocalización

Luego, en la Tabla 36 se realiza la ponderación de los factores tal cual se hizo para la macro localización.

Tabla 36: Ponderación de Factores de Micro localización

| Factores | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Número | Ponderación (%) |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|-----------------|
| 1 | - | NO | SI | NO | NO | NO | SI | NO | NO | 2 | 5.6 |
| 2 | SI | - | SI | NO | SI | NO | SI | SI | NO | 5 | 13.9 |
| 3 | NO | NO | - | NO | SI | NO | NO | NO | NO | 1 | 2.8 |
| 4 | SI | SI | SI | - | SI | SI | SI | SI | SI | 8 | 22.2 |
| 5 | SI | NO | NO | NO | - | NO | NO | SI | NO | 1 | 2.8 |
| 6 | SI | SI | SI | NO | SI | - | SI | SI | NO | 7 | 19.4 |
| 7 | NO | NO | SI | NO | SI | NO | - | NO | SI | 3 | 8.3 |
| 8 | SI | NO | SI | NO | NO | NO | SI | - | SI | 4 | 11.1 |
| 9 | SI | SI | SI | NO | SI | SI | NO | NO | - | 5 | 13.9 |
| Totales | | | | | | | | | | 36 | 100 |

Elaboración Propia

Ya con el porcentaje de ponderación por factor y con la descripción de cada una de las propuestas, en la Tabla 37 se valorizan las dos propuestas descritas a continuación. La escala de calificación es la descrita en la Tabla 34.

Propuesta 1:

- Disponibilidad de mano de obra, cercanía al mercado y seguridad: Terreno de 3400 m², ubicado al límite de la única zona industrial de Puno. El

transporte público llega a la zona por lo que el personal puede llegar a laborar sin inconvenientes, sin embargo por estar al límite de la zona industrial la zona es desolada.

- Disponibilidad de terreno y costo de implementación: No cuenta con la inscripción en registros públicos y no cuenta con servicios de agua, luz y desagüe. El costo por metro cuadrado es de aproximadamente \$600.00.
- Acceso a la planta: Es de fácil acceso ya que se encuentra sobre la pista en una esquina, por lo que cuenta con dos accesos.

Propuesta 2:

- Disponibilidad de mano de obra, cercanía al mercado: Construcción de 3805 m² ubicado en plena zona industrial de Puno. El transporte público llega a la zona por lo que el personal puede llegar a laborar sin inconvenientes.
- Disponibilidad del terreno y costo de implementación: Anteriormente era una industria por lo que cuenta con los servicios de agua, luz y desagüe apropiados para la producción. De disponibilidad inmediata. El costo por metro cuadrado es de aproximadamente \$720.00. Cuenta con toda la documentación necesaria para dar inicio a un proceso productivo.
- Acceso a la planta: Es de fácil acceso ya que se encuentra sobre la pista en una esquina, por lo que cuenta con dos accesos.
- Seguridad: Se encuentra al frente de un puesto policial.

Tabla 37: Valor de Propuestas de Micro localización

| ID | Peso | Propuesta 1 | Propuesta 2 | Valor - Propuesta 1 | Valor - Propuesta 2 |
|----------------|------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 6% | 4 | 6 | 0.22 | 0.33 |
| 2 | 14% | 8 | 8 | 1.11 | 1.11 |
| 3 | 3% | 6 | 6 | 0.17 | 0.17 |
| 4 | 22% | 8 | 8 | 1.78 | 1.78 |
| 5 | 3% | 6 | 8 | 0.17 | 0.22 |
| 6 | 19% | 8 | 8 | 1.56 | 1.56 |
| 7 | 8% | 8 | 6 | 0.67 | 0.50 |
| 8 | 11% | 2 | 6 | 0.22 | 0.67 |
| 9 | 14% | 8 | 6 | 1.11 | 0.83 |
| Totales | | | | 7.00 | 7.17 |

Elaboración Propia

Se concluye entonces que la mejor propuesta es la 2.

CAPÍTULO 7: DISEÑO DE DISTRIBUCIONES DE PLANTA ALTERNATIVAS

En este capítulo se describen los pasos seguidos para establecer el Layout óptimo para la empresa.

7.1. Diagramas de Operaciones del Proceso (DOPm)

A continuación el Gráfico que muestra el DOPm:

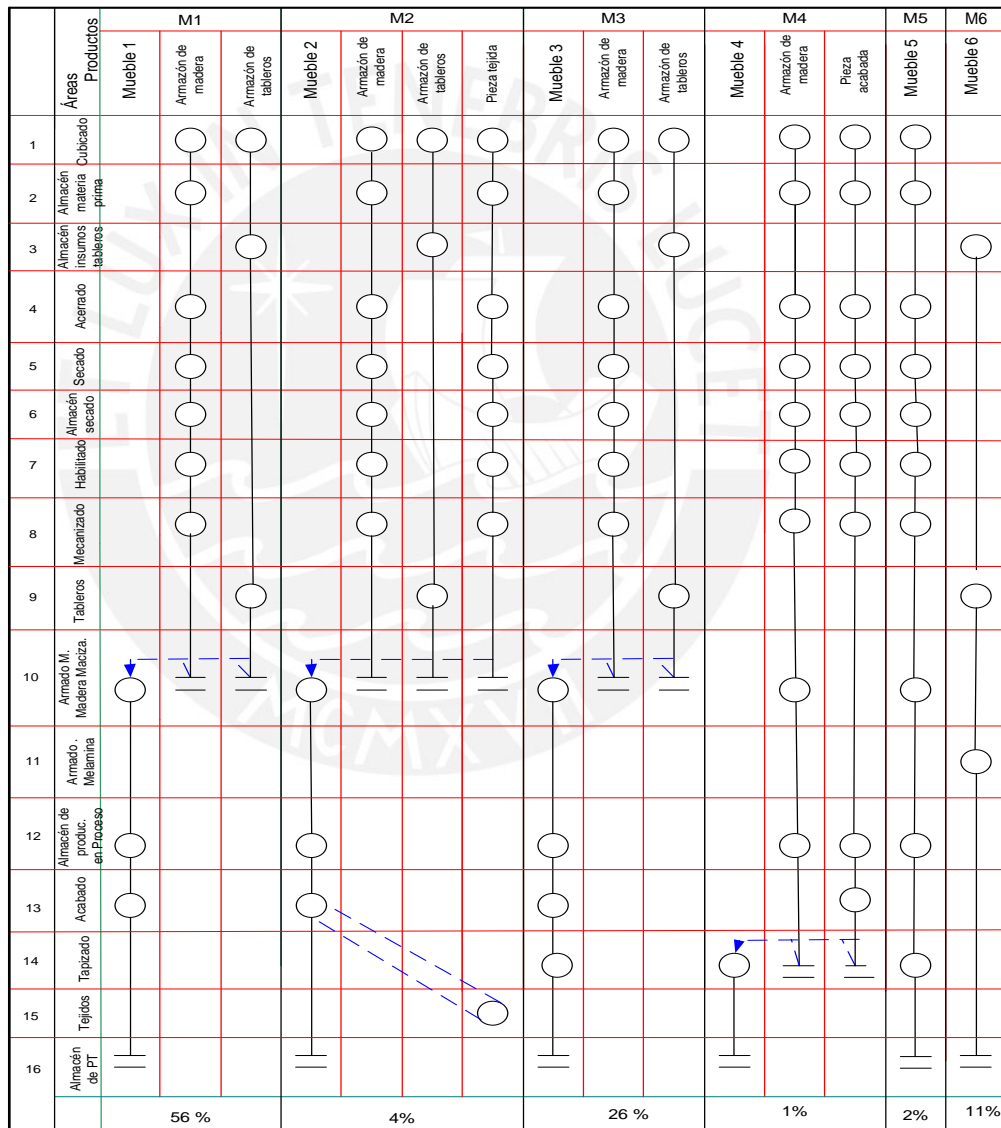


Figura 15: Diagrama de Operaciones Múltiples (DOPm)

Fuente: Empresa productora de muebles
Elaboración Propia

Dónde:

M1: Muebles acabados (estructura: madera maciza y tableros).

M2: Muebles acabados con tejido (estructura: madera maciza y tableros).

M3: Muebles acabados y tapizados (estructura: madera maciza y tableros).

M4: Muebles con plicas acabadas y tapizados (estructura de madera maciza).

M5: Muebles tapizados (estructura: madera maciza).

M6: Muebles en Melamine.

Cabe resaltar que los muebles de cada familia están conformados por diferentes piezas que a su vez pasan por diferentes procesos para ser luego ensamblados y formar el producto final. Adicionalmente, de la Figura 14 se puede observar que existe variedad de recorridos en la empresa, y que la familia que tiene mayor importancia de recorrido es la familia M1 seguida por la familia M3. Además, es importante distinguir que en la familia M2, la pieza tejida es separada del mueble para ser tejida y luego volver a ser ensamblada, mediante tornillos en el área de acabado.

7.2. Gráfico de Trayectorias

La Figura 16 se obtiene a partir de la Figura 15 - DOPm para determinar la cercanía entre las áreas de la empresa.

| De \ A | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|--------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | | 94 | 86 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | 94 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | 97 | | | | | | | |
| 4 | | | | | 94 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | 94 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | 94 | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | 94 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | 93 | | 1 | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | 86 | 11 | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | 89 | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | 11 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | 87 | 3 | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | 27 | 4 | 60 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | 29 |
| 15 | | | | | | | | | | | | | 4 | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 16: Gráfico de Trayectorias

Fuente: Tablitas E.I.R.L.

Elaboración Propia

Dónde:

1: Recepción de materiales, 2: Almacén de tableros, 3: Secado, 4: Habilitado, 5: Mecanizado, 6: Tableros, 7: Armado de muebles en madera maciza, 8: Armado de muebles en melamina, 9: Almacén de muebles en blanco, 10: Acabado, 11: Tapizado, 12: Tejido y 13: Almacén de productos terminados.

7.3. Tabla Relacional de Actividades (TRA)

Siguiendo con la metodología obtenemos el TRA de números (Figura 17):

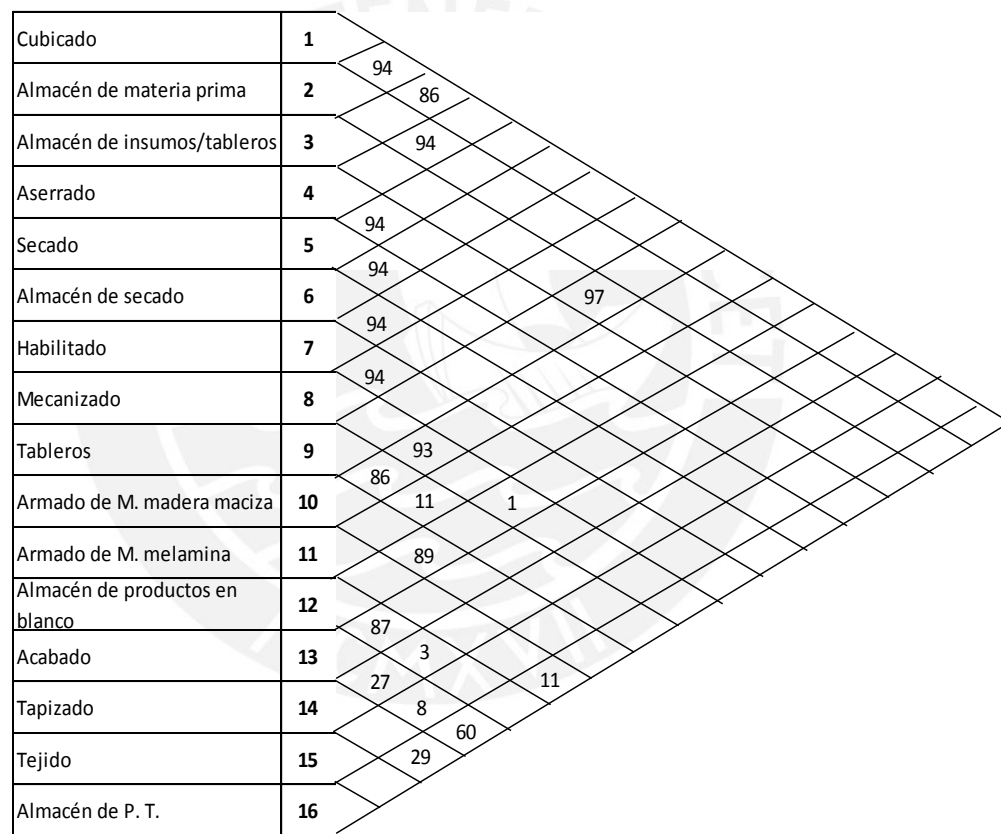


Figura 17: Tabla Relacional de Actividades (Numérica)
Elaboración Propia

Y seguidamente, a partir de la información brindada por la empresa se obtiene el TRA de Letras (Figura 18):

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cubicado | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Almacén de materia prima | 2 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Almacén de insumos/tableros | 3 | U | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aserrado | 4 | U | E | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Secado | 5 | E | U | U | U | U | U | U | U | U | | | | | | | | | |
| Almacén de secado | 6 | E | U | U | U | U | A | U | U | U | U | | | | | | | | |
| Habilitado | 7 | E | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | | | | |
| Mecanizado | 8 | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| Tableros | 9 | I | I | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| Armado de M. madera maciza | 10 | U | O | U | O | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| Armado de M. melamina | 11 | U | I | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| Almacén de productos en blanco | 12 | I | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| Acabado | 13 | O | O | U | O | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| Tapizado | 14 | U | O | O | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| Tejido | 15 | U | O | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |
| Almacén de P. T. | 16 | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U | U |

Figura 18: Tabla Relacional de Actividades – Cualitativa
Fuente: Tablitas E.I.R.L.
Elaboración propia

Donde:

- A: Absolutamente necesarias
- E: Especialmente necesarias
- I: Importantemente
- O: Ordinaria o secundaria
- U: Innecesaria

7.4. Layout de Bloques Unitarios (LBU)

Utilizando el método de Francis se obtiene el siguiente Layout:

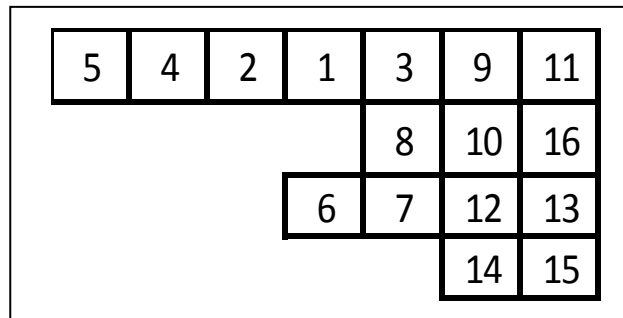


Figura 19: Layout de Bloques Unitarios
Elaboración propia

En el esquema podemos observar que la secuencia sí presenta coherencia respecto a los cambios realizados y a lo esperado por la empresa.

7.5. Distribuciones Alternativas

El plano a nivel DGC de la Alternativa 1 se muestra en el Anexo 14, primer y segundo nivel. Así mismo, el plano a nivel DGC de la Alternativa 2 se muestra en el Anexo 16, primer y segundo piso. El almacén subterráneo que corresponde a las dos alternativas se encuentra en el Anexo 15.



CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN Y ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

En el siguiente capítulo se presentan las evaluaciones realizadas entre alternativas, así como la evaluación económica y el cronograma de implementación para el proyecto propuesto.

8.1. Evaluación de las alternativas de distribución

Luego de realizar un análisis cualitativo y cuantitativo cuyo detalle se muestra en el Anexo 17 se obtienen los siguientes resultados mostrados en la Tabla 38:

Tabla 38: Evaluación de alternativas: Análisis de factores

| | Unidades | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
|---|----------|---------------|---------------|
| Ventajas y Desventajas | Puntos | 60 | 48 |
| Factores | Puntos | 2.27 | 1.91 |
| Inversión | S/. | 4,269,902 | 4,277,243 |
| Metros recorridos por unidad producida | m | 295 | 450 |
| N° de Retrocesos Ponderado | N° | 0.00 | 0.11 |

Elaboración Propia

La alternativa 2 se diferencia principalmente respecto a la alternativa 1 por contar con un segundo nivel acondicionado solo para productos en melanina, lo cual permitirá su total cuidado respecto al polvo producido por la producción de muebles en madera. Los productos y materiales serán movilizadas al segundo piso mediante un ascensor. La alternativa 1, en cambio, presenta todas las áreas productivas en un mismo nivel facilitando su integración. Para mitigar el polvo producido por la producción de muebles en madera usa una cortina de aire para el área de producción de muebles en melanina.

En consecuencia, cualitativamente la alternativa 1 nos proporciona mayores ventajas mejorando la integración entre áreas de trabajo, facilitando la comunicación y coordinación. En lo que respecta a inversión, la alternativa 1 es más barata y en cuanto a metros recorridos y retrocesos la alternativa 1 presenta

menores valores lo cual favorece directamente la producción. Por todo esto se elige a la alternativa 1 como la propuesta final para la empresa.

A continuación en la Figura 20 y Figura 21 se muestra el plano a nivel PDD de los 2 pisos de la Alternativa 1:

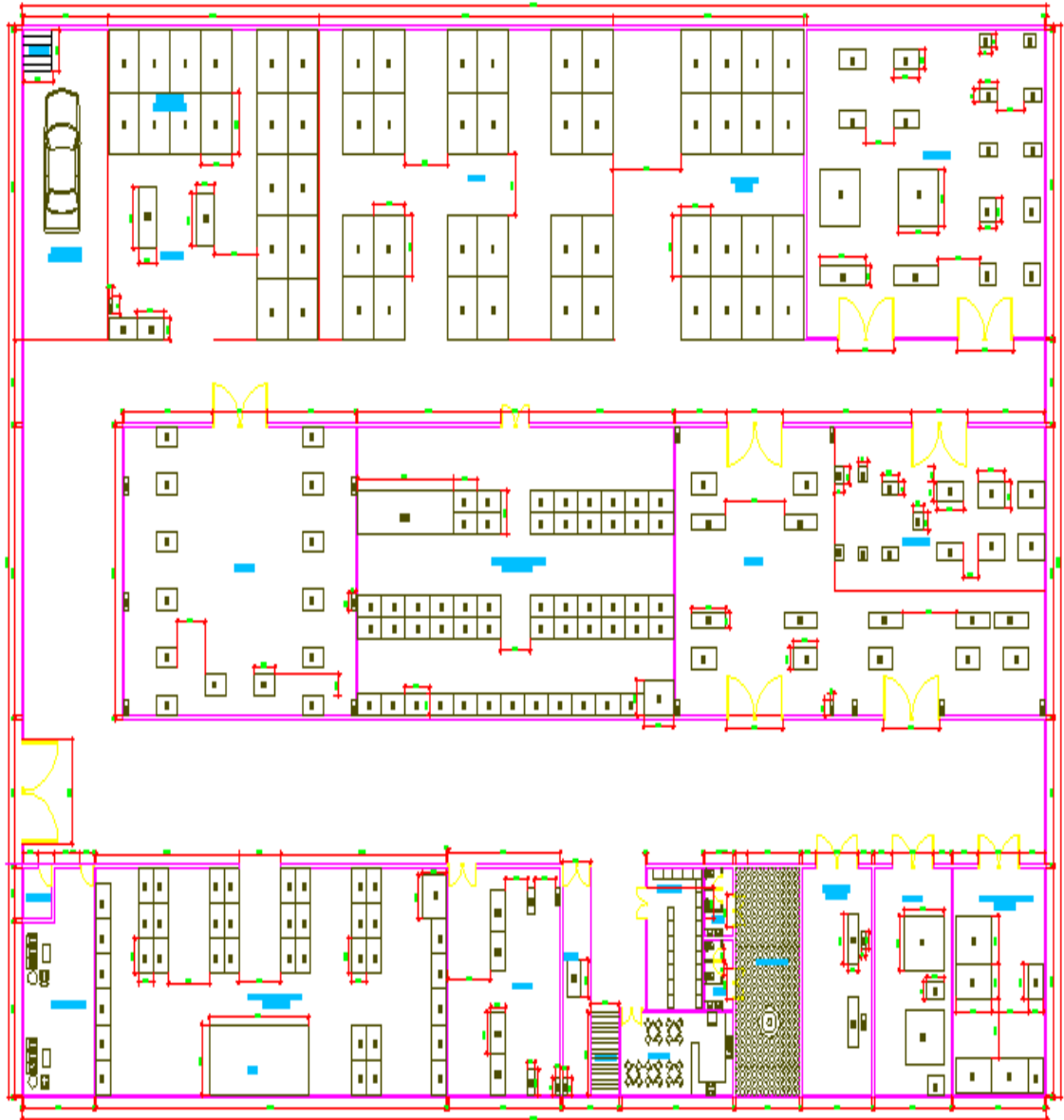


Figura 20: PDD Alternativa 1 – Primer Piso
Elaboración propia

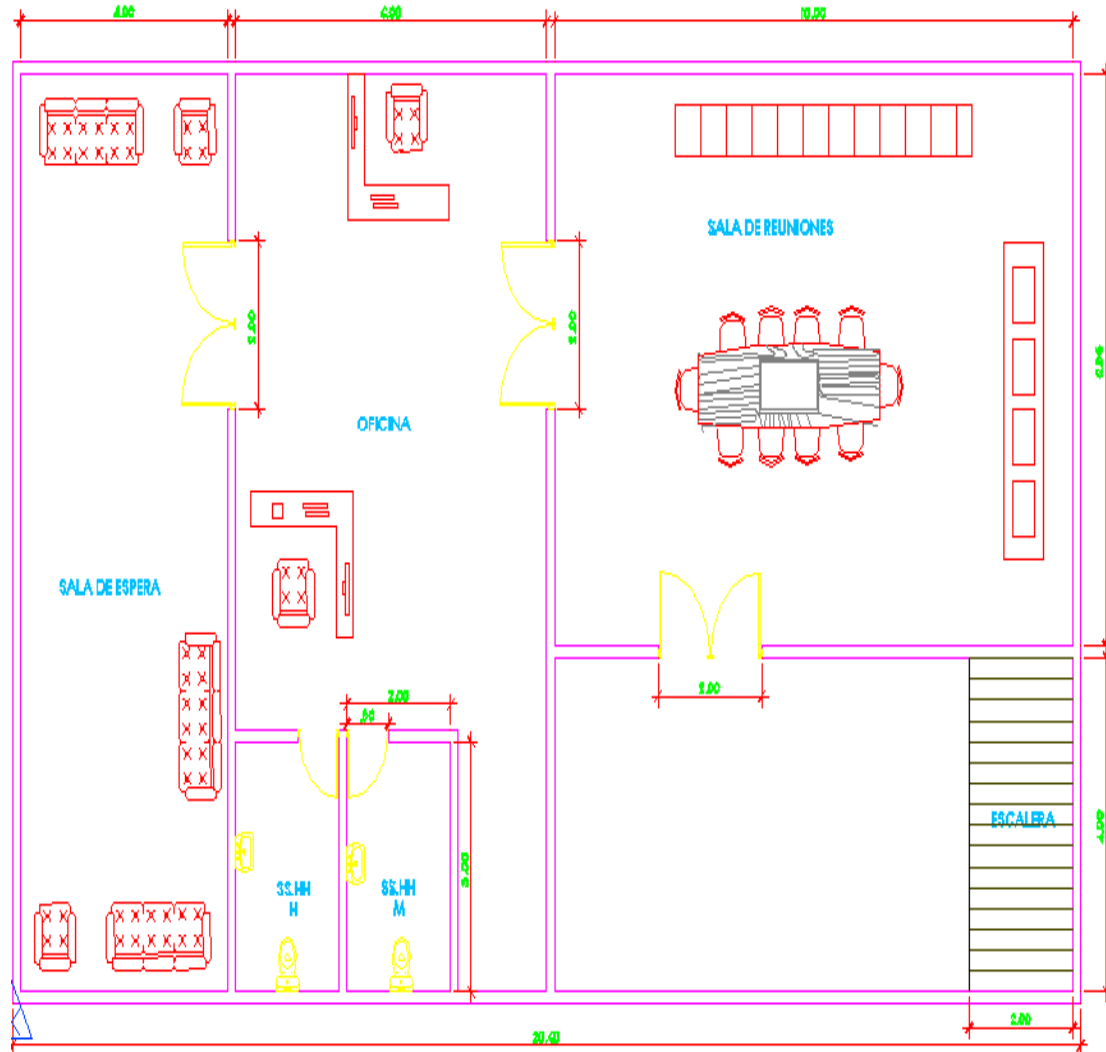


Figura 21: PDD Alternativa 1 – Segundo Piso
Elaboración propia

El detalle del plano a nivel PDD de la Alternativa 1 se presenta en el Anexo 18.

8.2. Evaluación económica de la alternativa elegida

Para evaluar la viabilidad del proyecto, se calcularon los indicadores de evaluación económica correspondientes para la alternativa 1, los cuales se muestran en la Tabla 39:

Tabla 39: Evaluación Económica de la alternativa propuesta

| | Flujo de Caja Económico | | | | | | | |
|--|-------------------------|----------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 |
| Ingresos | | | | | | | | |
| Ingreso por incremento de producción | | | | 464,597 | 464,597 | 464,597 | 464,597 | 464,597 |
| Ingreso por venta de fábrica actual de producción/ Maquinaria | 1,288,980 | | 2,130,346 | | | | | |
| Ingreso por inversión de ahorro por eliminar el transporte entre plantas | | | | 57,000 | 57,000 | 57,000 | 57,000 | 57,000 |
| Ingreso por inversión de ahorro de reducir costos de almacenamiento | | | | 107,065 | 107,065 | 107,065 | 107,065 | 107,065 |
| Ingreso por inversión de otros ahorros | | | | 8,400 | 8,400 | 8,400 | 8,400 | 8,400 |
| Total de ingresos | 1,288,980 | | 2,130,346 | 637,062 | 637,062 | 637,062 | 637,062 | 637,062 |
| Egresos | | | | | | | | |
| Inversión inicial para implementar el proyecto | 3,846,123 | 303,979 | 119,800 | | | | | |
| Costo de operadores | | | | 294,680 | 294,680 | 294,680 | 294,680 | 294,680 |
| Costo de mantenimiento de maquinaria nueva | | | | 1,200 | 1,200 | 1,200 | 1,200 | 1,200 |
| Total de egresos | 3,846,123 | 303,979 | 119,800 | 295,880 | 295,880 | 295,880 | 295,880 | 295,880 |
| Flujo efectivo | -2,557,143 | -303,979 | 2,010,546 | 341,182 | 341,182 | 341,182 | 341,182 | 341,182 |
| Tasa de descuento (COK) | 2.35% | Anual | | | | | | |
| VAN FCE | 584,815 | | | | | | | |
| TIR FCE | 9% | | | | | | | |
| VAN Beneficios | 6,274,667 | | | | | | | |
| VAN Costos | 5,575,379 | | | | | | | |
| B/C | 1.1 | | | | | | | |
| PERIODO DE RECUPERACIÓN (AÑOS) | 6 | | | | | | | |

Elaboración Propia

Dado que no se cuenta con información del nivel de riesgo para industrias de este rubro, se ha utilizado como tasa de descuento para el cálculo de los indicadores financieros a la Tasa de Interés Pasiva Promedio del Mercado (TIPMN) proporcionada por la Superintendencia de Banca, Seguro y AFP (SBS).

Se puede observar que los indicadores financieros son favorables: VAN>0, TIR>Cok, B/C >1 y Periodo de Recuperación menor a 7 años. Esto nos indica que el proyecto es viable para la empresa.

8.3. Evaluación de la alternativa elegida frente a la situación actual

En la siguiente Tabla 40, se muestra el resumen de los beneficios cuantitativos obtenidos con la implementación de este proyecto.

Tabla 40: Comparación de la alternativa propuesta frente a la situación actual

| Rubro | Unidades | Situación Actual | Alternativa 1 |
|---|----------|------------------|---------------|
| Ingresos por ventas | s./Año | 800,503.00 | 1,265,100.00 |
| Capacidad productiva | und/Año | 3,800 | 6,784 |
| Utilización promedio de puestos de trabajo | % | 61% | 87% |
| Distancia recorrida por unidad producida | Metros | 38306 | 295 |
| % De reducción de distancias recorridas por unidad producida | % | - | 99% |
| Número de retrocesos ponderado en patrón de circulación/unidad producida | - | 4 | 0 |
| Ahorros generados por la implementación de la propuesta | s./Año | - | 172,465.00 |
| % del área total ocupada por almacenes | % | 54% | 37% |
| Stock promedio de materia prima almacenado/Unidades totales producidas | % | 13% | 9% |
| Stock promedio producto en proceso almacenado/Unidades totales producidas | % | 29% | 18% |
| Stock promedio de producto terminado almacenado/Unidades totales producidas | % | 32% | 16% |
| Costo de almacenamiento | s./Año | 249,400.00 | 142,335.00 |

Elaboración Propia

En el Anexo 20 se encuentra el detalle de cálculo de cada uno de los rubros.

A partir del cuadro observamos que la alternativa propuesta alcanza una capacidad de producción de 6784 und/ año respaldando este número con el incremento en más del 50 % de sus ingresos por ventas y un ahorro de S/.172,465.00 al año. También logra reducir el stock promedio de almacenes a 14% en promedio con un costo de almacenamiento 43 % menor respecto al actual evidenciando un mejor control de inventarios. Todo eso se logra con el incremento de utilización de los puestos, la reducción de las distancias recorridas y la eliminación de retrocesos.

8.4. Cronograma de implementación

Para la implementación del proyecto es necesario seguir un orden y trabajar de manera planificada, para ello en la Figura 22 se muestran las actividades que forman parte del cronograma:

| | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesoras |
|----|--|----------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | Inicio del Proyecto | 0 días | lun 05/01/15 | lun 05/01/15 | |
| 2 | Contratar empresa para elaboración planos. | 15 días | lun 05/01/15 | vie 23/01/15 | 1 |
| 3 | Comprar terreno. | 30 días | lun 05/01/15 | vie 13/02/15 | 1 |
| 4 | Dibujar planos de la fábrica. | 30 días | lun 16/02/15 | vie 27/03/15 | 3 |
| 5 | Tramitar licencia de construcción | 90 días | lun 30/03/15 | vie 31/07/15 | 4 |
| 6 | Contratar empresa para la construcción de la fábrica. | 30 días | lun 03/08/15 | vie 11/09/15 | 5 |
| 7 | Realizar construcción de nueva planta. | 360 días | lun 14/09/15 | vie 27/01/17 | 6 |
| 8 | Realizar instalaciones de servicios principales (agua y electricidad). | 30 días | lun 30/01/17 | vie 10/03/17 | 7 |
| 9 | Cotizar y comprar máquinas nuevas. | 30 días | lun 05/01/15 | vie 13/02/15 | 1 |
| 10 | Cotizar y comprar inmuebles nuevos para el área administrativa. | 15 días | lun 05/01/15 | vie 23/01/15 | 1 |
| 11 | Instalar las máquinas actuales y nuevas. | 60 días | lun 13/03/17 | vie 02/06/17 | 8 |
| 12 | Instalar inmuebles en el área administrativa. | 15 días | lun 13/03/17 | vie 31/03/17 | 8 |
| 13 | Tramitar licencias y autorizaciones para comenzar a operar la fábrica. | 30 días | lun 13/03/17 | vie 21/04/17 | 8 |
| 14 | Contratar operarios nuevos. | 30 días | lun 05/01/15 | vie 13/02/15 | 1 |
| 15 | Capacitar operarios nuevos y antiguos. | 30 días | lun 24/04/17 | vie 02/06/17 | 13 |
| 16 | Realizar pruebas y ajustes necesarios a las maquinas y fábrica en ge | 30 días | lun 24/04/17 | vie 02/06/17 | 13 |
| 17 | Vender fábricas actuales. | 90 días | lun 05/06/17 | vie 06/10/17 | 16 |
| 18 | Fin del Proyecto | 0 días | vie 06/10/17 | vie 06/10/17 | 17 |

Figura 22: Cronograma de implementación
Elaboración propia

La construcción y puesta en marcha de la fábrica tendrá una duración de tres años desde la elaboración de los planos hasta la puesta en marcha. A partir del año cuatro la empresa comenzará a percibir los beneficios por la implementación de todas las mejoras descritas en el presente trabajo. El cronograma completo (diagrama de Gantt) se presenta en el Anexo 19.

CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones establecidas para el proyecto.

9.1. Conclusiones

A continuación se detallan las principales conclusiones respecto al proyecto, a la distribución de planta propiamente dicha y a la gestión logística.

Respecto al Proyecto

1. La alternativa propuesta logra incrementar la capacidad de producción de la empresa de 3800 a 6784 und/año, permitiendo así aumentar sus ingresos por ventas en más del 50 % respecto a la situacional actual.
2. Mejora el control de inventarios reduciendo el stock promedio de almacenes en 14 % con un costo de almacenamiento 43 % menor respecto al actual.
3. Con estos dos primeros acápite la alternativa actual logra reducir considerablemente la pérdida de clientes ya que cuenta con el stock necesario requerido por el cliente.
4. El proyecto planteado es factible ya que los indicadores financieros son favorables: VAN>0, TIR> Cok, B/C >1 y Periodo de Recuperación es menor a 7 años.

Respecto a la distribución de Planta

1. El diseño de distribución de planta en una nueva planta de producción es la mejor opción para la empresa debido a la saturación de sus espacios físicos actuales y a la infraestructura, que solo fue acondicionada para fábrica.
2. Tener una sola fábrica de producción permite integrar todas las áreas de producción logrando una reducción de S/.172,465.00 al año por la eliminación de recorridos innecesarios y ahorro en los costos de almacenamiento.

3. Al lograr reducir los recorridos innecesarios, esperas por dificultad en el transporte y almacenamiento, falta de espacios, retrocesos y otros, se logra reducir los tiempos muertos y en consecuencia alcanzar una utilización esperada de 87%, 11 % mayor a la actual.
4. Se reduce al mínimo la fatiga del operador originada por la carga y descarga por el transporte de materiales, muebles y otros ya que la propuesta planteada incluye el uso de un montacargas, un retráctil y 10 carretillas. Adicionalmente, se contrata a un montacarguista y a un habilitador que agilizaran las operaciones de traslado.
5. A través de este proyecto se implementa el uso de escuadradoras y desgadoras, maquinaria especializada que permite la reducción de tiempos, favoreciendo la capacidad de producción y facilitando la operación.
6. Contar con una adecuada señalización, pasillos bien definidos, reducción de peligros por aplastamiento en este proyecto logran fortalecer la seguridad en la empresa.
7. La satisfacción laboral se ve beneficiada a través de la propuesta planteada ya que cuenta con un comedor, servicios higiénicos amplios, duchas, jardines, espacios ventilados, entre otros.
8. Con la inclusión de un almacén para insumo peligros se logra una mejor gestión de los mismos que permite reducir el impacto ambiental de la organización.

Respecto a la Gestión Logística

1. Las nuevas políticas de gestión de inventarios planteadas permiten tener lotes y frecuencia de pedidos definidos para cada producto obteniendo una gestión logística ordenada y minimizando los costos de almacenamiento.
2. La nueva clasificación establecida para los productos según su valoración monetaria y demanda permite hacer un mejor seguimiento a su rotación en los almacenes para evitar sobre stocks que generan pérdidas económicas en la empresa.

3. El establecimiento de políticas de inventarios permite el correcto dimensionamiento de almacenes, reduciendo así el área que estos representan del total de 54% a 37%.
4. El correcto diseño de los almacenes con estanterías para el almacenamiento, equipos de transporte, áreas cerradas logra reducir altamente daños en materiales, productos en proceso y principalmente en productos terminados, reduciendo así gran parte de los reprocesos originados en el área de almacenes. Además, de lograr un alto aprovechamiento del espacio cúbico.

9.2. Recomendaciones

Se detallan las principales recomendaciones respecto al proyecto, a la distribución de planta propiamente dicha y a la gestión logística.

Respecto a la implementación del Proyecto

1. Antes de comenzar las operaciones en la nueva fábrica, debe capacitarse al personal antiguo y nuevo respecto a los motivos del traslado, cambios a realizar y beneficios.
2. Elaborar un plan de capacitación anual que busque tener operadores polifuncionales.

Respecto a la distribución de planta

1. Se recomienda realizar charlas de concientización al personal en lo que respecta a la metodología 5S de manera que la distribución planteada pueda mantenerse en el tiempo.
2. Adquirir los racks, montacargas y demás equipos nuevos considerando las características especificadas en este proyecto.
3. Se recomienda comprar un montacarga Dual con una capacidad mínima de 1.5 toneladas y medidas como máximo de 1.15x 3.45x 2.13 metros de largo, un retráctil con una altura mínima de 13 metros de elevación con capacidad mínima de 1.5 TN y medidas máximas de 1.15x3.45x2.13 metros y carretillas de 0.61x0.91x0.95 metros.

4. Concientizar a todo el personal sobre las reglas de seguridad por contar con equipos de carga pesada y la importancia de la gestión de residuos sólidos a favor de la reducción del impacto ambiental.
5. Medir y controlar a través de un indicador la utilización de los puestos de trabajo con la nueva utilización.

Respecto a la gestión logística

1. Se recomienda elaborar un cronograma de reuniones con los proveedores para capacitarlos en las nuevas políticas de gestión logística mostrándoles los beneficios de esta para ellos y la empresa.
2. Capacitar al personal de almacén respecto a la nueva clasificación planteada para los productos así como las políticas de gestión de inventarios a mantener.
3. Realizar chequeos de inventario semanales para evaluar la rotación de los productos e identificar aquellos que tienen un mayor tiempo a la espera de ser despachados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLOU, R.(2004). Logística: Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación.
- BOZER, Yavuz, J. TANCHOCO, James TOMPKINS y John WHITE. 2006. Planeación de Instalaciones. Tercera edición. Madrid. Editorial Thomson.
- CHASE, R y AQUILANO, N. (2000). Dirección y administración de la producción y de las operaciones. Octava Edición. McGraw – Hill, México.
- CURY, Antonio. 1991. Organizacao e Metodos. Perspectiva comportamental e abordagem contingencial. Editorial Atlas.
- Diario Gestión. Crecimiento del sector inmobiliario se mantendría por los próximos 20 años. (2013). Lima. Consulta: 05/05/2013. <http://gestion.pe/economia/crecimiento-sector-inmobiliario-se-mantendria-proximos-20-anos-2065246>
- INEI. Producción Nacional Enero 2013. (2013). Lima. Consulta: 05/05/2013. <http://www.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2013/03/01-Produccion-Nacional-Ene-2013.pdf>.
- ISIKAWA, Kauro. 1997. ¿Qué es el Control Total de Calidad?: La Modalidad Japonesa. Editorial Norma.
- KONZ, Stephan. 1991. Diseño de Instalaciones Industriales. Editorial Prentice Hall.
- KRAJEWSKI, L. y RITZMAN, L. (2000). Administración de operaciones. México: Pearson Educación.
- MEYERS, Fred E. 2006. Diseño de las Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales. Tercera edición. Editorial Pearson Prentice Hall.

- MUTHER, Richard. 1977. Distribución de Planta. Editorial Hispano Europea.
- ORMACHEA, F. (2012). 37° Curso de Especialización en Producción y Operaciones: Gestión y Control de la calidad. Perú: Facultad de Ciencias e Ingeniería.
- PÁRRAGA CONDEZO, José Alan. Investigación, Análisis y propuestas de políticas de planeamiento y control de inventarios para el sector comercial de productos siderúrgicos. (2011). Tesis de pregrado en Ingeniería Industrial. Lima. PUCP.
- PEÑA PEREZ, Antonio. Propuestas de diseño de políticas de inventarios en una empresa de comercialización de equipos y suministro de oficina. (2010). Tesis de pregrado en Ingeniería Industrial. Lima. PUCP.
- RAU ALVAREZ, José Alan. Rediseño de distribución de planta de las instalaciones de una empresa que comercializa equipos de bombeo para agua de procesos y residuales (2009). Tesis de pregrado en Ingeniería Industrial. Lima. PUCP.
- RAU, J. "Evaluación Agregada: Una innovación en la gestión de inventarios en una empresa de alimentos de consumo masivo."(2010). Lima. Consulta: 21 de Abril del 2012. <[http:// www.laccei.org/ LACCEI2010-Peru/ Papers/ Papers_pdf/ IE052_Rau.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2010-Peru/Papers/Papers_pdf/IE052_Rau.pdf)>.
- SILVER, Edward y REIN, Peterson (1985). Decision Systems for Inventory Managment and Production Planning. Segunda Edición. Editorial Jhon Wiley & Sons, New York.
- Universidad de Nacional de Colombia. "Distribuciones de Planta."(2011).Bogotá.Consulta: 20 de Junio del 2011. [http:// www. virtual. unal. edu.co/ cursos/sedes/manizales/4100002/lecciones](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4100002/lecciones)

- VARGAS, Jorge, José RAU y Mery León. 2010. Manual de Planeamiento y control de Operaciones. Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
- VERA-PORTOCARRERO VELTRÁN, Jesús Lesly. Distribución de la planta en un fábrica de Mosaicos. (1987). Tesis de pregrado en Ingeniería Industrial. Lima. PUCP.

