

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO.

**ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA RELOCALIZACIÓN
Y AMPLIACIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE
CALZADOS DE SEGURIDAD.**

Presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Brs. Giraud F., Ariane G.
Mantilla G., Julio C.
Para optar al título de
Ingeniero Mecánico

Caracas, 2009

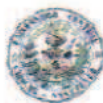
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO.

**ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA RELOCALIZACIÓN
Y AMPLIACIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE
CALZADOS DE SEGURIDAD.**

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Raffaele D'Andrea.

Presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Brs. Giraud F., Ariane G.
Mantilla G., Julio C.
Para optar al título de
Ingeniero Mecánico

Caracas, 2009



Caracas, 09 de diciembre de 2009

ACTA

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado Examinador designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los bachilleres:

ARIANE GIRAUD y JULIO MANTILLA

Titulado:

“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA RELOCALIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE CALZADOS DE SEGURIDAD”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el Plan de Estudios conducente al Título de Ingeniero Mecánico.

Prof. Manuel Márquez
Jurado



Prof. Maria de los A. Rodríguez
Jurado

Prof. Raffaele D'Andrea
Tutor



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA

Caracas, 09 de diciembre de 2.009

Prof. GERARDO RAMÍREZ
Jefe de la División de Control de Estudios
Facultad de Ingeniería

Presente.-

Quienes suscriben, Miembros del Jurado Examinador designado por el Consejo de la Escuela de Ingeniería Mecánica, nos dirigimos a usted con la finalidad de informarle que hemos decidido otorgarle a los Bachilleres:

ARIANE GIRAUD C.I.V.- 16.248.985 y JULIO MANTILLA C.I.V.- 15.697.665

“MENCIÓN HONORÍFICA”

Por la excelencia demostrada en la realización del Trabajo Especial de Grado titulado:

**“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA
RELOCALIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DE UNA PLANTA DE
FABRICACIÓN DE CALZADOS DE SEGURIDAD”**

Sin otro particular a que hacer referencia, quedamos de usted,

Prof. Manuel Márquez
Jurado



Prof. Raffaele D'Andrea
Tutor

Prof. María de los A. Rodríguez
Jurado

“Hacia el 50º Aniversario del 21 de noviembre de 1957, Día del Estudiante”

Giraud F., Ariane G. Y Mantilla G., Julio C.

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA
RELOCALIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DE UNA PLANTA DE
FABRICACIÓN DE CALZADOS DE SEGURIDAD.**

**Tutor Académico: Prof. Ing. Raffaele D’Andrea. Caracas, U.C.V. Facultad
de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2009. 257 Pág.**

Palabras Clave: Planta de Calzados de Seguridad. Producción. Estudio Técnico y Económico. Higiene y Seguridad Industrial. Distribución de Planta.

En este trabajo especial de grado se ha desarrollado un estudio técnico de todos los procesos productivos y de las condiciones generales de operación de la planta de fabricación de calzados de seguridad de la empresa Calzados Sicura, C.A. Este estudio está constituido principalmente por la identificación de las distintas etapas del proceso de fabricación y la medición de tiempos de cada una de las operaciones involucradas. Se realiza un análisis crítico en base a factores como manejo de materiales, máquinas y equipos y condiciones de higiene y seguridad industrial. En base a lo obtenido en el análisis crítico se realiza una propuesta de mejoras y cambios basada en las deficiencias detectadas, donde se eliminan o modifican actividades deficientes, se integran equipos modernos y se redefinen las condiciones de trabajo para promover un mejor desempeño del proceso. Por último, se desarrollan nuevas alternativas de distribución de planta por medio del método S.L.P., de las cuales se selecciona la más apta para ser implantada en la nueva localización de la planta. Así se obtiene una reorganización de todos los equipos y maquinaria, tanto ya existentes como nuevas, donde se consideran todas las posibilidades de mejoras en el proceso productivo. Se planifican las etapas del proceso de traslado de todos los equipos para optimizar la relocalización de la planta y se estima un costo total del proyecto a ser realizado.

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIA

En primer lugar quiero dedicar este trabajo a un gran amigo, compañero y hermano, con quien aprendí y compartí muchas lecciones y anécdotas a pesar del poco tiempo que pude compartir con él. Este trabajo va dedicado a la memoria de José Benjamín Crespo Spocito. Para ti este esfuerzo JB.

En segundo lugar dedico este trabajo a la nueva integrante de mi familia, a mi sobrina Paula Isabel quien, en los momentos más difíciles, representó mi motivación para culminar este proyecto. Para ti este trabajo Paula.

Por último, dedico este trabajo a mi madre Luz Marina, quien me ha acompañado a lo largo de toda mi carrera y mi vida entera. Este trabajo representa, tanto para ella como para mí, la culminación de una etapa en nuestras vidas y por tanto un logro familiar. Para ti este logro mamá.

Julio César Mantilla Galvis

AGRADECIMIENTOS

- ◆ En primer lugar a mi madre, Luz Marina, por ser mi gran ejemplo de perseverancia, empeño y dedicación. Gracias por demostrarme con tu ejemplo que, cuando se da el 100%, se obtienen grandes recompensas. Gracias por apoyarme mamá.
- ◆ Al Profesor Raffaele D’Andrea. Por mostrarme el camino a seguir a lo largo de este trabajo. Gracias profesor, por todo el tiempo dedicado y por todos sus buenos consejos.
- ◆ Al Ingeniero Francisco Amoroso, por darnos la oportunidad de realizar este trabajo en su empresa.
- ◆ A todo el personal que labora en Sicura, por brindarnos su apoyo y conocimientos para realizar este trabajo.
- ◆ A mi compañera Ariane, por haber estado conmigo trabajando juntos en este proyecto.
- ◆ A Aurora Rivera, por brindarme todo su apoyo y colaboración cuando más lo necesité. Gracias Aurora, por tu paciencia y ayuda.
- ◆ A Manuel González, por compartir gran parte de nuestra formación como ingenieros y estar siempre en las buenas y en las malas. Por tu amistad, compañerismo y hermandad estaré siempre agradecido.
- ◆ A la Ilustre Universidad Central de Venezuela, por permitirme el honor de pasar por sus aulas de clases, por formarme como profesional y por brindarme el orgullo de ser Ucevista.
- ◆ A todos aquellos amigos, compañeros y personas con las cuales compartí a lo largo de mi carrera, por contribuir cada una de alguna manera en mi formación como persona y profesional.

Julio César Mantilla Galvis

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi padre, el profesor más importante e influyente que he tenido, quien me inculcó el valor del conocimiento desde mi nacimiento. Por todas los sacrificios que hiciste por mi y en nombre de nuestros éxitos, y también de nuestros fracasos. Con todo mi corazón.

Ariane G. Giraud F.

AGRADECIMIENTOS

- ◆ La Universidad Central de Venezuela, por el conocimiento y la formación, moral y seglar, que he aprendido en sus aulas.
- ◆ Nuestro tutor, Raffaele D’Andrea, por su apoyo amable e ilimitado para la realización de este trabajo.
- ◆ Francisco Amoroso, por darnos la oportunidad de realizar este proyecto en su empresa y por su apoyo incondicional durante su ejecución.
- ◆ Mi hermano Jacques Giraud, por toda la sabiduría, perspicacia, apoyo incondicional y amor que me ha dado desde siempre.
- ◆ Mi madre Ana Febles, por toda la ayuda que nos prestó para la realización de este trabajo. Por su amor y su paciencia en los peores momentos.
- ◆ Carmen Ramírez de Quiroz, por toda la ayuda y el cariño que siempre me ha mostrado, sobretodo en los tiempos de desarrollo de este trabajo.
- ◆ Oscar Velázquez, por su amor, su amistad y la ayuda brindada ininidad de veces en todos los ámbitos de mi vida, aún en la distancia.
- ◆ Angeline Quiroz, por su amistad, tolerancia y cariño que me ayudó a no desistir nunca.
- ◆ Lisett Barrantes, por su amistad, paciencia, ternura y apoyo. Por todas las veces que me ayudó con la redacción y mis dudas infinitas.
- ◆ A todo el personal de la empresa Calzados Sicura, C.A., por su amabilidad y atención durante la realización de este trabajo.
- ◆ A todos mis demás familiares y amigos quienes con su granito de arena lograron enrumbar este trabajo hacia su finalización.

Ariane G. Giraud F.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	I
DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS	II
ÍNDICE DE CONTENIDO	VI
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
INTRODUCCIÓN	1
 CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	 3
1.1 Motivación	5
1.2 Antecedentes	7
1.3 Planteamiento del Problema	9
1.4 Objetivos	10
1.4.1 Objetivo General	10
1.4.2 Objetivos Específicos	10
1.5 Limitaciones y Alcances	11
 CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	 13
2.1 Productividad	15
2.1.1 Tiempo de Producción	16
2.2 Ingeniería de Métodos	17
2.2.1 Procedimientos Gráficos en Ingeniería de Métodos	20
2.3 Balanceo de Líneas	21

INDICE DE CONTENIDO

2.4	Diseño del Entorno de Trabajo	23
2.5	Distribución de Planta	24
2.5.1	Tipos de Proyectos de Distribución de Planta	25
2.5.2	Objetivos y Principios de una Distribución de Planta	26
2.5.3	Tipos de Distribución de Planta	28
2.5.4	Factores que Influyen en la Distribución de Planta	30
2.6	Planeación Sistemática de la Distribución de Planta (S.L.P.)	36
2.6.1	Análisis de los Factores que Afectan la Distribución de Planta 36	
2.6.2	Búsqueda de Alternativas de Distribución de Áreas	38
2.6.3	Evaluación de las Alternativas de Distribución de Áreas	39
2.6.4	Selección de la Distribución de Áreas	41
2.6.5	Distribución de los Equipos	41

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO43

3.1	Descripción de la Empresa	45
3.1.1	Misión	45
3.1.2	Visión	45
3.1.3	Organización de Calzados Sicura C. A.	46
3.2	Descripción del Producto	49
3.2.1	Calzado de Seguridad	49
3.2.2	Modelos	51
3.2.3	Partes de un Calzados de Seguridad	53
3.3	Descripción del Proceso de Fabricación del Calzado	59
3.4	Descripción del Proceso Productivo de la Empresa	64
3.4.1	Preparado de Cortes	66
3.4.2	Montura.....	68

INDICE DE CONTENIDO

3.4.3	Proceso de Inyección	71
3.4.4	Elaboración de la Plantilla de Relleno (Colada)	74
3.4.5	Finizaje	77

CAPÍTULO IV. ESTUDIO TÉCNICO Y PROPUESTA DE MEJORAS.79

4.1	Determinación de la Capacidad de Producción de la Planta Actual ..	81
4.1.1	Determinación de los Tiempos de Producción	81
4.1.2	Método Utilizado para la Toma de Tiempos	86
4.1.3	Capacidad de Producción Actual de la Planta	95
4.2	Estudio de los Procesos Productivos de la Empresa	97
4.2.1	Proceso de Preparado de Cortes	97
4.2.2	Proceso de Montura	99
4.2.3	Proceso de Inyección	102
4.2.4	Proceso de Elaboración de Plantilla de Relleno (Colada)....	108
4.2.5	Proceso de Finizaje	111
4.3	Estudio de Condiciones de Higiene y Seguridad Industrial de la Planta	114
4.3.1	Riesgo Químico	114
4.3.2	Riesgo Físico	115
4.3.3	Riesgo Biológico	117
4.3.4	Riesgo Ergonómico	118
4.4	Propuestas de Mejoras para los Procesos Productivos	121

CAPÍTULO V. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA (DESARROLLO DE LA METODOLOGIA SLP)125

5.1	Análisis de los Factores que afectan la Distribución de Planta....	127
5.1.1	Análisis del Flujo de Materiales	127

INDICE DE CONTENIDO

5.1.2	Análisis de Relaciones de Actividades	129
5.1.3	Diagrama de Relaciones	135
5.1.4	Determinación de los Requerimientos de Espacio	136
5.1.5	Verificación del Espacio Disponible	138
5.2	Búsqueda de Alternativas de Distribución de Áreas	138
5.2.1	Diagrama de Relaciones de Espacio	139
5.2.2	Consideraciones y Limitaciones Practicas para la Nueva Distribución de Planta.....	140
5.2.3	Desarrollo de Alternativas de Distribución de Áreas	141
5.3	Evaluación de la Alternativas de Distribución de Áreas	141
5.3.1	Evaluación por Adyacencia de Áreas	141
5.3.2	Evaluación según la Forma de los Departamentos	144
5.3.3	Evaluación según Distancia Recorrida en el Manejo de Materiales	148
5.4	Selección de la Distribución de las Áreas	150
5.5	Distribución de los Equipos	151
 CAPÍTULO VI. PLANIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS.....		153
6.1	Planificación de la Instalación	155
6.2	Estimación de la Inversión Requerida para el Proyecto	157
 CONCLUSIONES		163
RECOMENDACIONES		165
BIBLIOGRAFÍA		167
GLOSARIO		173
SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS		175

INDICE DE CONTENIDO

ANEXOS	177
ANEXO A. PROPIEDADES FÍSICAS DE MATERIAL DE PISO	179
ANEXO B. CATÁLOGO DE MODELOS	183
ANEXO C. DATOS ESTADÍSTICOS DE PRODUCCIÓN	189
ANEXO D. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL	197
ANEXO E. PLANO DEL DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL.....	203
ANEXO F. TOMA DE TIEMPOS	209
ANEXO G. REQUERIMIENTOS DE ESPACIO	217
ANEXO H. PLANO DEL ESPACIO DISPONIBLE Y SU UBICACIÓN ...	227
ANEXO I. PLANO PROPUESTAS DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS	231
ANEXO J. DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS FINAL	239
ANEXO K. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS	243
ANEXO L. INVENTARIO DE EQUIPOS	251

INDICE DE TABLAS

TABLA 2.1	Clasificación de las Acciones Dentro de un Proceso.	21
TABLA 2.2	Comparación Entre los Tres Tipos de Distribución.	30
TABLA 3.1	Altura del Corte Según el Tipo de Calzado de Seguridad.....	50
TABLA 3.2	Ejemplos de Tipo de Calzados Producidos por la Empresa.....	52
TABLA 3.3	Propiedades Físicas del Material del Piso.	55
TABLA 4.1	Pares Producidos por Modelo.	82
TABLA 4.2	Tiempos del Proceso de Preparado de Cortes.	87
TABLA 4.3	Tiempos del Proceso de Montura.	88
TABLA 4.4	Tiempos del Proceso de Elaboración de Plantilla.	90
TABLA 4.5	Tiempos del Proceso de Inyección (Máquina 1).	91
TABLA 4.6	Tiempos del Proceso de Inyección (Máquina 2).	92
TABLA 4.7	Tiempos del Proceso de Inyección.	93
TABLA 4.8	Tiempos del Proceso de Finizaje.....	94
TABLA 4.9	Tiempo Total de Producción por Par.	95
TABLA 4.10	Capacidad Instalada por Proceso.....	96
TABLA 4.11	Porcentaje de Utilización de la Planta.....	96
TABLA 4.12	Comparación de los Componentes de las Máquinas de Inyección.	107
TABLA 4.13	Valores de Ruido Medidos en las Áreas Principales de la Empresa.....	116
TABLA 4.14	Protección Personal Requerida de Acuerdo al Tipo de Riesgo.	120
TABLA 5.1	Códigos para el Rango de Proximidad.	130
TABLA 5.2	Códigos para el Motivo de la Proximidad.....	130
TABLA 5.3	Cercanía tipo A.....	131

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 5.4 Cercanía tipo E.	131
TABLA 5.5 Cercanía Tipo I.	132
TABLA 5.6 Cercanía Tipo O.	133
TABLA 5.7 Cercanía Tipo X.	134
TABLA 5.8 Espacio Requerido por Área o Departamento.	137
TABLA 5.9 Puntuación Referencial para Evaluación por Adyacencia de Áreas.	142
TABLA 5.10 Puntuación Propuesta 1 por Adyacencia de Áreas.	142
TABLA 5.11 Puntuación Propuesta 2 por Adyacencia de Áreas.	143
TABLA 5.12 Puntuación Propuesta 3 por Adyacencia de Áreas.	143
TABLA 5.13 Factores de Forma Propuesta 1.	145
TABLA 5.14 Factores de Forma Propuesta 2.	146
TABLA 5.15 Factores de Forma Propuesta 3.	147
TABLA 5.16 Distancia Recorrida por el Material entre Departamentos.	149
TABLA 5.17 Matriz de Selección de Distribución de Áreas.	150
TABLA 6.1 Inversión en Nueva Maquinaria y Equipos.	158
TABLA 6.2 Inversiones.	159

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1	Descomposición del Tiempo total de Operación	16
FIGURA 2.2	Efectos del Tiempo Dedicado en el Estudio de Métodos sobre el Tiempo Total de Ejecución de un Proyecto.	18
FIGURA 3.1	Organigrama de Calzados Sicura, C. A. (Página 1 / 2).	47
FIGURA 3.2	Organigrama de Calzados Sicura, C. A. (Página 2 / 2).	48
FIGURA 3.3	Clasificación de los calzados según altura del corte.	50
FIGURA 3.4	Esquema de componentes de un calzado de seguridad.	58
FIGURA 3.5	Diagrama de Flujo del Proceso General o Macroproceso.	65
FIGURA 3.6	Diagrama de Flujo del Proceso de Preparado de Cortes.	67
FIGURA 3.7	Diagrama de Flujo del Proceso de Montura.	70
FIGURA 3.8	Diagrama de Flujo del Proceso de Inyección.	73
FIGURA 3.9	Diagrama de Flujo del Proceso de Elaboración de Plantilla de Relleno (Colada).	76
FIGURA 3.10	Diagrama de Flujo del Proceso de Finizaje.	78
FIGURA 4.1	Modelo 205.	83
FIGURA 4.2	Modelo 350.	84
FIGURA 4.3	Modelo 530.	85
FIGURA 4.4	Tiempos de Proceso de Preparado de Cortes.	87
FIGURA 4.5	Tiempos del Proceso de Montura.	89
FIGURA 4.6	Tiempos del Proceso de Elaboración de Plantillas.	90
FIGURA 4.7	Tiempos del Proceso de Inyección (Máquina 1).	91
FIGURA 4.8	Tiempos del Proceso de Inyección (Máquina 2).	92
FIGURA 4.9	Tiempos del Proceso de Finizaje.	94
FIGURA 4.10	Almacén de cortes de la Planta Secundaria.	98

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 4.11 Máquina de montura en reparación.	102
FIGURA 4.12 Foto Satelital que muestra la ubicación de las Plantas Principal y Secundaria.	103
FIGURA 4.13 Diferencias entre el material del expando y el compacto.	106
FIGURA 4.14 Operación de colada de poliuretano sobre cada molde.	109
FIGURA 5.1 Flujograma del Proceso Productivo de Calzados Sicura C. A. .	128
FIGURA 5.2 Diagrama de Relación de Actividades.	129
FIGURA 5.3 Diagrama de Relaciones.	135
FIGURA 5.4 Diagrama de Relaciones de Espacio.	139
FIGURA 6.1 Cronograma de Ejecución de Actividades.	156

INTRODUCCIÓN

El desarrollo industrial que existe actualmente a nivel mundial, genera un sin fin de productos y servicios destinados a mejorar la calidad de vida de las personas; sin embargo, la mayoría de los procesos productivos que se llevan a cabo para elaborar dichos productos y servicios, representan un factor de riesgo para la salud del personal que labora en las plantas industriales. Para disminuir el riesgo de lesiones graves en el ambiente de trabajo, se ha desarrollado una gama de elementos de seguridad que protegen al personal de planta contra ciertos riesgos de accidentes. Entre estos elementos, el calzado de seguridad representa uno de los más usados en casi todo tipo de fábricas y empresas.

En Venezuela, Calzados Sicura C. A. representa una empresa líder en la fabricación de este tipo de calzado, el cual va destinado a numerosas empresas que van desde procesadoras de alimentos hasta la industria petrolera. Debido a la excelente calidad de su producto, la empresa ha ampliado en múltiples ocasiones su aparato productivo, con el fin de satisfacer la creciente demanda nacional de calzados de seguridad. Actualmente, la empresa requiere una nueva expansión de su aparato productivo para mantener su producción a la par con la demanda actual; sin embargo, la empresa cuenta con un espacio disponible muy limitado para aumentar considerablemente su capacidad de producción.

El objetivo principal de este trabajo consiste en realizar un estudio técnico y económico para reubicar y ampliar la planta de la empresa, con el fin de aumentar su capacidad de producción sin afectar la calidad de su producto, y poder cubrir así la demanda insatisfecha. Este estudio se basa en aspectos como el análisis del proceso productivo, la maquinaria y los materiales utilizados, las condiciones de higiene y seguridad industrial y por último el estudio económico, donde se calcula el monto al cual asciende la inversión.

CAPÍTULO I
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

CAPÍTULO I**DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA****1.1 MOTIVACIÓN**

La necesidad de implementos de seguridad para las actividades en la industria venezolana es de alta prioridad, ya que protegen a los trabajadores en la realización de sus actividades en el ambiente laboral.

De toda la variedad de implementos de protección, los calzados de seguridad son de los más ampliamente usados. De estos hay toda una diversidad de tipos, los cuales están dotados de atributos particulares para gran cantidad de aplicaciones.

Considerando las condiciones a las cuales los calzados de seguridad son sometidos, se considera una vida útil específica para ellos. Por lo cual se requiere una reposición periódica del inventario de calzados de cada industria. Adicionalmente se estima que la demanda aumente, debido al crecimiento económico del país y al natural crecimiento demográfico. Esto significa la necesidad de una producción de calzados de seguridad suficiente como para cubrir la demanda nacional.

Debido a esto, la empresa Calzados Sicura C.A., la cual se dedica desde hace ya más de 12 años a la fabricación de calzados de seguridad, requiere el aumento de su capacidad productiva para cumplir con esa demanda. Su crecimiento como compañía a través del tiempo ha requerido diversas

ampliaciones en su planta hasta el punto de no poseer espacio adicional para una nueva ampliación significativa en su locación actual. Por esto, la empresa se ha visto en la necesidad de ubicar algunas etapas de su proceso de fabricación en instalaciones externas a la planta principal, algunas de las cuales se encuentran muy alejadas, lo cual limita en gran medida su capacidad de producción, y aumenta los tiempos y costos de fabricación.

Adicionalmente nace la motivación de elevar el número de modelos que fabrican, dado que una de sus metas a mediano plazo es introducirse en nuevos mercados relacionados con el calzado deportivo. Para estas necesidades es preciso aumentar el espacio físico para la instalación de nueva maquinaria, y aportar una mayor separación entre las máquinas que ya poseen y a los procesos que ya tienen definidos, y así incrementar la comodidad del ambiente de trabajo y reducir las dificultades de movilización de personal y de los productos intermedios.

Por estos motivos surge la iniciativa de la empresa de re-ubicar su planta y todos sus componentes a un lugar más espacioso donde puedan incluir más equipos a la línea de producción y reorganizar todas las diferentes etapas del proceso de fabricación, ya que así visualiza no sólo un aumento en su capacidad productiva y sus ganancias, sino que también de esa manera ofrece más fuentes de empleo para la población de Guatire y zonas aledañas, y garantiza el cumplimiento a la creciente demanda de calzados de seguridad.

1.2 ANTECEDENTES

La empresa Calzados Sicura C.A., ha producido toda una gama de modelos de calzados de seguridad desde el inicio de sus actividades como empresa manufacturera. La calidad de su producto final y la alta competitividad por la que se han caracterizado como proveedores de la industria venezolana les ha presentado el reto de ir aumentando su capacidad productiva a través de los años, lo cual ha requerido la realización de diversas ampliaciones en su planta para poder satisfacer la demanda.

Una de estas ampliaciones ha sido realizadas dentro del mismo espacio físico del cual se disponía inicialmente: la construcción de un anexo al segundo piso, donde anteriormente se ubicaban sólo las oficinas administrativas, para ubicar el área de acabados finales, el almacén de producto terminado y el área del comedor de la planta.

Las ampliaciones más recientes han requerido ya la utilización de otros locales: primero, la reubicación del taller de costura, dividido actualmente en 2 instalaciones distintas y considerablemente alejadas de la planta principal. Y también la relocalización de las líneas de inyección de plantilla y de ensamble del corte en la horma en otro galpón que se encuentra situado cerca de la planta principal. También se destinó el almacén de materia prima para cortes a este último sitio.

Por otra parte, en la escuela de Ingeniería Mecánica de la U.C.V. se han realizado algunos trabajos relacionados con la metodología necesaria para llevar a cabo este proyecto, aunque aplicados a otros sectores manufactureros.

En el 2005, los Brs. Rafael Suárez y Jose Zavarce presentaron un proyecto en dicha escuela sobre la “Reestructuración y Modernización de una Industria Química”. En este trabajo se realizó un estudio integral para la optimización del proceso productivo del departamento de químicos de una industria que presta diversos servicios en las áreas de limpieza y mantenimiento.

También se analizaron los procesos productivos y la distribución de planta de la empresa con el propósito de optimizarlos y realizar una propuesta mejorada para la mudanza de esta fábrica a un lugar más espacioso, en el cual se garantiza el cumplimiento de las normas de seguridad industrial y el mejoramiento de las condiciones generales de operación.

En el 2006, las Brs. María Fernanda Jiménez y Karina Salas desarrollaron una tesis para la escuela de Ingeniería Mecánica sobre el “Diseño y Evaluación Económica de una Planta de Anodizado de Aluminio”. En este trabajo se analiza la inclusión del proceso de anodizado a una fábrica de equipos de empaque, ya que así logran fabricar un producto mejorando su duración y el acabado superficial de las piezas. Por ello se requirió realizar un estudio de la producción para poder desarrollar el diseño de la nueva distribución de planta para incluir este nuevo proceso.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La planta de Calzados Sicura C.A. actualmente requiere el aumento de su espacio físico para poder optimizar la distribución de su planta actual y para incluir procesos adicionales para la elaboración de nuevos modelos que la empresa tiene como meta producir en un mediano plazo. Por esta razón, surge la necesidad de realizar una evaluación tecno-económica de todos los aspectos relacionados con la relocalización y ampliación de la planta, lo cual implica un análisis de cada proceso que se ejecuta en la planta, adicionalmente incluir los nuevos procesos que se desean implantar y presentar un proyecto de distribución de planta para el nuevo espacio físico del cual se dispone, tomando en cuenta tanto las posibles mejoras que puedan lograrse del proceso actual y la nueva distribución, como los factores económicos relacionados con las diversas inversiones que se deben realizar para llevar a cabo este proyecto. Siempre garantizando el cumplimiento de la normativa de seguridad industrial relacionada y con la meta de optimizar las condiciones de operación de todos los procesos.

1.4 OBJETIVOS**1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar la evaluación técnica y económica para la relocalización y ampliación de una planta de fabricación de calzado de seguridad

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las etapas del proceso de fabricación de calzado de seguridad.
- Realizar un estudio técnico de la planta actual.
- Realizar un estudio de las condiciones de higiene y seguridad industrial de la planta actual.
- Establecer la nueva distribución de planta y su capacidad de producción.
- Realizar el estudio de la ingeniería de métodos.
- Analizar las etapas del proceso de traslado de los equipos y componentes, a fin de optimizar la relocalización y disminuir los costos y los tiempos de inactividad de la planta durante este proceso.
- Estimar la inversión del proyecto.

1.5 LIMITACIONES Y ALCANCES

- Realizar la distribución de planta según las normas de higiene y seguridad industrial y los conocimientos relacionados.
- Optimizar el proceso de traslado con el objeto de reducir los gastos y las pérdidas de producción por inactividad.
- El diseño y construcción del edificio de la nueva planta no serán profundizados en este proyecto.
- El proyecto tiene como base para el diseño el nuevo terreno del cual la empresa dispone en una zona cercana a la planta actual, en la ciudad de Guatire, Estado Miranda.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II**MARCO TEÓRICO****2.1. PRODUCTIVIDAD**

La productividad es la relación entre la producción y los recursos que fueron utilizados para obtenerla. Esta definición puede aplicarse a una empresa, a una industria o a toda una economía. La productividad de una serie determinada de recursos (factores de producción) es, por consiguiente, la cantidad de bienes o servicios (producción) que se obtiene de tales recursos.

Los recursos a disposición de una industria manufacturera son las siguientes:

- a. Terreno y Edificaciones. Un terreno conveniente para construir las instalaciones necesarias para las operaciones de la empresa.
- b. Materiales. Materiales transformables en productos para la venta. Desde el combustible requerido para realizar cualquier actividad hasta el material de embalaje requerido.
- c. Máquinas. Instalaciones, herramientas y equipo necesario para llevar a cabo las operaciones de la empresa.
- d. Mano de Obra. Personal masculino y femenino para llevar a cabo las operaciones de manufactura y servicios.

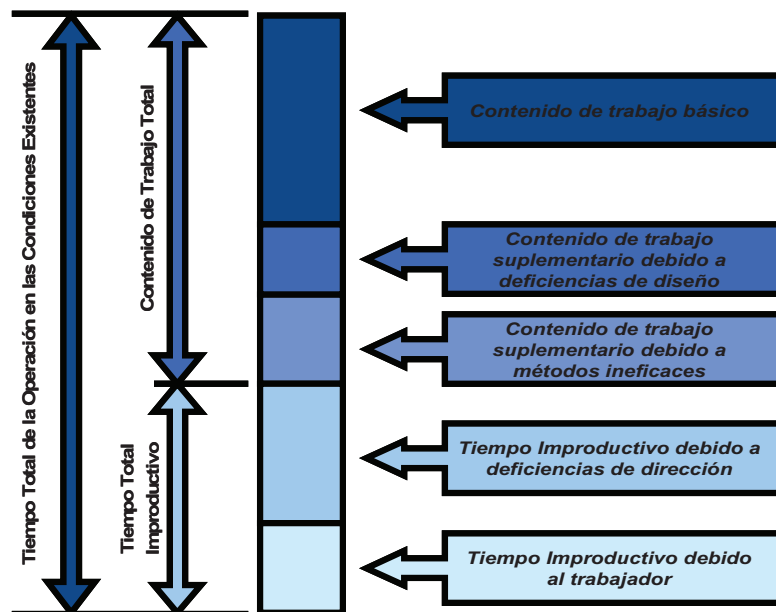
El uso que se hace de todos estos recursos combinados determina la productividad. Debido a esto, el departamento de producción de una empresa se

convierte en el corazón de la industria, la cual lleva a cabo diversos estudios de manera continua para supervisar cómo se efectúa la producción, dónde se lleva a cabo, cuándo se realiza y cuánto se tarda. El objetivo del gerente de producción es fabricar un producto de calidad, a tiempo, al menor costo posible, con una inversión de capital mínima y una satisfacción máxima de los empleados.

2.1.1. TIEMPO DE PRODUCCIÓN

La productividad de un proceso no puede ser medida sin considerar el tiempo. Toda actividad realizada por un hombre o una máquina para producir una cantidad de productos requiere un tiempo en específico que puede ser desglosado como se observa en la figura 2.1.

FIGURA 2.1 Descomposición del Tiempo total de Operación.



Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. Introducción al Estudio del Trabajo

2.2. INGENIERÍA DE MÉTODOS

La Ingeniería de Métodos consta en la aplicación de diversos estudios con el fin de asegurar el mejor aprovechamiento posible de los recursos humanos y materiales para llevar a cabo una tarea determinada. Ya sea mediante el aumento de la producción por unidad de tiempo o la disminución del costo por unidad de producción.

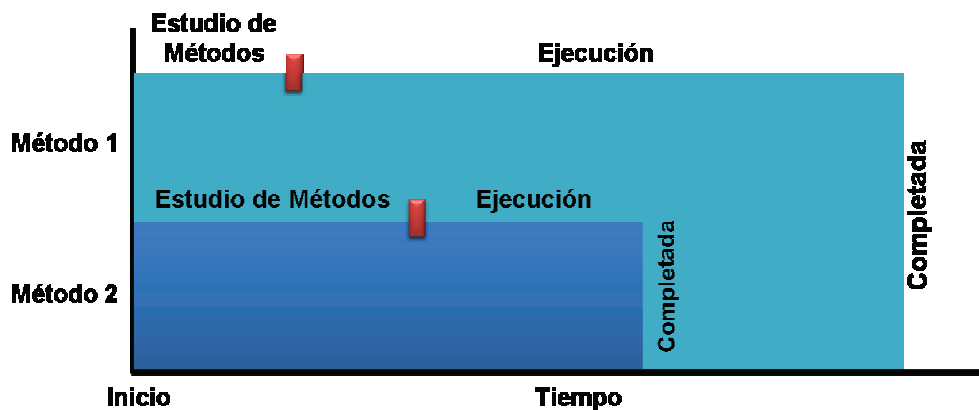
Cuando se analiza un trabajo o una actividad hay muchas preguntas que deben hacerse con respecto a los siguientes factores:

1. Objetivo de cada actividad
2. Diseño de la pieza
3. Análisis del proceso
4. Requerimientos de inspección
5. Material
6. Manejo de materiales
7. Distribución del lugar de trabajo, organización y equipamiento
8. Posibilidades comunes para la mejora del trabajo
9. Condiciones de trabajo
10. Método

Casi todos los factores son interdependientes y el cambio en uno de ellos provocará cambios en otro u otros. Por lo que ninguna operación puede estudiarse por sí misma, sino que se debe tomar como parte de un proceso completo.

Esto es con el objetivo de encontrar una mejor manera de fabricar el producto y aumentar su calidad. Y cuanto más completo sea el estudio de métodos en las etapas de planeación, la necesidad de realizar estudios adicionales durante el resto de la ejecución de un proyecto será menor.

FIGURA2.2 Efectos del tiempo dedicado en el Estudio de Métodos sobre el Tiempo Total de Ejecución de un Proyecto



Fuente: Oficina Internacional del Trabajo. Introducción al Estudio del Trabajo

La Ingeniería de Métodos incluye también el estudio de la aplicación de la tecnología en los procesos productivos, la cual tiene un efecto de gran magnitud en la mejora de la productividad.

El enfoque del procedimiento general de la Ingeniería de Métodos para el mejoramiento de procesos y la automatización es el siguiente:

1. Observar o visualizar cada actividad.
2. Elaborar preguntas.
3. Estimar el grado posible de mejoramiento o automatización.

4. Investigar sobre 10 métodos de mejoramiento y automatización de:
 - i. Diseño de piezas o ensambles
 - ii. Especificación de los materiales
 - iii. Proceso de Manufactura
 - iv. Objetivo de la actividad
 - v. Tolerancia y requisitos de inspección
 - vi. Herramientas y velocidad, alimentación y profundidad de corte
 - vii. Análisis de equipo
 - viii. Distribución del lugar de trabajo y análisis de movimientos
 - ix. Flujo de Materiales
 - x. Distribución de planta
5. Compare los métodos nuevos con los anteriores.

Los principios del análisis de operaciones son fundamentales y se pueden aplicar a cualquier clase o tipo de trabajo.

2.2.1. PROCEDIMIENTOS GRÁFICOS EN INGENIERÍA DE MÉTODOS

Los procedimientos gráficos se refieren a la familia de diagramas que incluyen los diagramas de operaciones de procesos, los diagrama de flujo de procesos, entre otros. Estos proporcionan una descripción sistemática del ciclo de un trabajo o proceso, con suficientes detalles de análisis para planear la mejora de los métodos.

- a. **Diagrama de Operaciones de Procesos.** Representa gráficamente el punto donde los materiales se integran al proceso y de la secuencia de inspecciones y todas las demás operaciones, excepto aquellas que se relacionan con el manejo de materiales
- b. **Diagrama de Flujo de Procesos.** Representa gráficamente la secuencia de todas las acciones (operaciones, del transporte, de la inspección, de las demoras y del almacenaje) que se efectúan en un proceso. Además, incluye información sobre el tiempo requerido y la distancia recorrida.
- c. **Diagrama de Recorrido.** Esquematiza la posición de todas las actividades identificadas en el Diagrama de Flujo de Procesos sobre el plano de Distribución de Planta. Muestra la ruta del material o del operario por medio de líneas.

Las siguientes definiciones incluyen el símbolo que se le otorga a cada acción dentro de un proceso:

TABLA 2.1 Clasificación de las Acciones Dentro de un Proceso.

SÍMBOLO	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
	Operación	Cambio de características físicas o químicas de un objeto, ensamble, cálculo, etc.
	Transporte	Cambio de posición de un objeto de una estación de trabajo a otra
	Inspección	Cuando se examina un objeto para identificarlo o para verificar atributos.
	Demora	Demora o retraso entre acciones
	Almacenaje	Cuando un objeto se mantiene protegido con la movilización no autorizada
	Actividad combinada	Cuando se necesite ilustrar las actividades realizadas, ya sea concurrentemente o por el mismo operador de la misma estación de trabajo, como se ve en el símbolo ejemplo.

Fuente: William K. Hodson. Manual del Ingeniero Industrial. McGraw Hill. 1998

2.3. BALANCEO DE LÍNEAS

El Balanceo de Líneas consta en determinar el número ideal de trabajadores que deben asignarse a cada estación de trabajo de una línea de producción. Esto puede hallarse de manera cuantitativa de la siguiente manera:

$$N = R \times \sum MP$$

Donde:

- N: Número de operarios necesarios en la línea
- R: Tasa de Producción deseada
- MP: Minutos estándar permitidos por operación

Cuando varios operarios realizan operaciones consecutivas dentro de una misma estación de trabajo, la tasa de producción depende del operario más lento. Los operarios que tienen un tiempo de espera debido a la producción del operario más lento no suelen observarse como en espera. Más bien, reducen el paso de sus movimientos para usar los minutos estándar establecidos por ese operario. Por ende, existe la oportunidad de obtener ahorros significativos si se logra distribuir de una mejor manera la cantidad de trabajo de este operario y el del resto.

Esto puede lograrse de diversas maneras:

- a. Algunos operarios deberán trabajar tiempo extra para acumular un pequeño inventario en alguna estación de trabajo.
- b. Sumar un trabajador adicional, tal vez de tiempo parcial, en la estación que se requiera.
- c. Reasignación de actividades entre los mismos trabajadores, lo cual podría hasta reducir el número de estaciones de trabajo.
- d. Mejora del método de producción de la estación de trabajo para disminuir el tiempo de cada ciclo de producción en ella.

Al final el balanceo de línea logra desarrollar operaciones más eficientes mediante métodos cuantitativos, ya que se calculan para su estudio el tiempo que toma cada operario en realizar cada actividad y su correspondiente tiempo de espera, el número de trabajadores requeridos para cumplir una meta de producción planteada.

2.4. DISEÑO DEL ENTORNO DE TRABAJO

La ingeniería de métodos en un proceso productivo debe proporcionar, entre uno de los resultados, condiciones de trabajo cómodas y seguras para el operario, ya que ellas influyen directamente en la producción. Una empresa que proporcione las condiciones ideales de trabajo, automáticamente mejorará la seguridad de su proceso productivo, reducirá el ausentismo, los retrasos y la rotación de personal, elevará el ánimo del capital humano y reducirá su desgaste a través de las horas en cada turno.

Entre los objetivos del diseño del entorno de trabajo se tienen:

- Proporcionar iluminación y visibilidad suficiente tanto a nivel general en la planta, como a cada estación de trabajo
- Controlar el ruido en cada fuente que lo genere
- Controlar la temperatura con ventilación
- Proporcionar una buena circulación de aire en las instalaciones
- Facilitar las tareas de movimiento de material y limpieza
- Obtener un lugar de trabajo que cumpla con las normas de higiene y seguridad industrial

Estos objetivos se deben de tomar en cuenta a la hora de realizar el diseño de la planta, ya que el grado de cumplimiento de estos garantizará, de manera directamente proporcional, una menor incidencia de accidentes laborales y enfermedades ocupacionales.

Actualmente en Venezuela, mediante el Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales (INPSASEL), se lleva a cabo una supervisión estricta del cumplimiento de la Ley del Trabajo en el ámbito de responsabilidad patronal. La posibilidad de la aplicación de multas y la obligación de pago de los gastos clínicos generados por tratamientos y operaciones de enfermedades ocupacionales, hace que para el patrono sea de suma importancia disponer de unas instalaciones que cumplan con los estándares necesarios para brindar un ambiente de trabajo adecuado y seguro para el capital humano.

2.5. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La distribución de planta es la disposición física de los elementos que intervienen en un proceso productivo, la cual tiene como meta facilitar que este proceso se realice de la manera más eficiente y a su vez, que sea segura para los empleados. Esta ordenación puede estudiarse en una ubicación física ya existente o puede diseñarse una distribución proyectada en una nueva localización, para así determinar la cantidad exacta de mano de obra, materiales y maquinarias necesarias para el proceso productivo. La distribución de planta abarca desde el diseño de las áreas productivas hasta las áreas destinadas a los servicios y las actividades administrativas.

A medida que se ejecutan los procesos productivos en una empresa ya establecida, se van presentando diversos síntomas que pueden significar la necesidad de realizar una redistribución de planta:

- Desigualdad en la distribución y la organización de las zonas

- Presencia de espacio poco utilizado o sin utilizar
- Acumulación de materiales en proceso
- Distancias demasiado largas entre estaciones de trabajo contiguas a nivel de procesos
- Agotamiento observado en el capital humano
- Accidentes laborales
- Cuellos de botella y ociosidad en estaciones de trabajo
- Dificultad para controlar procesos productivos

Se busca corregir estos síntomas diseñando soluciones de distribución de planta que logre la mejor ordenación de los factores que participan en el proceso productivo de la empresa para que así puedan cumplirse los objetivos de producción planteados.

2.5.1. TIPOS DE PROYECTOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

En la industria manufacturera, la necesidad de realizar un proyecto de distribución de planta puede presentarse de diversas maneras de acuerdo al problema que se quiera solventar:

- *Proyecto de una nueva planta:* se busca diseñar y distribuir todas las áreas productivas, administrativas y de servicio, lo cual determinará la estructura y las dimensiones de la edificación que contendrá dicha distribución.
- *Proyecto de traslado de una planta existente:* se busca adaptar las diversas áreas y el personal de una planta a otras instalaciones ya existentes.

- *Proyecto de expansión de una planta existente:* se realiza el diseño y la construcción de estructuras auxiliares con el fin de ampliar el espacio disponible para los procesos productivos.
- *Proyecto de reordenación de una distribución previa:* se realiza la reubicación de las áreas productivas de una planta existente, con el fin de aplicar nuevos métodos y mejoras en el proceso productivo, procurando utilizar el máximo de elementos ya existentes.
- *Proyecto de arreglos menores:* en este caso, se desea introducir diversas mejoras en una ordenación ya existente, debido a la variación de las condiciones de operación, sin realizar cambios en el plan de distribución de conjunto.

2.5.2. OBJETIVOS Y PRINCIPIOS DE UNA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La elaboración de un proyecto de distribución de planta se realiza con la finalidad de alcanzar ciertos objetivos tales como:

- Incrementar la producción
- Acortar el tiempo de fabricación
- Eliminar los gastos de producción innecesarios
- Simplificar y reducir los gastos de producción que no puedan ser eliminados
- Optimizar la utilización del espacio que se dispone y lograr su total integración
- Minimizar los tiempos muertos entre operaciones, los retrasos y los tiempos perdidos por el personal en desplazamiento
- Reducir el stock de materia prima y producto terminado excesivos

- Lograr un grado de flexibilidad en el diseño, en el caso de ser necesario algún reajuste con respecto a procesos, productos y/o demanda
- Disminuir las pérdidas de rendimiento provocadas por un cansancio inútil y excesivo de la mano de obra
- Garantizar un ambiente de trabajo seguro y con condiciones óptimas para llevar a cabo los procesos productivos de la empresa y su supervisión

Para lograr esto, el planificador debe guiarse por ciertos principios básicos de distribución de planta, los cuales son:

- Integración: integración del capital humano, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares y demás factores que afectan los procesos productivos.
- Utilización: manejo eficiente de la maquinaria, distribución adecuada del trabajo entre el capital humano y uso eficaz del espacio disponible en la planta.
- Flexibilidad: facilidad de adaptación y/o reacomodo motivado a cambios de producto, de proceso y/o de demanda.
- Uniformidad: división clara o uniforme de las áreas en especial cuando están separadas por muros, pisos, pasillos principales etc.
- Cercanía: la distancia practica mínima para trasladar los materiales, los servicios de apoyo y al capital humano.
- Orden: la disposición de las áreas de trabajo de modo que cada operación esté en la misma secuencia en que se transforman o tratan los materiales.

- Comodidad: para facilitar la realización de todas las operaciones y actividades por parte del capital humano.
- Satisfacción y Seguridad: para garantizar el bienestar y la integridad física de todos los trabajadores.

Para alcanzar los objetivos de un proyecto de distribución de planta, todas las áreas de la empresa deben estar involucradas, ya que es evidente que no puede hallarse una solución de manera aislada. Es decir, no todas las ventajas podrán ser alcanzadas al mismo tiempo, sino que en la mayoría de los casos la mejor solución será un equilibrio en la consecución de los objetivos. Estos pueden ser objetivos estratégicos o tácticos, y debe hacerse un balance entre ellos para determinar cuales pueden o no ser cumplidos con cada distribución de planta proyectada. Lo que significa que puede haber numerosas soluciones de distribución para las mismas condiciones de una empresa.

2.5.3. TIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA:

Antes de clasificar las diferentes distribuciones para una producción, se debe comprender claramente lo que es la producción. La producción es el resultado obtenido de un conjunto de personas, materiales y maquinaria (herramienta y equipo) actuando bajo algún tipo de dirección. El capital humano trabaja sobre diferentes materiales con ayuda de la maquinaria, cambiando la forma o características del material o añadiendo otros materiales distintos, para convertirlo en un producto. Al material en proceso pueden sucederle 3 cosas en la obtención del producto:

1. Cambio de forma (elaboración o fabricación)

2. Cambio de características (tratamiento)
3. Adición de otros materiales a una primera pieza o material (montaje)

La ordenación o distribución de planta se puede clasificar en 3 tipos:

- a. *Distribución por posición fija del material:* en este tipo de distribución el material en proceso o el componente principal se mantiene fijo mientras que el capital humano, las maquinarias y demás piezas se llevan hasta él, por lo que todo el proceso de elaboración se realiza en un solo lugar.
- b. *Distribución por proceso o por función:* todas las actividades del mismo tipo se realizan en la misma zona. Las maquinas parecidas y las actividades de ensamble similares se agrupan, lo que implica que el material pasa a través de los departamentos o las áreas de procesos.
- c. *Distribución en línea o por producto:* las maquinas o las estaciones de trabajo están en la secuencia de operación y las operaciones subsecuentes que se realizan a continuación están unas al lado de las otras, es decir, que el material pasa de una operación a la siguiente en forma directa.

Si bien esta clasificación nos permite reconocer de que manera ciertos factores tienen influencia sobre la distribución, en la mayoría de los casos, la distribución de una planta es una forma combinada de los diferentes tipos mencionados anteriormente. Para lograr una buena distribución, se deben aprovechar las ventajas de cada tipo en su lugar apropiado, usando la eficiencia y flexibilidad de cada uno de ellos.

TABLA 2.2 Comparación Entre los Tres Tipos de Distribución

Variable	Por Posición Fija	Por Proceso	Por Producto
Productos	Diversificados (De bajo pedido)	Diversificados	Estandarizados
Flujo de Trabajo	Mínima	Variable	Constante
Volumen de Producción	Bajo	Medio	Alto
Demanda	Baja	Variable	Estable
Cantidad de Material en Proceso	Mínima	Alta	Baja
Programación de la producción	Sencilla	Compleja	Sencilla
Cualificación del capital humano	Alta	Alta	Baja
Costo del producto	Fijo: bajo Unitario: alto	Fijo: bajo Unitario: alto	Fijo: alto Unitario: bajo

Fuente: Elaboración Propia

2.5.4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Para poder llevar a cabo un buen diseño de distribución de planta es necesario tener en cuenta todos los factores que influyen en el proceso productivo de una empresa. La importancia de cada uno de ellos varía dependiendo del tipo de industria o la situación en la que esta se encuentre, por lo que la solución que se vaya a adoptar debe garantizar un equilibrio para poder obtener el mayor grado de eficiencia posible. Los factores que influyen sobre una distribución de planta se dividen en 8 grupos:

1) FACTOR MATERIAL

El objetivo de una línea de producción es transformar, tratar o montar material de modo que se logre modificar su forma o características. Es por esto que la distribución de los elementos de producción depende directamente del producto y del material con el que se trabaja. Las consideraciones que afectan al factor material son:

- Proyecto y especificaciones del producto
- Características del producto
- Cantidad y variedad de productos y materiales
- Secuencias de operaciones.

2) FACTOR MAQUINARIA

La información sobre la maquinaria (herramientas y equipos) es de suma importancia para la distribución, ya que el factor maquinaria es el segundo con mayor importancia, después del factor material. Las consideraciones que afectan el factor maquinaria son:

- Proceso o método
- Maquinaria, utillaje y equipo
- Requerimientos de la maquinaria y del proceso.

3) FACTOR HOMBRE

El factor hombre, desde el punto de vista de la producción, es el factor más flexible de todos, ya que se le puede trasladar, dividir, entrenar para nuevas operaciones y adaptar en casi cualquier distribución; sin embargo, es de suma importancia considerarlo en el trabajo de distribución ya que de él depende

primordialmente el rendimiento de la planta. Las consideraciones que afectan el factor hombre son:

- Condiciones de trabajo y seguridad
- Tipo y numero de trabajadores necesarios
- Cantidad de horas de trabajo

4) *FACTOR MOVIMIENTO*

En cualquier proceso de producción, es fundamental el movimiento de al menos uno de los tres elementos mencionados anteriormente (material, maquinaria y hombre), siendo el material el elemento a desplazar en la mayoría de los casos. La forma en que el material es trasladado en una planta tiene una gran influencia sobre la distribución de la misma, por lo tanto se debe plantear como objetivos la eliminación del manejo innecesario y poco económico de material, y la adopción de métodos de manejo que se ajusten mejor al problema global de la producción. Las consideraciones que afectan al factor movimiento son:

- Patrón de circulación.
- Reducción del manejo innecesario y costoso.
- Espacio para el movimiento.
- Equipos para el manejo.

5) *FACTOR ESPERA*

Uno de los objetivos de la planificación de una distribución, es lograr una circulación clara y veloz del material a través de la planta dirigida siempre hacia el acabado del producto, lo cual se logra reduciendo a un grado óptimo

los circuitos de flujo del material. Las consideraciones que afectan al factor espera son:

- Situación de los puntos de almacenaje o espera.
- Espacio para cada punto de espera
- Método de almacenaje.
- Dispositivos de seguridad y equipos destinados al almacenaje o espera.

6) FACTOR SERVICIO

En una planta industrial, los servicios son todas aquellas actividades, elementos y personas que sirven y auxilian al proceso de producción. Los servicios mantienen y conservan en actividad al capital humano, a los materiales y a la maquinaria. Estos servicios son:

- Servicios relativos al personal: vías de acceso, instalaciones para uso del personal, sistema contra incendios, iluminación, calefacción, ventilación y oficinas.
- Servicios relativos al material: control de calidad, control de producción y control de rechazos, mermas y desperdicios.
- Servicios relativos a la maquinaria: mantenimiento y distribución de líneas de servicios auxiliares.

7) FACTOR EDIFICIO

La edificación de una planta es la estructura que alberga al material, la maquinaria y al capital humano. Este factor es parte importante en la distribución de planta ya que, si el elemento ya existe en el momento de la proyección, representa cierta rigidez en la distribución; por otra parte, si se

pretende levantar un edificio completamente nuevo, este debe ajustarse a las necesidades de la distribución, lo cual no implica libertad plena en la proyección, pero si otorga una libertad de acción mucho mayor en su planteamiento inicial de conjunto. Las consideraciones internas que afectan al factor edificio son:

- Tipo de edificio (general o específico)
- Numero de pisos
- Forma del edificio
- Presencia de sótanos o altillos.
- Ventanas
- Suelos
- Cubiertas y techos
- Paredes y columnas
- Ascensores, montacargas y escaleras.

Por otra parte, existen otras consideraciones que también afectan al factor edificio, las cuales son relacionadas con el sitio de emplazamiento. Estas consideraciones son:

- Líneas férreas
- Carreteras y caminos.
- Puentes
- Patios para almacenaje, estacionamientos y áreas verdes
- Instalaciones exteriores.

8) *FACTOR CAMBIO*

En la planificación de una distribución de planta se deben identificar cuales son los posibles cambios que pueden afectar de forma razonable a dicha distribución. Luego se deben definir los límites de cada cambio potencial. Por ultimo, se plantea una distribución con la suficiente flexibilidad para operar dentro de la gama de posibilidades. La flexibilidad de una distribución significa facilidad para adaptarse a los cambios. Por otro lado, la distribución también se debe plantear con suficiente versatilidad, lo cual se refiere a la capacidad de la planta para adaptarse a las emergencias y variaciones de la operación normal, sin tener que ser reordenada. Los cambios que pueden afectar a una distribución se pueden agrupar en:

- Cambio en el material
- Cambio en la maquinaria
- Cambio en el capital humano
- Cambio en las actividades auxiliares
- Cambios externos y de instalación.

2.6. PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA (S.L.P.)

El método de Planeación Sistemática de la Distribución de Planta, o S.L.P. por sus siglas en inglés “*Systematic Layout Planning*”, fue diseñado por el ingeniero Richard Muther, especialista reconocido a nivel internacional en materia de proyectos de distribución de planta. El método S.L.P. plantea una forma organizada de llevar a cabo la planeación de un proyecto de distribución de planta como un proceso que se compone de cinco fases: análisis de los factores que afectan la distribución de las áreas, búsqueda de alternativas de distribución, evaluación de las alternativas, selección de la mejor distribución y finalmente la distribución de los equipos. A continuación se describen estas fases:

2.6.1. ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA:

En esta fase se estudia la manera como se relacionan los factores que afectan la distribución de planta y consta a su vez de cuatro pasos:

1. Determinación de las Áreas de Trabajo: En este paso se determinan cada uno de los procesos que conforman la producción de la planta y se determinan las secciones correspondientes a cada uno de dichos procesos o actividades.
2. Análisis de Flujos de Materiales: El flujo de materiales se refiere al estudio del movimiento y del traslado de cada elemento que conforma al producto elaborado, como lo son la materia prima, el producto

intermedio y el producto terminado; dicho estudio se realiza al flujo presente en cada área de la planta, como al flujo existente entre ellas.

3. Análisis de Relación de Actividades: En este paso se busca determinar las relaciones existentes entre cada área de trabajo, con el fin de establecer la distancia necesaria entre ellas. Para esto se elabora un diagrama denominado “*Diagrama de Relaciones de Actividades*” en el cual se especifican las analogías. Este diagrama se realiza de la siguiente manera:

- Se definen todas las áreas o departamentos en el diagrama de relaciones.
- Se determinan las relaciones entre todas las áreas definidas por medio de información obtenida del capital humano involucrado.
- Se establecen las relaciones en el diagrama asignando valores según la cercanía necesaria de la siguiente manera:

A: Absolutamente Necesario.

E: Especialmente Necesario.

I: Importante.

O: Cercanía Ordinaria.

U: Sin Importancia.

X: Indeseable.

- Se establecen las razones por las cuales son deseables o no las cercanías.

- Se revisa y evalúa el diagrama en conjunto con el capital humano involucrado en los departamentos analizados, a fin de detectar si es necesario realizar algún cambio en el diagrama final.
4. Determinación de los Requerimientos de Espacio: En este paso se realiza un estudio de espacio, lo cual consiste en determinar el espacio requerido para cada área de trabajo y compararlo con el espacio del que se dispone para realizar el nuevo diseño del layout. Para determinar los espacios requeridos en cada área de trabajo, se deben tomar en cuenta las dimensiones de todas las maquinarias, en espacio circundante para cada una de ellas, los pasillos y el inventario en proceso. Es recomendable elaborar hojas de requerimientos de espacio para cada departamento, y tomar en cuenta los requerimientos del personal como son los baños, lockers, vestíbulos, estacionamientos y comedores.

2.6.2. BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS:

En esta fase se desarrollan varias alternativas para la distribución de las áreas siguiendo los siguientes pasos:

1. Diagrama de Relación de Espacio: Una vez que se determina el espacio requerido para cada área o departamento se elabora un diagrama de relaciones de espacio que no es mas que un diagrama de relaciones pero especificando gráficamente el espacio que ocupa cada área dentro de la planta.

2. Consideraciones y Limitaciones prácticas en el Diagrama de Relaciones:

En este paso se realiza un diagrama de relaciones de espacio con el fin de considerar las limitaciones prácticas que impiden un acomodo específico. Estas limitaciones pueden ser la forma o el área total del terreno con el que se cuenta para realizar la distribución de planta

3. Desarrollar alternativas de distribución de áreas: basándose en el paso anterior, se generan varias alternativas de distribución de áreas. Es recomendable realizar mas de una alternativa de distribución para poder compararlas entre si y elegir la que brinde un mejor funcionamiento de la planta.

2.6.3. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS:

En esta fase se busca evaluar cada una de las alternativas de distribución de áreas desarrolladas en la fase anterior. Para lograr esto, existen diversos criterios para evaluar la eficiencia de una distribución, los cuales toman en cuenta diversos aspectos como lo son la adyacencia de las áreas que requieren estar cercanas entre si, la forma de cada departamento de la planta y la distancia recorrida en el manejo de los materiales dentro de la planta. A continuación se explican estos tres criterios:

1. Evaluación por Adyacencia de Áreas: Este criterio consiste en dar valores a cada adyacencia entre las áreas dependiendo de la relación entre ellas. Para aplicar este criterio es necesario contar con el diagrama de relaciones de actividades entre áreas. Una vez que se tiene una

alternativa de distribución se evalúan las adyacencias asignando la siguiente puntuación:

$$A=20$$

$$E=15$$

$$I=10$$

$$O=5$$

$$U=0$$

2. Evaluación por la Forma de las Áreas: La forma de un departamento dentro de la distribución es de suma importancia ya que de ella depende la eficiencia del arreglo de las instalaciones y el manejo de materiales dentro de la planta. La forma ideal de un área de trabajo es un cuadrado perfecto o un rectángulo no muy delgado. Para calcular el parámetro de forma de las áreas de trabajo, es necesario conocer el área y el perímetro de cada una de ellas e ingresar esos datos en la siguiente ecuación:

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

En donde: F= Parámetro o Factor de Forma del Área de Trabajo.

A= Superficie del Área de Trabajo.

P= Perímetro del área de Trabajo

Si $1 \leq F \leq 1.4$ La forma del departamento es aceptable.

3. Evaluación por Distancia Recorrida en el Manejo de Materiales: Con este criterio se evalúa la eficiencia de la Distribución de las Áreas de Trabajo tomando en cuenta la distancia que recorren los materiales entre un departamento y otro. En este criterio, se considera la mejor distribución aquella en la cual el material recorre la menor distancia.

2.6.4. SELECCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS:

Una vez desarrolladas y evaluadas las diferentes Distribuciones de Área se selecciona la alternativa más conveniente por medio de una matriz morfológica. En esta selección se considera aquella distribución que se adapte mejor a las exigencias del diseño, tomando como base para la selección el cumplimiento de las normas de higiene y seguridad industrial y los tres criterios utilizados para la evaluación de todas las alternativas de distribución de las áreas.

2.6.5. DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS:

A partir de la distribución de áreas seleccionada se lleva a cabo la distribución de equipos, en la cual se representa la ubicación o el arreglo de todas las maquinarias y equipos correspondientes a cada departamento. Para la realización de esta distribución se deben considerar ciertos factores de seguridad industrial obligatorios para la adecuada operación de la planta; estos factores son: espacio entre maquinas, espacio entre máquina y operarios, espacio para los trabajadores, espacio para los pasillos, vías de escape, entre otros.

CAPÍTULO III
DESCRIPCIÓN DE LA
EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU
PROCESO PRODUCTIVO

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Calzados Sicura C. A., es una empresa fundada en el año 1992 en la ciudad de Guatire Estado Miranda, la cual se dedica al diseño, fabricación y distribución de calzados de seguridad industrial. La empresa surge debido a la necesidad de satisfacer la creciente demanda de calzados de seguridad a nivel nacional y es por esto que Calzados Sicura C. A. cuenta con una amplia cartera de clientes entre los cuales destacan la industria petrolera y sus contratistas, la industria automotriz, cosmética, alimenticia, farmacéutica, y también provee de su producto a la construcción y las telecomunicaciones.

3.1.1 MISIÓN

Producir calzados de seguridad que cumplan con las necesidades de los clientes por medio de una tecnología de punta, excelente calidad y equipo humano comprometido.

3.1.2 VISIÓN

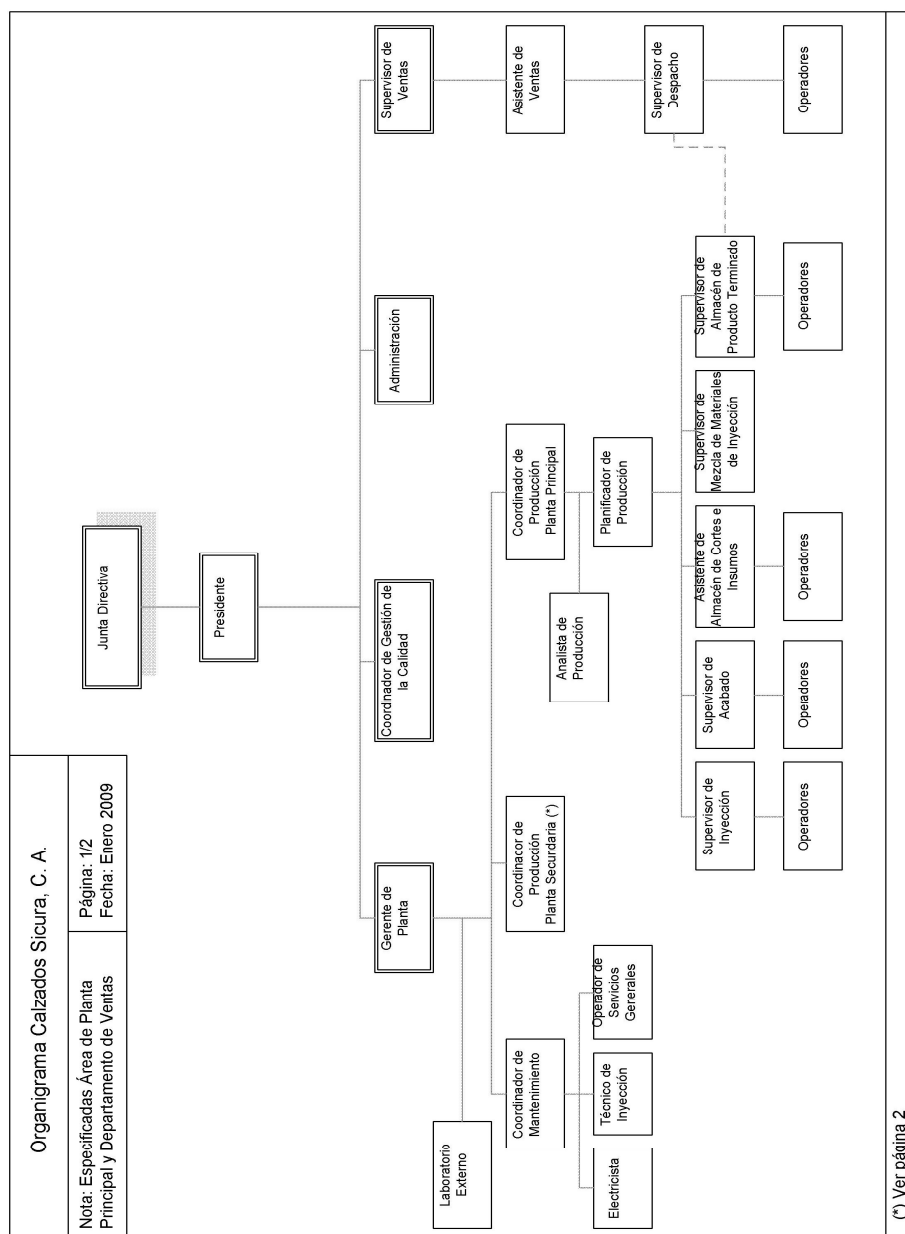
Ser la empresa líder, exitosa e innovadora en la fabricación de Calzados de Seguridad apoyándonos en nuestra calidad, tecnología y equipo humano.

3.1.3 ORGANIZACIÓN DE CALZADOS SICURA C. A.

La estructura organizativa de Calzados Sicura, C. A. está definida de tal forma que las funciones, responsabilidades y autoridades se encuentran claramente identificables en cualquier nivel de la Empresa. La estructura funcional mantiene un enfoque que permite el flujo de información tanto de manera vertical como horizontal. En las figuras 3.1 y 3.2 se puede observar el organigrama de la empresa:

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

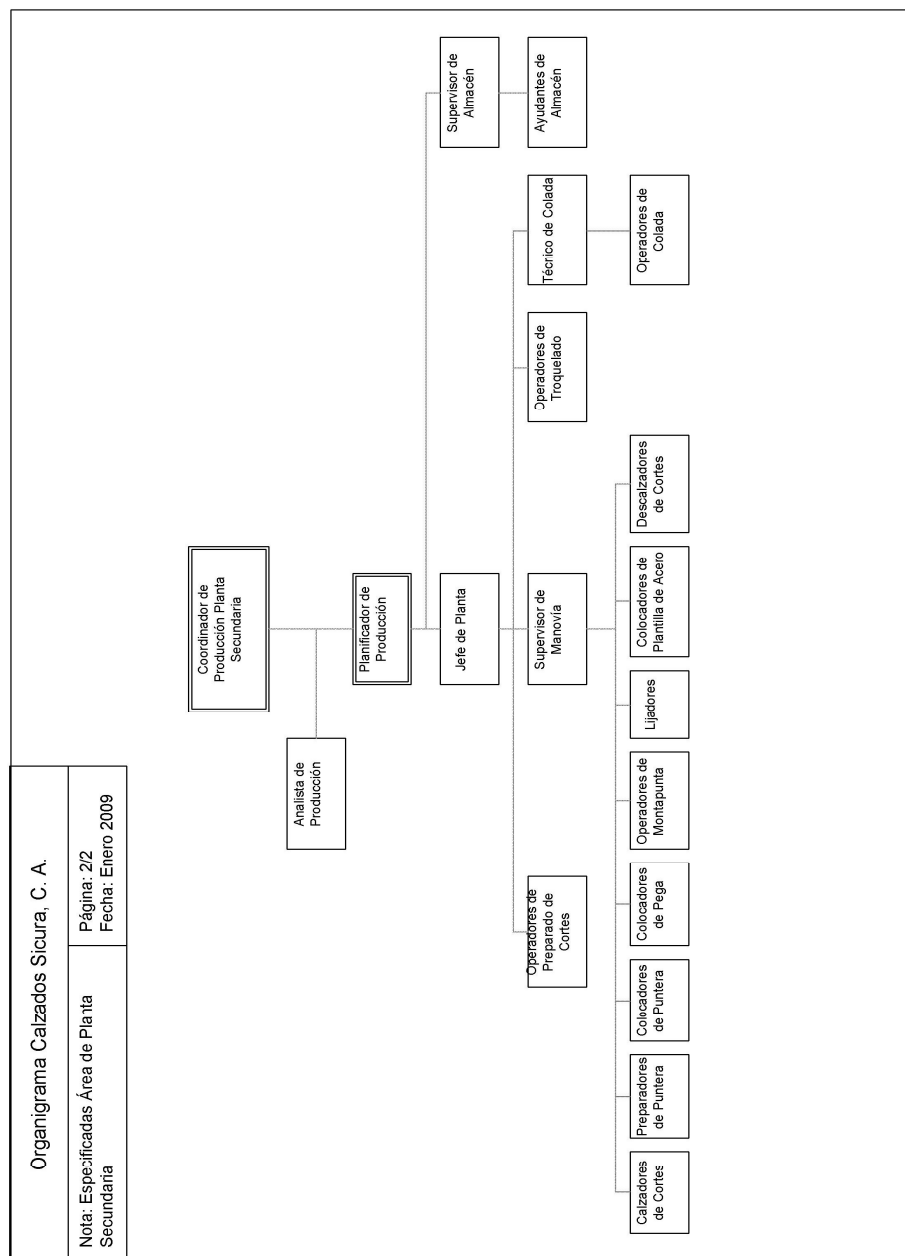
FIGURA 3.1 Organigrama de Calzados Sicura, C. A. (Página 1 / 2).



Fuente: Calzados Sicura C. A.

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

FIGURA 3.2 Organigrama de Calzados Sicura, C. A. (Página 2 / 2).



Fuente: Calzados Sicura C. A

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

3.2.1 CALZADO DE SEGURIDAD

Según la norma venezolana COVENIN 39:2003 se define el calzado de seguridad como: *calzado que incorpora elementos de protección destinados a proteger al usuario de las lesiones, que pudieran ocasionar los accidentes en aquellos sectores de trabajo para los que el calzado ha sido concebido, equipado con punteras diseñadas para ofrecer protección frente al impacto.*

Además de la puntera de acero, el calzado de seguridad posee otros elementos que contribuyen con la protección del usuario, entre los cuales se encuentran plantillas de acero que protegen al usuario contra penetraciones de objetos en la planta del pie y pisos aislantes que ofrecen cierta protección contra descargas eléctricas y cambios bruscos de temperatura. Según la altura del corte, el calzado de seguridad puede clasificarse en 5 tipos que son:

- TIPO A: Corte bajo o zapato.
- TIPO B: Bota baja o “Brodekin”
- TIPO C: Bota media caña
- TIPO D: Bota caña alta
- TIPO E: Bota caña extra-alta

El tipo bota caña extra-alta es una bota caña alta equipada con una extensión del corte elaborado con un material delgado impermeable y que se ajusta a la medida del usuario.

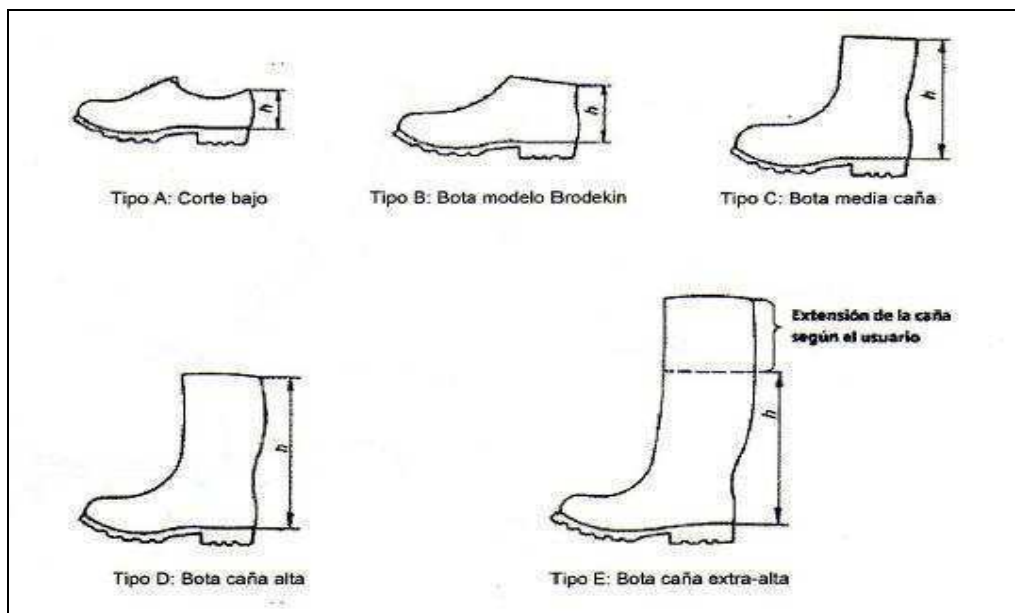
CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

TABLA3.1 Altura del corte según el tipo de calzado de seguridad.

TALLA DEL CALZADO	TIPO A Alt. h [mm]	TIPO B Alt. h [mm]	TIPO C Alt. h [mm]	TIPO D Alt. h [mm]	TIPO E Alt. h [mm]
35 y 36	<103	103	162	255	>255
37 y 38	<105	105	165	260	>260
39 y 40	<109	109	172	270	>270
41 y 42	<113	113	178	280	>280
43 y 44	<117	117	185	290	>290
45 y superiores	<121	121	192	300	>300

Fuente: Norma COVENIN 29:2003.

FIGURA 3.3 Clasificación de los calzados según altura del corte.



Fuente: Norma COVENIN 29:2003.

3.2.2 MODELOS

La variedad de modelos producidos por Calzados Sicura, C.A. es bastante amplia. Entre todos los tipos de calzados fabricados se totalizan un aproximado de 45 modelos, de los cuales algunos son prototipos o variantes temporales de algún modelo fijo. En la Tabla 3.2 se aprecian algunos de los modelos producidos.

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

TABLA 3.2 Ejemplos de tipo de calzados producidos por la empresa.

TIPO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN PRINCIPAL
A		Modelo: 415 Material del corte: <i>Cuero Brandy</i> Plantilla de acero: <i>Opcional</i>
B		Modelo: 350 Material del corte: <i>Cuero</i> Plantilla de acero: <i>Opcional</i>
C		Modelo: 650 Material del corte: <i>Cuero</i> Plantilla de acero: <i>Opcional</i>
D		Modelo: 750 Material del corte: <i>Cuero</i> Plantilla de acero: <i>Opcional</i>

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3 PARTES DE UN CALZADO DE SEGURIDAD

El calzado de seguridad esta conformado por ciertas partes o elementos entre los cuales tenemos:

- **Corte:** Es toda la parte del calzado sobre la línea superior del piso. En su elaboración se debe usar cuero, textil o tejido recubierto con un espesor comprendido entre 1,6 mm y 2,5 mm y con una resistencia mínima al desgarramiento de 60 N.
- **Contrafuerte:** Es el refuerzo que lleva el calzado en la parte posterior del corte, con la finalidad de darle dureza al talón. Este puede ser de cuero, aglomerado de cuero, fibra plástica o cualquier otro material.
- **Cuello:** Es la parte del calzado que cubre la parte superior del talón y por ser parte principal del corte, se elabora con los mismos materiales y características.
- **Forro:** Es la pieza que cubre total o parcialmente al corte por su parte interior y puede ser de tejido recubierto o textil con un espesor mínimo de 0,8 mm.
- **Lengüeta:** Es la parte del corte que cubre el empeine del pie y se halla bajo las trenzas del calzado; usualmente es del mismo material que el resto del corte y debe poseer un espesor mínimo de 0,8 mm.

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

- **Ojetes:** Son perforaciones realizadas en la ojetera por donde pasan las trenzas; estos pueden ser reforzados con anillos de metal u otro material.
- **Ojetera:** Es la pieza del calzado donde se ubican los ojetes y se elabora con los mismos materiales usados para el corte.
- **Oreja:** Es un elemento opcional que consiste en una banda de cuero u otro material en forma de argolla colocada en el borde superior del corte, con el fin de proporcionar al usuario mayor facilidad para calzarse. Este elemento puede incluirse en cualquier tipo de calzado.
- **Pala:** Es la parte frontal que abarca desde la punta del calzado hasta la parte superior del empeine. Se elabora de cuero, textil o tejido recubierto.
- **Piso:** Es la parte del calzado que toca el suelo, a veces llamado suela, está formado por la planta y el tacón, los cuales deben estar perfectamente adheridos uno al otro. La fijación de este componente al resto del calzado puede ser cosida, pegada, vulcanizada, colada o inyectada directamente mediante el procedimiento RIM o de manera indirecta mediante pegado y calentamiento, con el fin de obtener una adhesión confiable.

Entre los materiales que se pueden utilizar para la elaboración del piso del calzado se tienen: Poliuretano (PU), Caucho Nitrilo (NBR), Policloropreno (CR), Caucho Natural (NR/IR) o Goma Termoplástica (TR), Policloruro de Vinilo flexible (PVC), entre otros materiales poliméricos. En Calzados Sicura C.A., el piso de todos los modelos de calzado se realizan mediante la inyección RIM de Poliuretano (PU), el

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

cual, aparte de ser homogéneo y estar libre de materiales extraños y burbujas, debe cumplir con los siguientes requisitos:

TABLA 3.3 Propiedades Físicas del Material del Piso.

PROPIEDADES FISICAS	POLIURETANO (PU)	NORMA APLICABLE
Densidad	Acuerdo entre vendedor-comprador	ASTM D3489 ISO 4648
Resistencia a la Tracción MPa (psi) mínimo	4,9 (700)	ASTM D412 ISO 37
Elongación a Ruptura % mínimo	300	ASTM D412 ISO 37
Desgarramiento kN/m (lbf/plg) mínimo	11,5 (65)	ASTM D1938
Desgarre Troquel “C” kN/m (lbf/plg) mínimo	22,0 (125)	ASTM D624 ISO 34-1
Dureza Shore “A”	Acuerdo entre vendedor-comprador	ASTM D2240 ISO 48
Resistencia a la flexión, crecimiento de la grieta e hidrólisis ciclos mínimos a 23°C	150.000	ASTM D1052 EN 344
Resistencia a la abrasión, abrasímetro Taber, índice de desgaste, rueda abrasiva H-18, carga de 1 kg.	100	ASTM D1044 (ASTM D3489 SECCION 13)

Fuente: Norma COVENIN 29:2003.

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

- **Plantilla:** Es un componente no desmontable que cubre la parte interna del piso y que está en contacto con el pie. Esta puede ser de cuero, aglomerado de cuero o cualquier otro material, con un espesor mínimo de 1,7 mm. El método moderno utilizado para incorporar la plantilla al corte se denomina costura tipo Strobel, el cual se realiza mediante una costura que pasa por la línea de armado entre la plantilla y el corte.
- **Plantilla de relleno:** Elemento opcional del calzado colocado sobre la plantilla y bajo la planta del pie, con la finalidad de brindar mayor comodidad al usuario. Está elaborada de poliuretano de baja densidad y tiene adherido en su parte superior una pieza de loneta.
- **Plantilla de seguridad:** Es la pieza incorporada al calzado que sirve para prevenir la penetración de objetos capaces de ocasionar lesiones en la planta del pie del usuario.
- **Puntera de seguridad:** Es una pieza de forma y diseño específico, que se incluye en el calzado para proporcionar protección a los dedos de los pies del usuario contra impactos y fuerzas compresoras. El material a utilizar debe garantizar el cumplimiento de los requisitos de los ensayos de impacto, compresión y corrosión comprendidos en la norma COVENIN 39:2003. Para su elaboración se puede utilizar Acero AISI-SAE 1050 a 1060, con un contenido de silicio menor al 0,3%, templado y revenido. Las punteras deben estar cubiertas, pintadas con pintura epóxica o sometidas a un proceso que garantice la protección contra la corrosión. Así mismo, las punteras deben ser incorporadas al calzado de manera tal

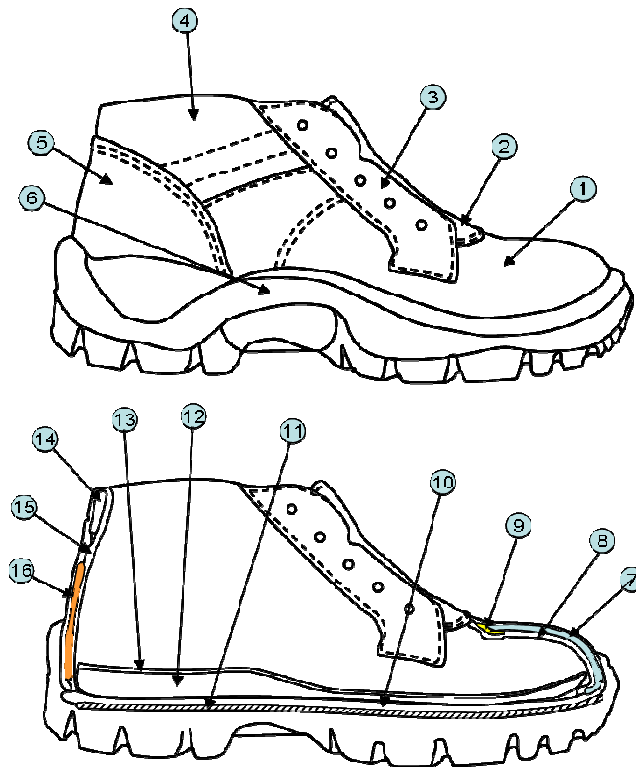
CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

que queden cubiertas interna y externamente desde el principio hasta el final del corte de la pala.

- **Talonera:** Es la parte del calzado que cubre el talón y puede ser de cualquier material utilizado para elaborar el corte.
- **Trenzas:** Es una cinta o cordón que al pasar por los ojetes sujeta y asegura al pie dentro del calzado. Pueden ser de nylon u otro material similar y sus puntas deben estar terminadas en un material que evite que se deshaga el tejido.

A continuación, en la Figura 3.4 podemos apreciar el esquema de las partes, tanto internas como externas, del calzado de seguridad.

FIGURA 3.4 Esquema de componentes de un calzado de seguridad.



Fuente: Elaboración Propia

PARTES:

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| 1. Pala | 9. Tira de protección |
| 2. Lengüeta | 10. Plantilla |
| 3. Ojetera | 11. Plantilla de Acero |
| 4. Cuello | 12. Plantilla de Relleno |
| 5. Talonera | 13. Loneta |
| 6. Piso | 14. Goma |
| 7. Puntera de Acero | 15. Forro del Cuello |
| 8. Forro de la Pala | 16. Contrafuerte |

3.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CALZADO

Para la elaboración del calzado de seguridad a nivel industrial, existe una serie de procesos productivos específicos que obedecen a las características y requerimientos de la materia prima y del calzado. Estos procesos están definidos de la siguiente manera:

1. **TROQUELADO DE PIEZAS:** En este proceso, se lleva a cabo el troquelado de los elementos necesarios para la elaboración del corte. En esta etapa, se determinan las cantidades necesarias de cada uno de los materiales a utilizar en la elaboración del corte (cuero, forro, goma, contrafuerte), para luego ser troquelados y agrupados por piezaje (se define piezaje como la cantidad de piezas o componentes necesarios para el armado completo de un corte).
2. **ARMADO Y COSTURA DEL CORTE:** En este proceso, se realizan todas las operaciones necesarias para ensamblar las piezas provenientes del troquelado, a fin de obtener el corte deseado según sea el modelo del calzado. En esta etapa, se realizan fundamentalmente dos tipos diferentes de actividades, las cuales son costura y pegado; la primera de ellas realizada por una serie de costureros especializados cada uno en una parte específica del calzado, y la segunda realizada por un grupo de asistentes o ayudantes de los costureros. La secuencia y duración de cada una de las actividades que conforman el proceso de armado y costura varían sustancialmente dependiendo del modelo que se realice, lo cual lo convierte en el proceso mas dependiente del modelo fabricado. El resultado final de este proceso es

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

el corte terminado hasta el ensamblado de la plantilla mediante la costura tipo Strobel.

3. **PREPARADO DE CORTES:** Este proceso es considerado un punto de control y planificación de producción y es el comienzo del proceso productivo de la empresa Calzados Sicura C. A. Este proceso consiste en la identificación de los cortes de acuerdo a la orden de producción, donde se les asigna un lote, y se marcan los cortes para diferenciar los que llevarán plantilla de seguridad de aquellos que no la requieran.
4. **MONTURA:** En este proceso, se le incorporan a los cortes provenientes del área de preparado, los elementos de protección que caracterizan a un calzado de seguridad; estos elementos son la puntera y la plantilla de protección. Esto se logra mediante una secuencia de actividades que comienza con el calzado del corte en una horma que le proporciona suficiente firmeza para soportar las operaciones de esta etapa de montura. Dicha horma es retirada del corte una vez que este sale del proceso de montura. Al terminar su recorrido por este proceso, el corte ya posee los elementos de seguridad y se encuentra listo para el ensamblaje de la suela o piso.
5. **ELABORACIÓN DE PLANTILLA DE RELLENO:** Esta etapa se encarga únicamente de la elaboración de la plantilla de relleno, la cual es (junto con las trenzas) el único componente que no se encuentra adherido al calzado. En este caso, la fabricación de este elemento se realiza mediante colada de poliuretano sobre moldes, los cuales varían de tamaño según la talla del calzado al cual van destinadas. Estas plantillas, poseen una tela de loneta

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

sobre el poliuretano, la cual se adhiere a este mediante la reacción química que ocurre al formarse dicho polímero, y es la que está en contacto directo con la planta del pie del usuario. Para finalizar la elaboración de la plantilla de relleno, se realiza un troquelado para eliminar los excesos de loneta y poliuretano, y así darle su forma final.

6. INYECCIÓN: En este proceso, se realiza la inyección del piso directamente en el calzado, mediante una técnica llamada R.I.M. (en ingles, Reaction-Injection Moulding; Moldeo por Inyección y Reacción).

Esta técnica es utilizada para la producción de piezas de poliuretano termoestable, mediante la inyección de la resina a baja presión (30 a 100 psi) y baja temperatura (35° a 65° C) en los moldes. Esta técnica es similar al Moldeo por Inyección, utilizada para la elaboración de piezas en polímeros termoplásticos, con la excepción que la reacción ocurre dentro de los moldes después de haber inyectado la resina. La inyección RIM funciona de la siguiente manera: en primer lugar, se mantienen 2 líquidos reactantes (poliisocianato y una mezcla de resina) en 2 tanques separados, equipados con control de temperatura y agitadores. De estos tanques, salen ambos líquidos hacia unidades de medición independientes, las cuales son las encargadas de mantener las proporciones indicadas de cada componente para la mezcla. Cuando se inicia la inyección, se abren unas válvulas ubicadas en la cámara del cabezal de mezclado, lo cual permite la entrada de los líquidos reactantes a una presión que oscila entre los 1500 y 3000 psi, llevándose a cabo el proceso de mezclado, el cual se homogeneiza por medio de un agitador en forma de tornillo sin fin. Luego, la mezcla fluye a baja

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

presión del cabezal de mezclado al molde, donde ocurre la reacción química exotérmica, formándose el poliuretano en el molde. Los tiempos de reacción y de disparo varían según el tamaño de la pieza y del sistema poliuretano utilizado.

El POLIURETANO termoestable es un polímero muy utilizado en un gran número de procesos industriales, ya que tiene múltiples aplicaciones en la industria automovilística, industria del calzado, muebles, construcción, prótesis médicas, aislamientos, entre otras aplicaciones. El poliuretano se obtiene por lo general de una mezcla, estequiométricamente balanceada, de 2 componentes: Polioli e Isocianato. La proporción de cada uno de estos componentes en la mezcla, determina las características finales del producto (rigidez, densidad, resiliencia, conductividad térmica y eléctrica, entre otras).

El POLIOL, o polioli-poliéster, es una mezcla balanceada de glicoles o alcoholes de elevado peso molecular y con más de 2 grupos hidroxilo (OH). Se encuentra en mezcla con agentes espumantes, catalizadores, reticulantes, surfactantes, entre otros aditivos. Este componente se puede mezclar con pigmentos para dar color al producto.

El ISOCIANATO, es en realidad una mezcla de isocianatos pre-polimerizados (pre-iniciados), con un contenido del grupo NCO que oscila entre el 18% y 35%. Este se encuentra en 3 formulaciones:

- TDI: Toluen-Dis-Isocianato
- HDI: Hexa-Metilen-Dis-Isocianato

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

- MDI: Difenil-Metano-Dis-Isocianato. Esta última formulación es la usada en la elaboración del piso del calzado de seguridad, y es la que mencionamos simplemente como Isocianato.

El Polioli y el Isocianato son líquidos a temperatura ambiente, y al mezclarse, genera una reacción exotérmica que produce una serie de enlaces entre ambos componentes, así como un aumento de temperatura que puede sobrepasar los 100 °C. Estos enlaces se logran mediante múltiples reacciones químicas simultáneas, y es donde los catalizadores determinan el camino que se seguirá según las características que se busquen. La elevación de la temperatura produce la evaporación del propelente presente en el polioli y de parte del agua presente en la mezcla; simultáneamente, la reacción del isocianato con el agua produce dióxido de carbono (CO₂), y esto, junto con el vapor de agua y el gas propelente, son los causantes de la expansión de la mezcla debido al aumento en el tamaño de las pequeñas celdas formadas durante la reacción.

La formación del poliuretano se puede dividir en 4 tiempos que son los siguientes:

- Tiempo de crema: es la etapa inicial, donde se forman los polímeros, y ocurre entre los primeros 5 y 15 segundos después de iniciada la mezcla de los componentes.
- Tiempo de hilo: esto ocurre una vez formados los polímeros y monómeros, se forman las estructuras o redes cristalinas, también

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

llamadas retículos, las cuales aumentarán de tamaño debido a los agentes de expansión.

- Tiempo de crecimiento: ocurre debido al aumento en las dimensiones de las burbujas o celdas formadas en el tiempo de hilo. Es la etapa que se puede identificar con mayor facilidad con una simple inspección visual, ya que la mezcla aumenta considerablemente de volumen.
- Tiempo de Tacto Libre: corresponde a la etapa final de la formación del poliuretano, y es donde la superficie del material deja de ser adhesiva debido a la formación de piel. Su duración es de 10 a 50 segundos contados a partir del final del proceso de expansión.

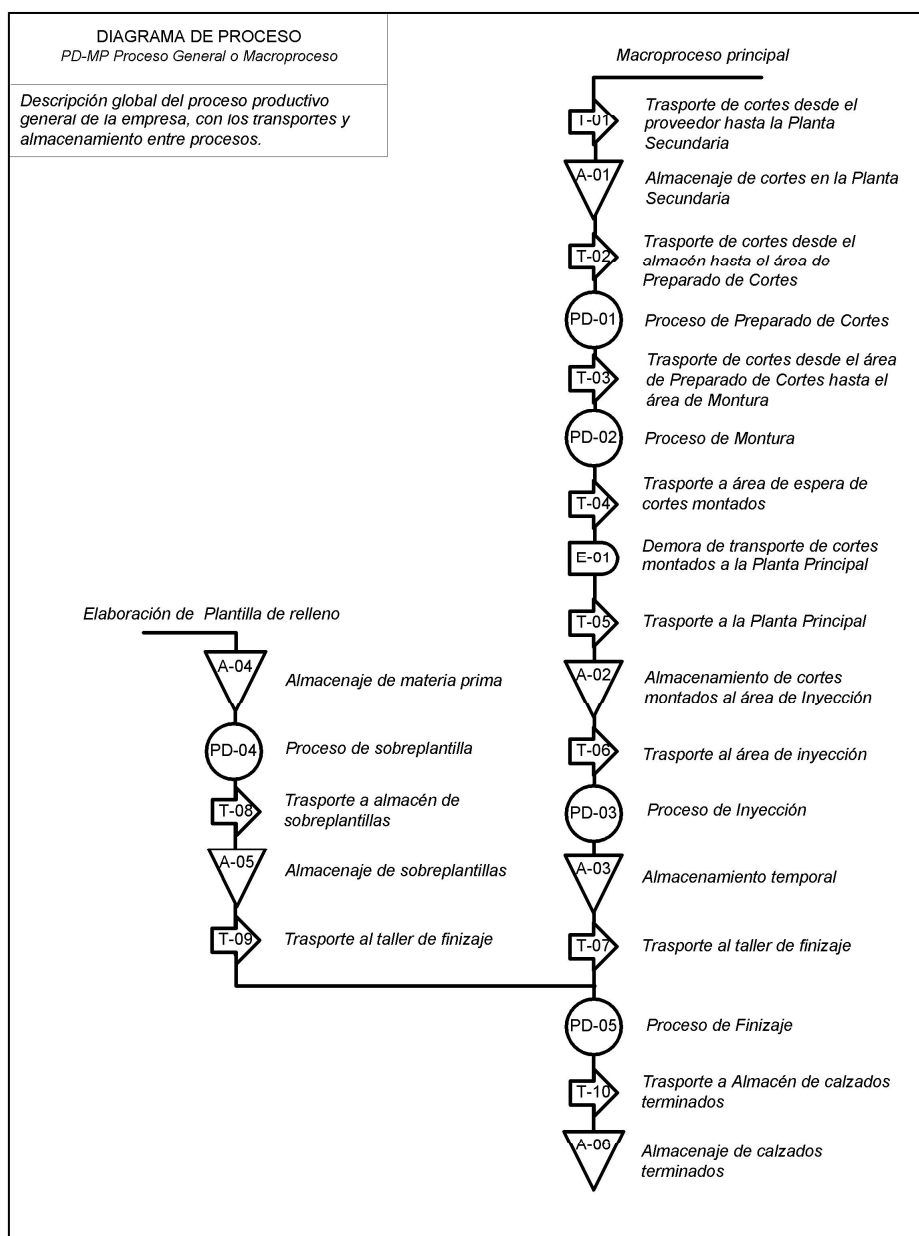
7. FINIZAJE: Este es el último proceso realizado en la fabricación del calzado de seguridad y es donde se lleva a cabo su acabado final. En este proceso, se elimina el material remanente del proceso de inyección del piso, se colocan las trenzas y la plantilla de relleno elaborada previamente, se pule el calzado, y se pintan aquellos pares que presenten algún tipo de desperfecto leve. Una vez terminado el calzado, se embala de acuerdo al destino que tenga, y se lleva al almacén de producto terminado, donde espera para ser despachado.

3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA

De todas las operaciones requeridas para elaborar un calzado de seguridad, Calzados Sicura, C.A. ejecuta las siguientes:

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

FIGURA 3.5 Diagrama de Flujo del Proceso General o Macroproceso.



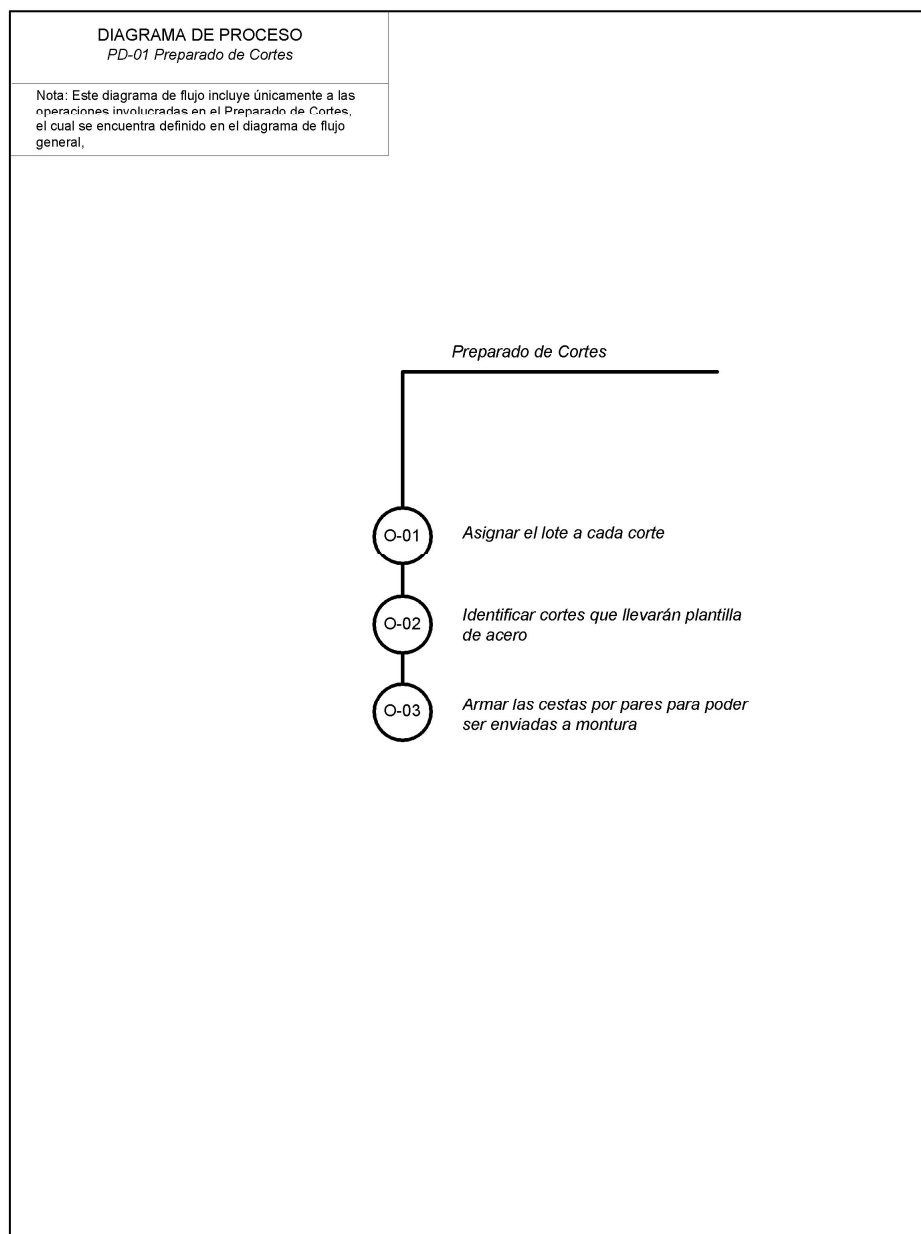
Fuente: Formulación Propia

3.4.1 PREPARADADO DE CORTES

Este proceso, como se mencionó anteriormente, es el comienzo del proceso productivo de la empresa, y es donde se identifican los cortes provenientes del proveedor, según la orden de producción y según los elementos de seguridad que llevará cada corte. Este proceso inicia cuando se recibe la orden de producción en el área de preparado, con lo cual se solicita al jefe de almacén de cortes que verifique la existencia de los cortes necesarios para cubrir la orden. Luego, el jefe almacenista envía los cortes al área de preparado, donde se le asigna el número del lote al que pertenece cada corte (fecha de la orden y modelo), y también se identifican de acuerdo a los componentes de seguridad que se le van a incorporar. Una vez realizado esto, se arman las cestas, las cuales contienen 10 pares de zapatos cada una, las cuales serán trasladadas al área de montura.

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

FIGURA 3.6 Diagrama de Flujo del Proceso de Preparado de Cortes.



Fuente: Formulación Propia

3.4.2 MONTURA

Este proceso inicia con las cestas provenientes del área de preparado de cortes, las cuales son recibidas al comienzo de la manovía, donde un operario se encarga de seleccionar los cortes según las tallas, para luego calzarlos en su horma correspondiente. El proceso de calzado se realiza con la ayuda de un soporte, sujeto al piso, el cual posee un gancho para sostener la horma mientras el operario coloca el corte sobre esta, luego se retira la horma con el corte y se deposita en una cesta rodante, ubicada en la manovía, hasta completar 3 pares por cesta.

Una vez completado los 3 pares en una cesta rodante, esta es empujada manualmente hasta la siguiente estación de la manovía, donde un operario aplica pegamento con una brocha a la punta del forro de la pala, el cual es el lugar donde será colocada la puntera posteriormente; luego, la cesta se empuja a la siguiente estación donde otro operario coloca la cinta o tira de protección en el forro de la pala, la cual cubrirá el borde posterior de la puntera para evitar lesiones al usuario. Una vez realizado esto, se traslada nuevamente la cesta rodante a la próxima estación, donde un operario selecciona las punteras de seguridad según la talla correspondiente, y las incorpora al corte con la ayuda de un martillo de goma. Colocada la puntera, se traslada nuevamente la cesta a la siguiente estación, donde se aplica pegamento nuevamente, pero esta vez al borde de la pala por su parte interna y a la punta de la plantilla por su parte inferior. Luego se trasladan a la siguiente estación, donde se encuentran las máquinas montapunta. Estas máquinas, de funcionamiento neumático, son las encargadas de sellar la pala del corte con la puntera de seguridad ya incorporada, de manera tal que esta no se pueda sacar del calzado sin

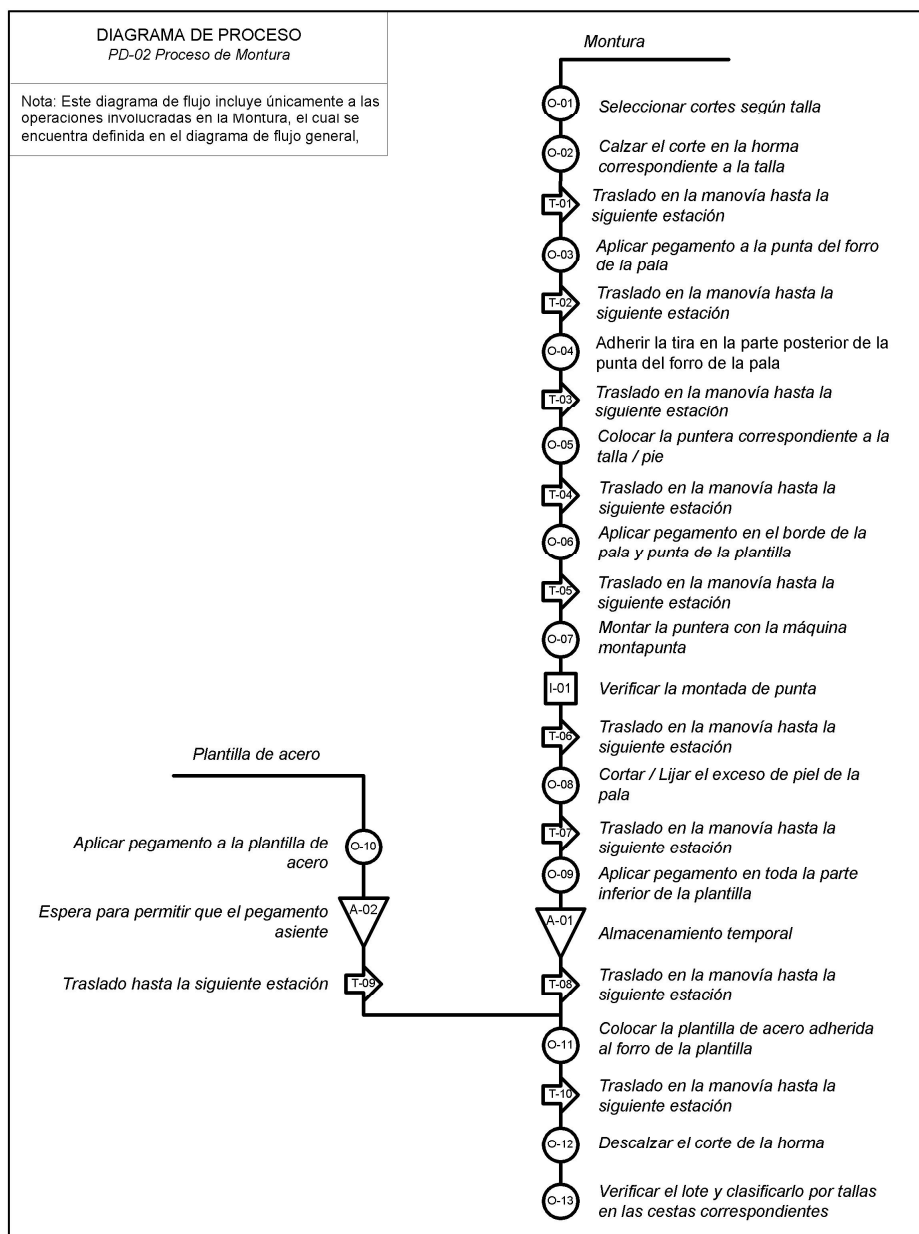
CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

deteriorarlo. Para ello, se coloca un corte a la vez sobre la máquina montapunta y se acciona un mecanismo que sujeta y estira el corte en varios puntos, y luego, por medio de un material sellante, cierra completamente la pala con la puntera.

Luego se retira el calzado de la máquina y se coloca nuevamente en la cesta rodante, para luego llevarla a la estación de lijado, donde se le retiran los excesos del material de la pala utilizando una lijadora fija de disco de funcionamiento eléctrico. Luego, si los cortes deben llevar plantilla de seguridad, pasan por la siguiente estación, donde se les aplica pegamento bajo la plantilla Strobel y se les adhiere la plantilla de acero, las cuales son previamente seleccionadas según talla y cubiertas con pegamento. Los cortes con plantilla de seguridad deben esperar aproximadamente 15 minutos antes de ser descalzados de la horma, para asegurar una adhesión firme de dicho componente. Si el calzado no requiere plantilla de seguridad, es llevado del lijado directamente a la última estación, donde se descalza el corte de la horma con la ayuda de un soporte similar al usado para calzarlo al inicio del proceso de montura. Las hormas retiradas son colocadas nuevamente en las cestas rodantes, las cuales se llevan de nuevo a la estación de calzado para completar el ciclo e iniciar uno nuevo, mientras que los cortes descalzados son verificados y almacenados por pares (10 pares) en las cestas que serán llevadas al departamento de inyección.

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

FIGURA 3.7 Diagrama de Flujo del Proceso de Montura.



Fuente: Formulación Propia

3.4.3 PROCESO DE INYECCIÓN

Como se mencionó anteriormente, en este proceso se fabrica y se incorpora el piso al corte proveniente del área de montura. La inyección comienza de manera similar al proceso de elaboración de la plantilla de relleno, cuando se reciben los tambores de Polioliol Padre de 206 Kg., cuñetes del componente Madre de 7,65 Kg., tambores de Isocianato de 240 Kg. y cuñetes del pigmento llamado pasta negra de 7,65 Kg. El Polioliol Padre se mezcla con la Madre y la pasta negra por un tiempo aproximado de 30 minutos en una mezcladora automática de doble hélice. Luego, los tambores son llevados a los tanques de la máquina de inyección por medio de carretillas, donde son descargados por bombas o por vacío. Este procedimiento de premezclado y de carga de los tanques se realiza independientemente tanto para el cabezal que inyecta el poliuretano compacto como para el cabezal de poliuretano expando (piso bi-densidad).

Los cortes provenientes del proceso de montura son almacenados en un depósito, del cual un operario toma las cestas y las lleva al área de inyección para seleccionarlos según la talla y el modelo, y colocarlos en cada puesto del núcleo rotativo de la máquina de inyección. A medida que el núcleo va girando, cada puesto va pasando por diferentes estaciones de trabajo ubicados alrededor del núcleo: en primer lugar un operario se encarga de rociar el molde de la suela con desmoldante. Luego, en la siguiente estación, un cabezal automático se encarga de inyectar la mezcla de poliuretano compacto en el molde de aluminio. En la próxima estación, un operario se encarga de calzar el corte en la horma situada sobre el molde del piso. Posteriormente, en la siguiente estación se encuentra un brazo robotizado que se encarga de lijar el contorno del corte,

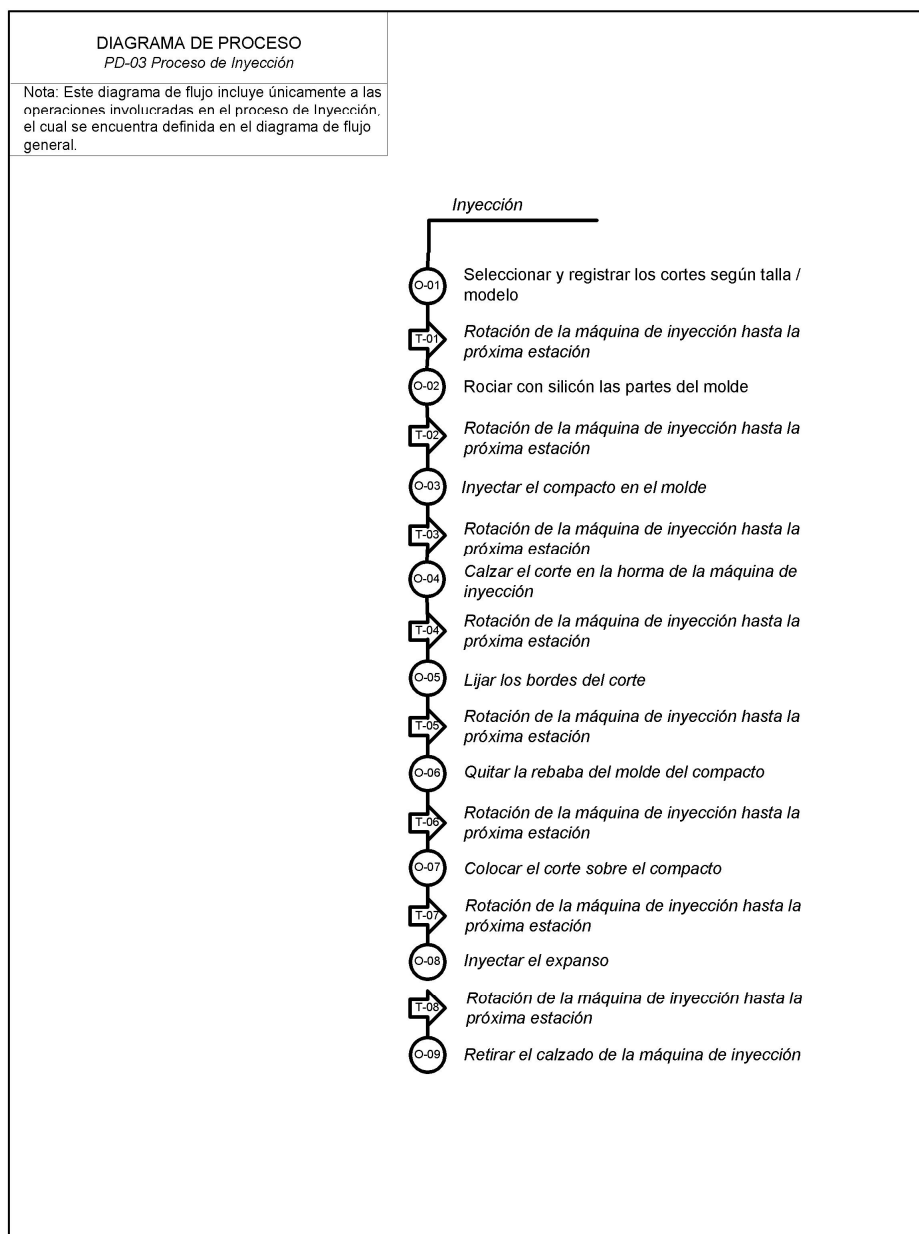
CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

con el fin de marcar la línea superior del piso. Una vez realizadas estas operaciones, el molde que contiene el compacto es abierto en la siguiente estación, se coloca el corte sobre el, y se cierra el molde del poliuretano expanso; estas 3 operaciones se realizan de manera automática por cada uno de los puestos del núcleo rotativo.

Posteriormente, el corte es llevado a la siguiente estación, donde se realiza la inyección de la parte superior del piso, por medio del cabezal automático de inyección de poliuretano expanso. Por último, el calzado permanece en el núcleo rotativo hasta llegar a la última estación donde es descalzado de la horma por un operario, y almacenado en carros rodantes con capacidad para 96 pares. Estos carros son colocados en un área de espera mientras son trasladados al área de finizaje, para garantizar que la reacción del poliuretano se lleve a cabo completamente.

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

FIGURA 3.8 Diagrama de Flujo del Proceso de Inyección.



Fuente: Formulación Propia

**3.4.4 ELABORACIÓN DE LA PLANTILLA DE RELLENO
(COLADA):**

Este proceso comienza con la recepción de la materia prima en el área de colada. Esta materia prima consiste en tambores de Polioli Padre de 206 Kg., tambores de Isocianato de 240 Kg. y cuñetes de Madre (mezcla de catalizadores, surfactantes, reticulantes, etc) de 7,65 Kg. para elaborar el poliuretano de la plantilla. Así mismo, se reciben rollos de loneta de 1,5 m por 25m, los cuales se cortan para obtener rollos de menor longitud que serán llevados al área de troquelado donde se reducen a piezas rectangulares de tamaño acorde a la talla del calzado. Estas piezas se almacenan en cestas y se llevan a la máquina de colada.

Antes de iniciar el proceso de colada de poliuretano, se deben cargar los 2 tanques de la máquina, tanto el de Isocianato como el de Polioli. Esto se realiza con la ayuda de un par de bombas que extraen ambos componentes de sus tambores y los depositan en sus tanques correspondientes (el tambor de Polioli Padre se mezcla previamente con el cuñete de la Madre durante 15 minutos en una mezcladora automática). El traslado de los tambores dentro del área de colada se realiza por medio de carretillas. Una vez cargados los tanques de la máquina, se introduce en el tablero de control las proporciones de la mezcla, la cual es aproximadamente 150:100 (por 150 unidades de Isocianato, 100 unidades de Polioli).

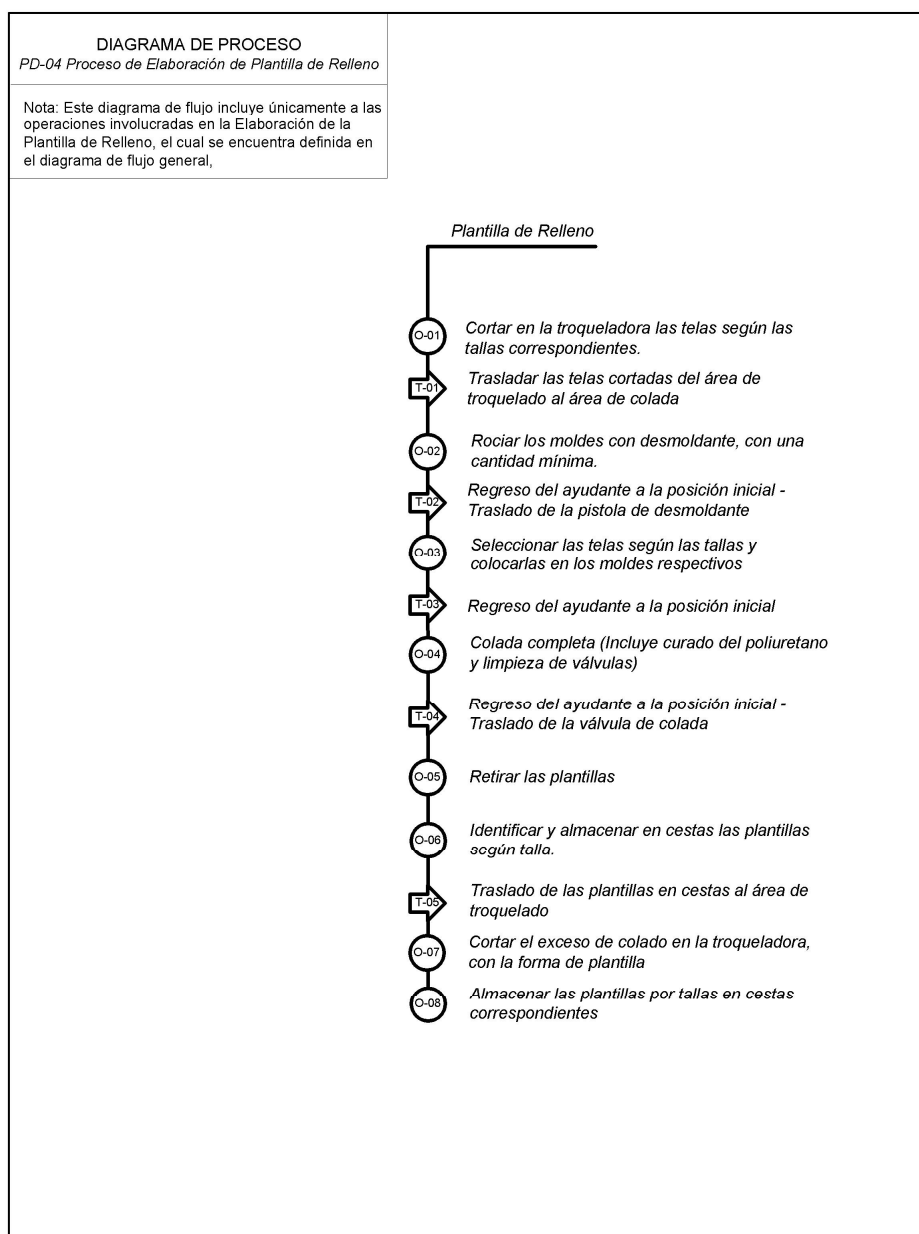
Se inicia el proceso de colada rociando los moldes de la máquina con un desmoldante para evitar que el material se adhiera; luego, un operario realiza la colada de la mezcla en los moldes abiertos, por medio de un cabezal ubicado en

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

el extremo de un brazo que rota alrededor del banco semicircular de moldes. Un segundo operario se encarga de colocar las piezas de loneta sobre la mezcla recién colada y de cerrar los moldes manualmente. Una vez que se terminan de llenar y cerrar todos los moldes, se limpia el cabezal mezclador por medio de un chorro de aire comprimido, y se devuelve a su posición inicial en el otro extremo del banco. Se espera 2 minutos como mínimo antes de retirar las plantillas de los moldes para asegurar que el poliuretano se encuentre en su tiempo de Tacto Libre. Una vez retiradas las plantillas de los moldes, se rocían nuevamente los moldes y se repiten las actividades a partir de ese punto. Las plantillas de relleno retiradas del banco de moldes se colocan en cestas y se trasladan al área de troquelado para retirarles el exceso de material. Esto se realiza con una serie de troqueles que varían de tamaño según la talla de la plantilla, y que tienen la forma de la silueta del pie. Con este paso, la plantilla de relleno ya posee su forma definitiva y es almacenada en cestas para su posterior traslado al área de finalizaje.

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

FIGURA 3.9 Diagrama de Flujo del Proceso de Elaboración de Plantilla de Relleno (Colada).



Fuente: Formulación Propia

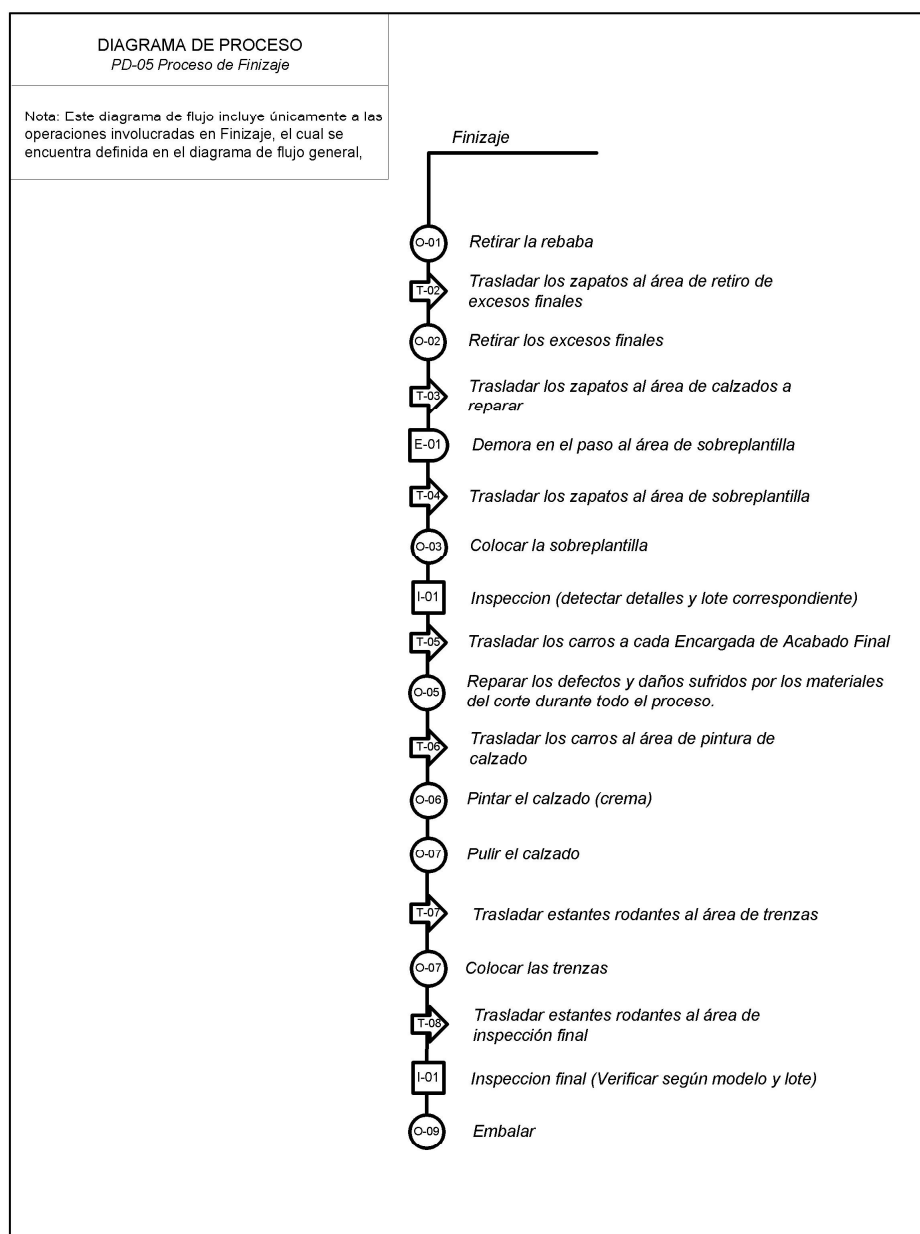
3.4.5 FINIZAJE

Este proceso inicia con la recepción de los calzados provenientes del proceso de inyección, cuyo traslado se realiza en carros rodantes de 96 pares y a través de un montacargas. Al ingresar al proceso de finalizaje, el carro es llevado, manualmente, al área de refilado, donde una operadora se encarga de retirar la rebaba que se encuentra entre el piso compacto y el expanso, con la ayuda de una máquina refiladora. Luego se traslada el carro al área de limpieza, donde se retiran los excesos finales de material de forma manual. Una vez retirado todo el material excedente, se trasladan los cortes al área donde se le incorporan las plantillas de relleno previamente elaboradas. Luego, los calzados son sometidos a una inspección visual para identificar aquellos que requieran una reparación de los defectos y daños sufridos durante todo el proceso de fabricación antes de continuar en la línea de producción, así como también se retiran aquellos calzados con daños severos que no puedan ser reparados.

Posteriormente, tanto los calzados sin desperfectos como los que han sido reparados, son trasladados al área de pulido, donde un operario se encarga de cubrir el calzado con crema y otro se encarga de pulirlo con la ayuda de una pulidora fija. Después de pulidos, se llevan a la siguiente área donde un operario se encarga de colocar las trenzas al calzado. Por último, los pares son nuevamente inspeccionados y embalados de acuerdo al destino del calzado, para trasladarlos al almacén de producto terminado.

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, EL PRODUCTO Y SU PROCESO PRODUCTIVO

FIGURA 3.10 Diagrama de Flujo del Proceso de Finizaje.



Fuente: Formulación Propia

CAPÍTULO IV
ESTUDIO TÉCNICO
Y
PROPUESTA DE MEJORAS

CAPÍTULO IV**ESTUDIO TÉCNICO DE LA PLANTA Y PROPUESTA DE MEJORAS****4.1 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE
LA PLANTA ACTUAL**

La capacidad de producción de la planta representa un factor de suma importancia, ya que permite determinar los volúmenes de producción que puede manejar cada área de la planta, y así conocer la demanda que puede satisfacer la empresa en el mercado. Para determinar la capacidad de producción de Calzados Sicura C. A., se realizó un estudio de tiempos, donde se estimaron los tiempos de producción de cada uno de los procesos de la planta.

4.1.1 DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN:

Para la determinación de los tiempos de producción, se decidió realizar las mediciones de tiempo a aquellos modelos cuya demanda y producción fuese la mas alta, esto con el fin de considerar la muestra mas representativa del proceso de manufactura de la empresa. Para ello, se realizó un estudio de la producción de los últimos 3 años de acuerdo a los modelos, tomando como datos las órdenes de producción de los años 2006, 2007 y 2008. En la tabla 4.1 se muestra la producción por modelo de los últimos 3 años:

TABLA 4.1 Pares Producidos por Modelo.

MODELO	2006	2007	2008	TOTAL
205	42.209	57.428	40.163	139.800
303	8.801	12.632	13.991	35.424
305	8.407	2.002	3.438	13.847
311	3.008	3.181	1.623	7.812
315	9.620	9.640	7.193	26.453
323	1.310	2.579	1.743	5.632
350	54.939	48.570	38.969	142.478
357	0	33.874	23.417	57.291
360	797	5.442	17.182	23.421
383	0	0	250	250
390	31	180	12	223
403	5.274	3.227	2.858	11.359
415	1.915	1.868	2.206	5.989
423	125	344	130	599
430	10.885	8.899	10.660	30.444
450	3.169	10.807	8.493	22.469
457	0	0	2.669	2.669
520	0	8.491	9.532	18.023
530	35.772	30.700	19.555	86.027
537	0	1.210	14.704	15.914
540	2.755	1.853	817	5.425
550	488	1.106	81	1.675
560	232	164	193	589
650	32.482	26.043	18.659	77.184
663	2.206	1.071	6.203	9.480
665	5.138	9.786	6.723	21.647
675	100	262	0	362
681	19.879	14.512	6.812	41.203
683	10.006	12.096	6.169	28.271
685	0	219	160	379
690	0	40	0	40
750	1.335	638	474	2.447
TOTAL				834.826

Fuente: Calzados Sicura C. A.

Analizando los valores de la tabla anterior, se puede observar que los modelos mas producidos son el 205, el 350 y el 530. El modelo 205 representa el 16,75% de la producción total, el modelo 350 representa el 17,07% y el modelo 530 representa el 10,30%. El porcentaje que representan los 3 modelos mas producidos es del 44,12% de la producción total de la empresa. A continuación, en las figuras 4.1, 4.2 y 4.3, se pueden observar dichos modelos:

FIGURA 4.1 Modelo 205



Fuente: Calzados Sicura C.A.

- ♦ **Modelo 205:** Calzado tipo Brodekin fabricado en piel negra y forrado internamente con tela, con puntera de acero y plantilla de acero opcional. La suela o piso está fabricada con poliuretano bidensidad; además posee plantilla de relleno ergonómica fabricada en poliuretano de baja densidad.

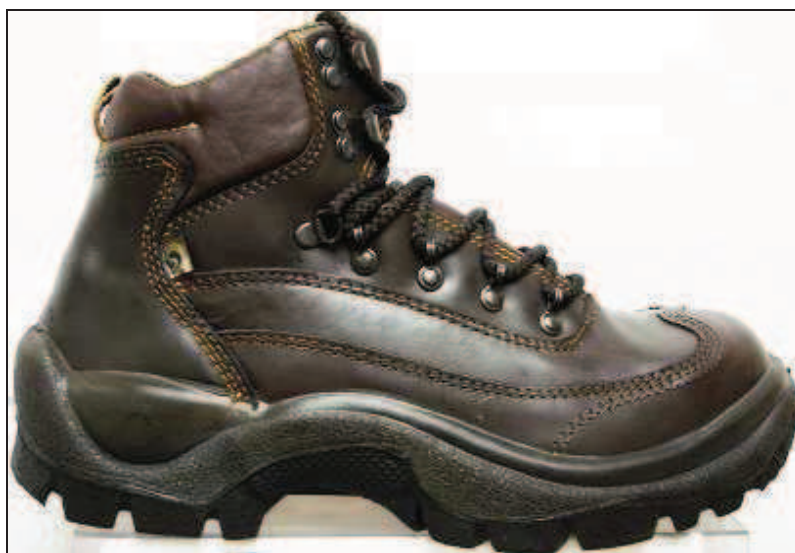
FIGURA 4.2 Modelo 350



Fuente: Calzados Sicura C.A.

- ♦ **Modelo 350:** Calzado tipo Brodekin fabricado en piel marrón engrasada y forrado internamente con tela, con puntera de acero y plantilla de acero opcional. La suela o piso está fabricada con poliuretano bidensidad; además posee plantilla de relleno ergonómica fabricada en poliuretano de baja densidad.

FIGURA 4.3 Modelo 530



Fuente: Calzados Sicura C.A

- ♦ **Modelo 530:** Calzado tipo Brodekin fabricado en piel marrón engrasada y forrado internamente con tela, con puntera de acero y plantilla de acero opcional. La suela o piso está fabricada con poliuretano bidensidad; además posee plantilla de relleno ergonómica fabricada en poliuretano de baja densidad.

4.1.2 MÉTODO UTILIZADO PARA LA TOMA DE TIEMPOS:

En primer lugar, previo a iniciar cualquier medición de tiempo, se realizó una reunión con los gerentes de planta (Principal y Secundaria), con el fin de plantear las características del procedimiento de toma de tiempos y para determinar las actividades que conforman cada uno de los procesos de la empresa. Posteriormente, se realizó una primera visita a la planta con el fin de notificarles a los diversos operarios acerca de las mediciones que se realizarían, así como para revisar la lista y la secuencia de las actividades realizadas en la planta.

El proceso de medición de tiempos se llevó a cabo en el mes de febrero, debido a que este representa uno de los meses de mayor producción durante todo el año y, a diferencia del mes de enero, todas las máquinas y los procesos han sido arrancados y se encuentran operativos. Se realizaron tomas de tiempo durante todos los días de la semana, tanto en el turno de la mañana como en el de la tarde. La jornada de trabajo de Calzados Sicura C. A. es de lunes a viernes de 8:00 AM a 12:00 PM y de 12:30 PM a 4:30 PM para todos los procesos excepto para la inyección de la suela, la cual posee 2 turnos para un total de 16 horas diarias.

Como instrumento de medición se utilizó un cronómetro digital del cual se tomaron lecturas con vueltas o retornos a cero. Este tipo de lectura consiste en realizar las mediciones de cada actividad por separado, iniciando cada medición con el cronómetro en cero y una vez tomado el tiempo se reinicia nuevamente para la siguiente medición. En todas aquellas actividades que lo permitían, se realizaron un total de 6 mediciones (3 en la mañana y 3 en la

tarde) para promediarlas y así poder considerar la variación de tiempo en ambos turnos debido a la fatiga del personal especializado. Los valores fueron registrados en segundos y minutos, sin considerar las fracciones de segundo registradas por el cronómetro.

En las siguientes tablas y gráficas se observan los tiempos de producción en cada uno de los procesos de la empresa:

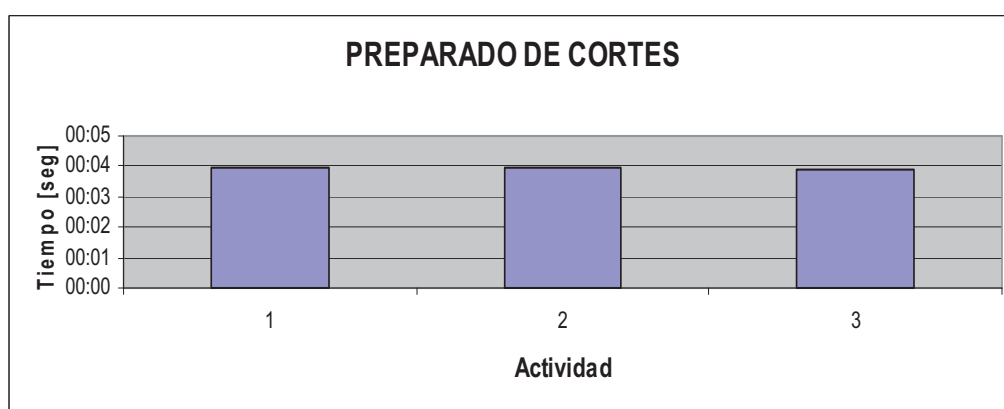
▪ **PROCESO DE PREPARADO DE CORTES:**

TABLA 4.2 Tiempos del Proceso de Preparado de Cortes

	ACTIVIDADES	Tiempo Promedio [s]	Cantidad	Tiempo Total [s]
1	Asignar el lote a cada corte	00:08	2	00:04
2	Identificar cortes que llevarán plantilla de acero	00:08	2	00:04
3	Armar las cestas por pares	00:08	2	00:04
Tiempo Total por Par				00:12

Fuente: Cálculos Propios

FIGURA 4.4 Tiempos del Proceso de Preparado de Cortes



Fuente: Elaboración Propia

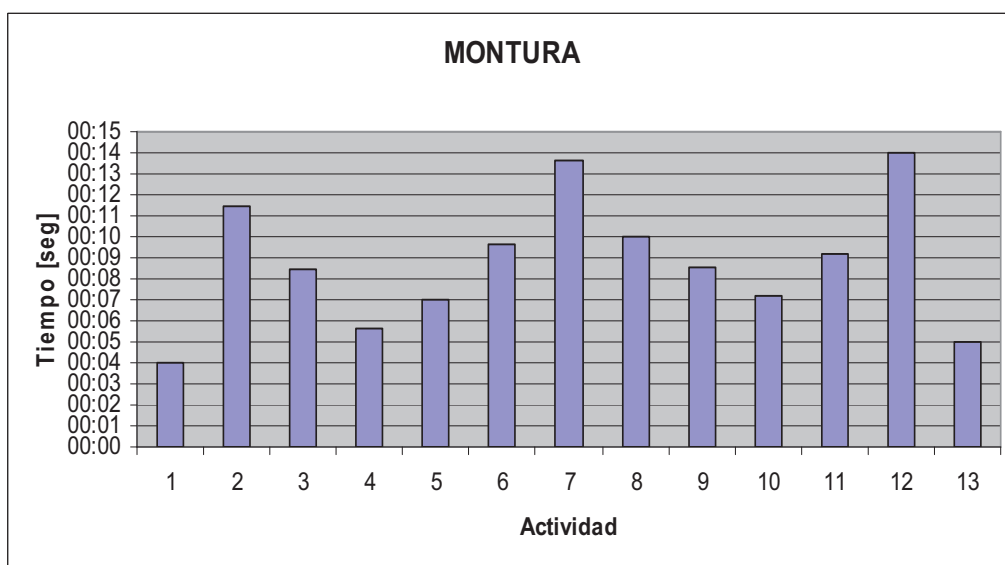
▪ PROCESO DE MONTURA:

TABLA 4.3 Tiempos del Proceso de Montura

	ACTIVIDADES	Tiempo Promedio [s]	Cantidad	Tiempo Total [s]
1	Seleccionar cortes según talla.	00:04	1	00:04
2	Calzar el corte en la horma correspondiente.	00:11	1	00:11
3	Aplicar pegamento a la punta del forro de la pala.	00:09	1	00:09
4	Adherir la tira en la parte posterior de la punta del forro de la pala.	00:06	1	00:06
5	Colocar la puntera correspondiente a la talla/pie.	00:07	1	00:07
6	Aplicar pegamento en el borde de la pala y punta de la plantilla.	00:10	1	00:10
7	Montar la punta del corte con la máquina montapunta.	00:41	3	00:14
8	Cortar / Lijar el exceso de piel de la pala.	00:10	1	00:10
9	CP Aplicar pegamento en toda la parte inferior de la plantilla.	00:17	2	00:09
10	CP Aplicar pegamento a la plantilla de acero	00:07	1	00:07
11	CP Colocar la plantilla de acero adherida a la plantilla del corte.	00:09	1	00:09
12	Descalzar el corte de la horma.	00:14	1	00:14
13	Verificar el lote y almacenarlo por tallas en las cestas correspondientes.	00:05	1	00:05
Tiempo Total por Par				01:54

Fuente: Cálculos Propios

FIGURA 4.5 Tiempos del Proceso de Montura



Fuente: Elaboración Propia

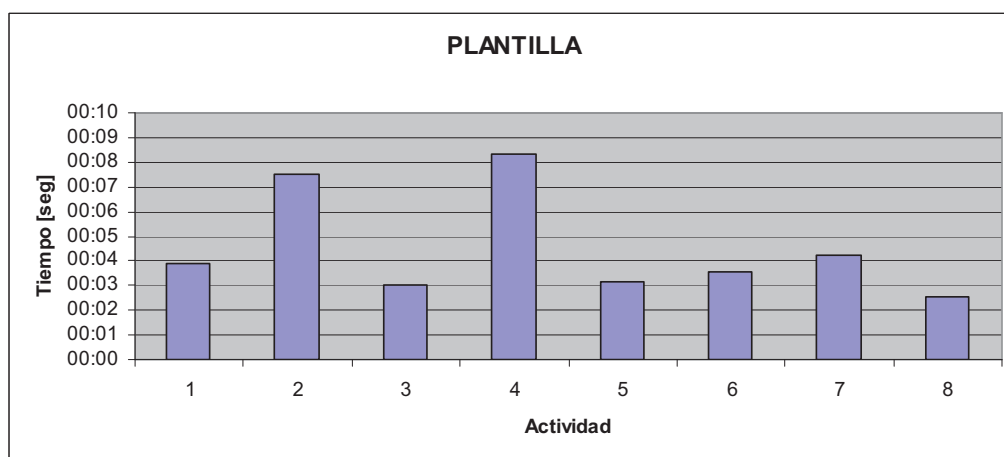
▪ PROCESO DE ELABORACIÓN DE PLANTILLAS:

TABLA 4.4 Tiempos del Proceso de Elaboración de Plantillas

	ACTIVIDADES	Tiempo Promedio [s]	Cantidad	Tiempo Total [s]
1	Cortar en la troqueladora las telas según las tallas correspondientes.	00:47	12	00:04
2	Rociar los moldes con desmoldante.	02:01	16	00:08
3	Seleccionar la tela según la talla y colocarlas en los moldes respectivos.	00:48	16	00:03
4	Colada completa (incluye curado del poliuretano y limpieza de válvula)	02:13	16	00:08
5	Retirar las plantillas	00:51	16	00:03
6	Identificar y almacenar en cestas las plantillas según talla.	00:57	16	00:04
7	Cortar el exceso de colado en la troqueladora, con la forma de plantilla.	00:51	12	00:04
8	Colocar las plantillas por tallas en cestas correspondientes.	00:30	12	00:03
Tiempo Total por Par				00:36

Fuente: Cálculos Propios

FIGURA 4.6 Tiempos del Proceso de Elaboración de Plantillas



Fuente: Elaboración Propia

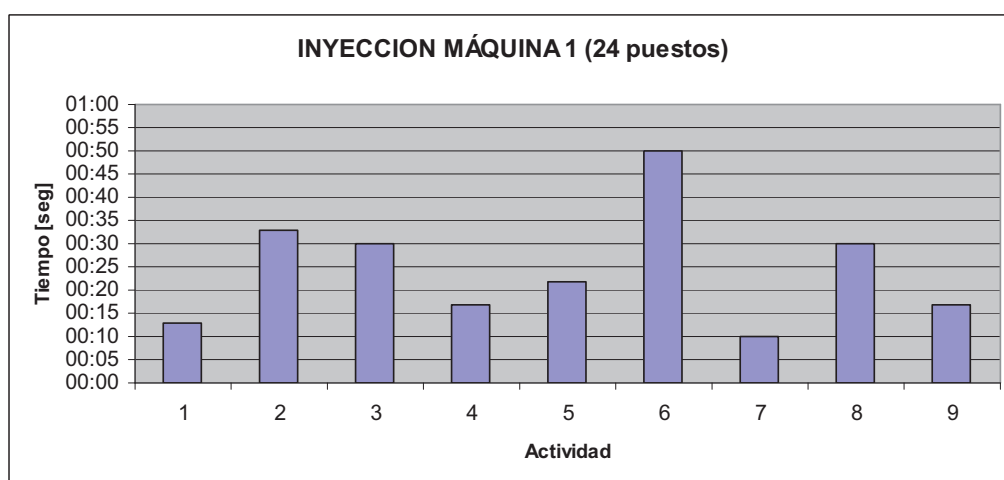
▪ PROCESO DE INYECCIÓN:

TABLA 4.5 Tiempos del Proceso de Inyección (Máquina 1)

	ACTIVIDADES	Tiempo Promedio [s]	Cantidad	Tiempo Total [s]
1	Seleccionar y registrar los cortes según talla y modelo.	00:13	1	00:13
2	Rociar con silicón las partes del molde.	00:33	1	00:33
3	Inyectar el compacto en el molde.	00:30	1	00:30
4	Calzar el corte en la máquina de inyección.	00:17	1	00:17
5	Lijar los bordes del corte.	00:22	1	00:22
6	Quitar la rebaba del molde del compacto "cachicamero"	00:50	1	00:50
7	Colocar el corte sobre el compacto.	00:10	1	00:10
8	Inyectar el expanso.	00:30	1	00:30
9	Retirar el calzado de la máquina de inyección.	00:17	1	00:17
Tiempo Total por Par				03:42

Fuente: Cálculos Propios

FIGURA 4.7 Tiempos del Proceso de Inyección (Máquina 1)



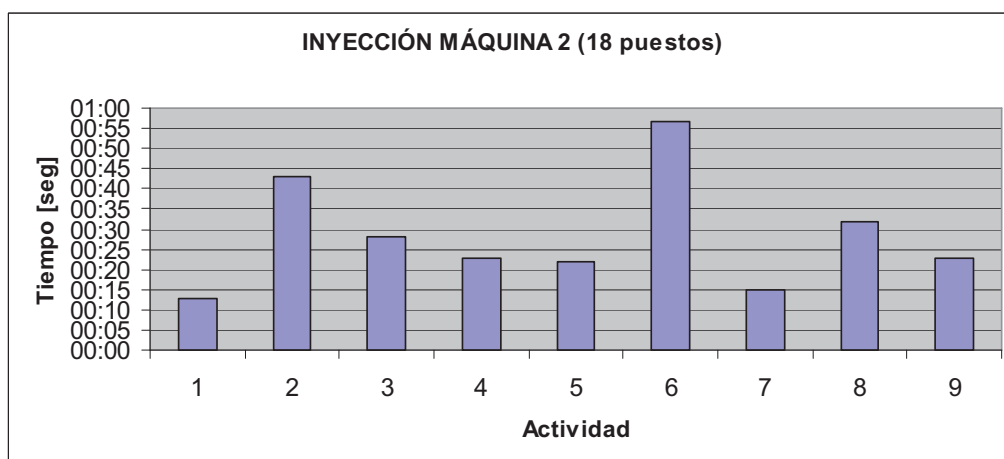
Fuente: Elaboración Propia

TABLA 4.6 Tiempos del Proceso de Inyección (Máquina 2)

	ACTIVIDADES	Tiempo Promedio [s]	Cantidad	Tiempo Total [s]
1	Seleccionar y registrar los cortes según talla y modelo.	00:13	1	00:13
2	Rociar con silicón las partes del molde.	00:43	1	00:43
3	Inyectar el compacto en el molde.	00:28	1	00:28
4	Calzar el corte en la máquina de inyección.	00:23	1	00:23
5	Lijar los bordes del corte.	00:22	1	00:22
6	Quitar la rebaba del molde del compacto "cachicamero"	00:57	1	00:57
7	Colocar el corte sobre el compacto.	00:15	1	00:15
8	Inyectar el expanso.	00:32	1	00:32
9	Retirar el calzado de la máquina de inyección.	00:23	1	00:23
Tiempo Total por Par				04:16

Fuente: Cálculos Propios

FIGURA 4.8 Tiempos del Proceso de Inyección (Máquina 2)



Fuente: Elaboración Propia

Debido a que en el proceso de inyección de la suela la empresa cuenta con 2 máquinas destinadas para tal fin, una de 24 puestos y otra de 18 puestos, se debe promediar el tiempo de ambas máquinas y dividir ese promedio entre el número de máquinas para conseguir un aproximado de la duración del proceso por par inyectado.

TABLA 4.7 Tiempos del Proceso de Inyección

MÁQUINA	Tiempo de la Máquina	Tiempo del Proceso por Par
24 Puestos	03:42	01:59
18 Puestos	04:16	

Fuente: Cálculos Propios

De igual manera, se utiliza el mismo método para determinar el tiempo promedio de la actividad más lenta para el cálculo de la capacidad de producción.

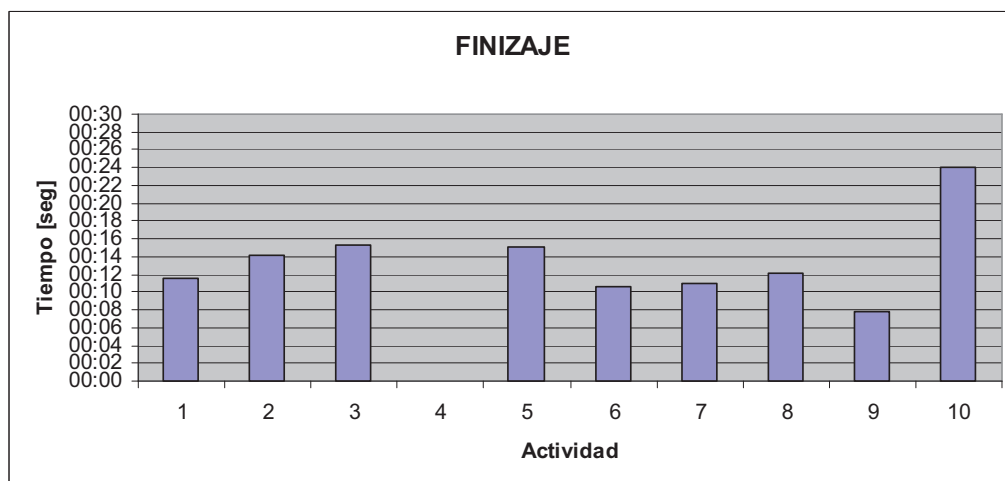
▪ PROCESO DE FINIZAJE:

TABLA 4.8 Tiempos del Proceso de Finizaje

	ACTIVIDADES	Tiempo Promedio [s]	Cantidad	Tiempo Total [s]
1	Retirar la rebaba.	00:35	3	00:12
2	Retirar los excesos finales.	01:40	7	00:14
3	Colocar la plantilla.	00:15	1	00:15
4	Inspeccion (detectar detalles y lote correspondiente)	00:00	1	00:00
5	Reparar daños y defectos del calzado.	04:46	19	00:15
6	Pintar el calzado (crema)	00:42	4	00:11
7	Pulir el calzado.	00:22	2	00:11
8	Colocar las trenzas.	00:24	2	00:12
9	Inspeccion final (Verificar según modelo y lote)	00:16	2	00:08
10	Embalar	00:48	2	00:24
Tiempo Total por Par				02:02

Fuente: Cálculos Propios

FIGURA 4.9 Tiempos del Proceso de Finizaje



Fuente: Elaboración Propia

4.1.3 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN ACTUAL DE LA PLANTA:

Tras el análisis de los resultados obtenidos en el proceso de medición de tiempos, por medio de las tablas anteriores, se puede obtener el tiempo de producción total para un par de calzados de seguridad de la siguiente manera:

TABLA 4.9 Tiempo Total de Producción por Par.

PROCESO	TIEMPO [S]
PREPARADO DE CORTES	00:12
MONTURA	01:54
ELABORACION DE PLANTILLAS	00:36
INYECCIÓN	01:59
FINIZAJE	02:02
TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN POR PAR	06:44

Fuente: Cálculos Propios

Para determinar la capacidad de producción actual de la planta, se debe considerar que ésta viene dada por su proceso más lento, y este proceso, a su vez, posee una capacidad de producción según la duración de su actividad más lenta. La capacidad de producción de cada uno de los procesos es:

TABLA 4.10 Capacidad Instalada por Proceso

PROCESO	ACTIVIDAD MAS LENTA	TIEMPO	CAPACIDAD INSTALADA [pares/hora]
PREPARADO	Proceso Balanceado	00:08	450
MONTURA	Descalzar el corte	00:14	260
PLANTILLA	Colada completa	00:08	450
INYECCIÓN	Quitar rebaba del molde del compacto	00:27	130
FINIZAJE	Reparar daños y defectos del calzado	00:15	240

Fuente: Cálculos Propios

Si observamos la tabla anterior, podemos apreciar que en la planta de Calzados Sicura C. A. la capacidad de producción viene dada por el proceso de inyección de la suela, el cual esta conformado por 2 máquinas de inyección que juntas procesan aproximadamente 130 pares de zapatos por hora. En la tabla 4.11 se muestran los porcentajes de utilización de la planta de los últimos 3 años de la empresa

TABLA 4.11 Porcentaje de Utilización de la Planta [%]

Mes \ Año	2006	2007	2008
Enero	60,74	83,49	75,17
Febrero	81,44	94,12	54,93
Marzo	72,86	73,25	66,62
Abril	72,41	38,72	79,58
Mayo	70,38	76,21	47,19
Junio	28,48	40,23	69,57
Julio	45,11	73,09	64,70
Agosto	61,43	56,34	50,73
Septiembre	56,48	86,25	44,88
Octubre	52,15	45,76	59,50
Noviembre	73,29	77,53	54,68
Diciembre	3,36	28,59	33,41

Fuente: Cálculos Propios

4.2 ESTUDIO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA

Luego de describir los procesos productivos de la empresa, se debe realizar un estudio técnico de los mismos, analizando cada uno de los factores que influyen en la eficiencia y eficacia de cada operación. Se evalúa cómo la empresa utiliza sus recursos en la ejecución de cada proceso para poder identificar a futuro las posibles mejoras que serán propuestas.

Los factores que se consideran para el estudio son:

- Análisis operativo del proceso
- Materiales
- Máquinas y Equipos

Este estudio se realiza con el objetivo de identificar posibles deficiencias o áreas de oportunidad dentro de cada proceso.

4.2.1 PROCESO DE PREPARADO DE CORTES

- ANALISIS OPERATIVO DEL PROCESO

El almacén de cortes se encuentra aproximadamente a 26 metros del área de preparado de cortes, por lo que la operación de transporte es considerablemente larga. Además, el almacén de cortes dispone de un área de 185 m², el cual se encuentra mal clasificado, identificado y con exceso de cestas acumuladas, lo que implica una demora en la etapa de verificación de existencia

de cortes. Sumando el hecho de que no siempre el traslado de cestas se hace con carretillas, sino transportadas a mano.

FIGURA 4.10 Almacén de cortes de la Planta Secundaria.



▪ MATERIALES

Los cortes se almacenan en cestas, con 10 pares de cortes cada una. Estas a su vez se almacenan dentro de la Planta Secundaria, alejadas de cualquier fuente de humedad o calor que pueda perjudicar el material. En la operación de asignación de lote se le adhiere una calcomanía a la parte interna de la plantilla con el código de barras que contiene toda la información pertinente a cada par de cortes. Esta calcomanía se adhiere de manera manual por un operador de preparado. La identificación se realiza mediante el sello la lengüeta de cada par de cortes que llevarán plantilla de acero. Este sello es de pintura blanca y va

sobre la parte externa de la piel. Ninguno de estos dos procesos afecta de manera considerable el material del corte.

- **MÁQUINAS Y EQUIPOS**

La única máquina utilizada en este proceso es la máquina selladora, con la que se sella la lengüeta de los cortes que llevarán plantilla de acero. Se encuentra operativa aún cuando es una máquina de considerable antigüedad. Adicionalmente se disponen de dos carretillas para el transporte desde el almacén de cortes hasta el área de preparado de cortes, las cuales se encuentran en buen estado. También son usadas para otros transportes en otros procesos de la planta.

4.2.2 PROCESO DE MONTURA

- **ANÁLISIS OPERATIVO DEL PROCESO**

El transporte de cestas con cortes desde el área de preparado es realizado mediante el uso de carretillas. En ocasiones las cestas son transportadas a mano por los operarios. El calzador dispone de un almacén de hormas improvisado en algunas de las cestas de la manovía en desuso que se encuentra cercana a su estación. De allí traslada las hormas necesarias para calzar los cortes de manera manual.

Los cortes ya calzados los deposita en las cestas rodantes de la manovía, la cual no está automatizada y requiere que el operario correspondiente a cada estación empuje las cestas para poder procesar los cortes. El pegamento

utilizado en las operaciones de montura desprende un olor muy fuerte, el cual está presente en gran parte del área de la manovía. Esta sustancia es aplicada mediante brochas, las cuales no reciben ningún tipo de mantenimiento, por lo que no brindan una aplicación adecuada de pegamento sobre las diversas superficies en las cuales se aplica.

La puntera es insertada en el corte mediante la ayuda de un martillo de goma, que en ocasiones es un martillo de metal recubierto con telas, para evitar que este dañe el recubrimiento de la puntera de acero. Al llegar a la etapa de las máquinas montapuntas, la mala aplicación del pegamento afectaría el desempeño de la operación de montado en caso el corte se procesase, por lo que en muchas ocasiones son devueltos. Algunos de los operadores de estas máquinas no realizan una inspección previa del corte antes de procesarlos en la máquina montapunta, lo que genera un corte con montado defectuoso que es rechazado en las estaciones siguientes.

En la estación de pegado de plantilla de seguridad, se necesita una espera previa aproximada de 10 minutos para permitir que el pegamento asiente y así lograr una mejor adherencia. Para lograr esto se genera un “cuello de botella” en la manovía, justo antes de esta estación, para evitar así que el proceso de montura se detenga. Además de esto, se observó que en ocasiones se adherían plantillas cuya medida era menor a la que correspondía al corte, apreciándose parte de la plantilla desprotegida.

El proceso finaliza en la estación de descalzado, operación que es realizada manualmente por un operador que distribuye los cortes descalzados en cestas. Luego estas cestas son transportadas mediante carretilla de vuelta al

almacén de cortes inicial que se encuentra a 26 metros de distancia de esta estación.

- **MATERIALES**

Los cortes son transportados a lo largo de la manovía en cestas rodantes, avanzando por todas las estaciones de trabajo dispuestas en ella. El material del corte es sometido a varias aplicaciones de pegamento para insertar tanto la puntera como la plantilla de acero. En algunas ocasiones el pegamento es aplicado de manera incorrecta, afectando el lado externo del cuero. Luego pasa a la estación de la máquina montapunta, la cual estira el material de la pala para envolver con esta la puntera de acero y cerrar el corte. Esta operación puede dañar el material en caso se opere de manera incorrecta.

- **MÁQUINAS Y EQUIPOS**

Tanto para calzar como para descalzar es necesario un equipo que sujeta la horma y ayuda a extraerla del corte. Su operación es totalmente manual y no hay ningún mecanismo involucrado. La máquina montapunta requiere de un operador especializado en su funcionamiento, que se ve comprometido por la falta de repuestos y mantenimiento. Estas máquinas son antiguas y de diversos principios de funcionamiento: tres de ellas son neumáticas y una es hidráulica, la cual no está operativa. El transporte de cestas hacia el almacén de cortes es realizado mediante carretillas y en algunos casos por los mismos operarios a mano.

FIGURA 4.11 Máquina de montura en reparación

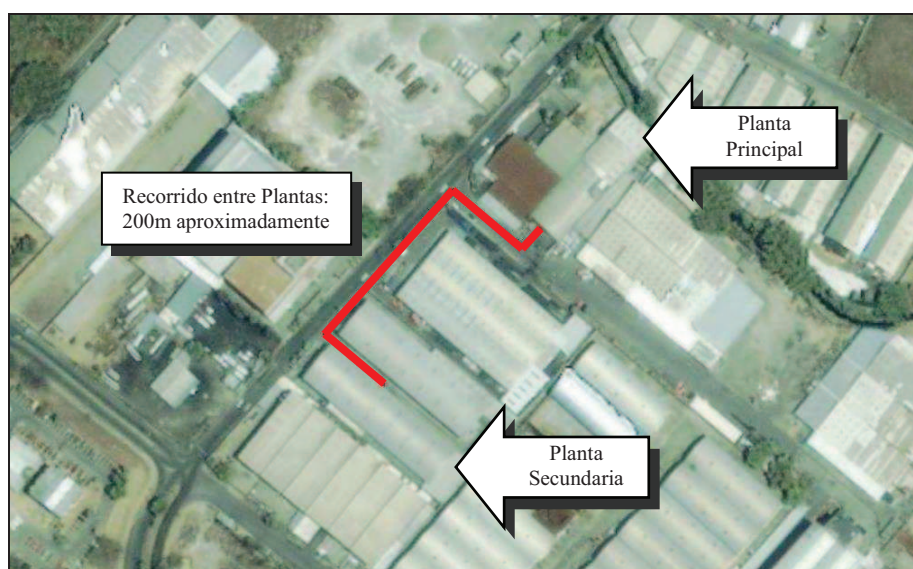


4.2.3 PROCESO DE INYECCIÓN

- **ANÁLISIS OPERATIVO DEL PROCESO**

La logística necesaria para suplir el proceso de inyección con los cortes montados en el proceso anterior requiere de un camión que haga traslados diarios desde el almacén de cortes de la Planta Secundaria hasta el almacén de cortes de la Planta Principal, lo que genera a su vez una dualidad de áreas en ambas plantas.

FIGURA 4.12 Foto Satelital que muestra la ubicación de las Plantas Principal y Secundaria



El proceso de inyección es llevado a cabo por dos máquinas, ambas tienen las mismas estaciones, pero con distintos números de puestos. Desde el almacén de cortes de la Planta Principal se trasladan en carretilla cestas con cortes al área de inyección, a una zona de identificación de cortes para poder ser asignados a los distintos puestos de la máquina. En algunas ocasiones se acumulan cantidades considerables de cestas con cortes, lo cual obstaculiza el tránsito de operadores por la zona. El control de la identificación es llevado en un cuaderno a lápiz por el encargado de esta operación, el cual va introduciendo pares de cortes faltantes en los compartimientos de cada puesto de la máquina de inyección. Se aprecia en la mayor parte del área una acumulación de desmoldante en el suelo y la superficie de muchos componentes y máquinas, proveniente de la etapa de rociado. Esto, debido al acabado de cemento pulido

del suelo, genera un efecto resbalante mientras los operarios se desplazan por la zona, aún estando equipados con calzados de seguridad.

El núcleo rotativo de cada máquina de inyección está formado por un número de puestos que van pasando por cada una de las estaciones dispuestas a su alrededor, algunas de ellas con máquinas regidas por el control numérico establecido en el panel de control, cuyo tiempo nominal de operación por puesto está fijado a 15 segundos. Sin embargo, el tiempo de rotación real de cada puesto es controlado por el operador de la estación de retiro de exceso de material de compacto, el cual muchas veces requiere más del tiempo nominal para realizar su operación. Adicionalmente, cada puesto tiene la posibilidad de detener el proceso en caso requieran de más tiempo para su operación particular.

Los cabezales de inyección de compacto y expanso son alimentados por dos tanques de polioli e isocianato, los cuales son recargados periódicamente por el Supervisor de Mezcla de Materiales de Inyección, el cual debe de estar alerta de los niveles de material de cada tanque en ambas máquinas debido a que la preparación previa del polioli requiere tiempo y debe programarse. El área de mezclado se encuentra más cercano a la máquina de inyección pequeña, por lo que el transporte de los tambores de polioli e isocianato es mucho más sencillo que a la máquina de inyección grande.

El operador encargado de calzar los cortes en los puestos de la máquina es el mismo que se encarga de descalzarlos y colocarlos en los armarios rodantes que sirven para transportar los calzados ya inyectados al área de finizaje.

▪ MATERIALES

El manejo de los cortes durante el proceso de inyección viene dado principalmente por la máquina de inyección, la cual se encarga de mantenerlos fijos en la horma de cada puesto y lijar los bordes por donde se adherirá el piso de poliuretano durante la operación de inyección. Los operarios encargados de colocar los cortes en los compartimientos de los puestos y de calzar y descalzar en las hormas requieren un nivel de cuidado y precisión para evitar cualquier daño a la piel o a cualquier otro componente del corte. En algunas ocasiones, la mala colocación del corte en la horma trae como consecuencia que el robot de lijado realice su operación de manera errada, lo cual daña la capa externa de la piel del corte que no debería llevar lijado y esto resulta en que el poliuretano no se adhiere correctamente al corte.

Con respecto al poliuretano, el preparado de los componentes es realizado en la zona de mezclado, en la cual, con la asistencia de una mezcladora industrial, se combinan por un tiempo determinado para garantizar homogeneidad. La composición de cada componente es fija, tanto para el material del compacto como para el del expando. Es el cabezal de inyección el que controla la proporción de cada componente, y es lo que el Supervisor de Mezcla de Materiales de Inyección debe inspeccionar siempre que se cargue nuevo material en los tanques, para garantizar que el compacto y el expando presentan las propiedades requeridas. Esto lo hace inyectando una pequeña porción de material dentro de un envase pequeño para verificar la homogeneidad de la mezcla y su grado de expansión.

FIGURA 4.13 Diferencias entre el material del expando (A) y el compacto (B)



▪ MÁQUINAS Y EQUIPOS

El proceso de Inyección es realizado por dos máquinas, las cuales tienen distinta ubicación de estaciones y presentan ciertas diferencias en aspectos operativos. En la tabla IV.1 se enlistan los componentes de cada una de las máquinas y sus condiciones.

TABLA 4.12 Comparación de los componentes de las máquinas de
inyección

COMPONENTE	MÁQUINA 1	MÁQUINA 2
Núcleo rotativo	24 puestos	18 puestos
Puestos	Contienen: horma, molde, contramolde, medidor de temperatura de molde, botón de control de rotación	Contienen: horma, molde, contramolde, botón de control de rotación
Cabezal automático de inyección de compacto	Operativo (con sistema de limpieza de cabezal incompleto)	Operativo (con sistema de limpieza de cabezal incompleto)
Cabezal automático de inyección de expanso	Operativo	Operativo (con sistema de limpieza de cabezal incompleto)
Robot de lijado	Operativo	Operativo
Removedor de rebaba	No Operativo	No posee
Robot rociador	No Operativo	No posee
Tanques de poliols e isocianato	Capacidad 400 l aprox.	Capacidad 400 l aprox.
Sistema de calentamiento de los tanques y moldes	Sistema de tuberías de agua caliente que circulan por la capa exterior del tanque	Sistema de tuberías de agua caliente que circulan por la capa exterior del tanque
Sistema de enfriamiento de los cabezales de inyección	Enfriamiento por agua de la zona de mezcla del inyector	Enfriamiento por agua de la zona de mezcla del inyector
Tablero de control	Pantalla con software de control de tiempos, volúmenes, operatividad de puestos, condiciones de presión y temperatura del proceso, rpm de las bombas	Pantalla táctil con software de control de tiempos, volúmenes, operatividad de puestos, condiciones de presión y temperatura del proceso

Fuente: Elaboración Propia

**4.2.4 PROCESO DE ELABORACIÓN DE PLANTILLA DE
RELLENO (COLADA)****▪ ANÁLISIS OPERATIVO DEL PROCESO**

El proceso inicia por el área de troquelado, en el cual se encuentran dos máquinas troqueladoras encargadas de cortar la tela de las plantillas y luego los excesos de tela y poliuretano de las mismas. En ocasiones, este exceso es considerable, debido a la manera actual de operar la máquina, específicamente, la válvula de colada.

El premezclado de los componentes del poliuretano se lleva a cabo en una zona cercana a los tanques de la máquina de colada, por lo que el transporte del material es breve. Sin embargo, la operación de carga de los tanques se realiza manualmente, debido a que las bombas que se encargan de esta operación se encuentran averiadas. Actualmente, la carga la hacen elevando el tambor de polioliol, isocianato y desmoldante con un montacargas y vierten el contenido en el tanque correspondiente. Esto trae como consecuencia derrames de sustancias sobre los alrededores de los tanques, lo cual se ha ido concentrando con el tiempo.

El control y movimiento del cabezal de colada es manual, al igual que el de la pistola de rociado. La válvula del cabezal se encuentra averiada, por lo que deja escapar cierta cantidad de material que cae sobre unas bandas de goma ubicadas entre cada molde, que evitan que se precipite sobre otras partes. Aún así, cuando se vierte demasiado poliuretano sobre los moldes, éste se desborda en su etapa expansiva y cae sobre la base de la máquina.

Cada dos o tres coladas se rocían los moldes con desmoldante de manera manual con una pistola. Lo que no cae sobre los moldes, cae sobre la máquina y el suelo de los alrededores, generando un efecto resbalante que perciben los operadores aún equipados con calzados de seguridad. El efecto de cemento pulido del suelo contribuye con este efecto.

FIGURA 4.14 Operación de colada de poliuretano sobre cada molde. Se aprecia el exceso de material entre los moldes debido a la fuga que presenta la válvula durante su desplazamiento



▪ MATERIALES

Los componentes del poliuretano son mezclados en la válvula de colada y vertidos sobre cada molde, para luego de cerrados, el calor que emiten colabora con la reacción exotérmica que forma el poliuretano. A su vez, con la reacción se logra la adhesión de la tela colocada sobre cada molde. Como el poliol es mezclado sin ninguna pasta, el color de las plantillas de relleno es blanco. Parte del material, tanto de tela como de poliuretano, es considerado material de exceso y es removido en un segundo proceso de troquelado, para darle a la plantilla de relleno su forma ideal. Esta plantilla es de poliuretano mucho más blando que el del piso, cualidad que se necesita para brindar confort durante el uso del calzado de seguridad.

▪ MÁQUINAS Y EQUIPOS

La máquina de colada esta compuesta por un banco semicircular, el cual sostiene los moldes y los mantiene a una temperatura ideal para colaborar con la reacción del poliuretano. Este banco contiene una plataforma en la cual se encuentran los tanques de los materiales que intervienen en el proceso. Tanto el banco como el área de los tanques se encuentran en condiciones higiénicas precarias, debido a los derrames de material que han ocurrido por la inoperatividad de las bombas de carga. La máquina de colada posee un tablero de control que tiene la posibilidad de regular la cantidad de poliuretano que la válvula vierte en cada molde. Se programa la cantidad total en base a la talla de la plantilla de relleno correspondiente. Sin embargo, este sistema está averiado, por lo que la colada se realiza de manera manual, por un operador de colada que controla la válvula según su criterio basado en la experiencia. Además, ocho de

los veinticuatro moldes no están operativos. Debido a la antigüedad de la máquina, algunos de sus componentes presentan dificultad para su reparación.

Hay dos máquinas encargadas de troquelar las plantillas de relleno. Una de ellas tiene capacidad de colocar diez pares de plantillas en la mesa de trabajo para poder cortarlas con la prensa de la troqueladora. La segunda máquina es más pequeña y permite colocar sólo 4 pares como máximo. Esta última es bastante antigua pero se encuentra perfectamente operativa. Ambas troqueladoras disponen de los mismos patrones de corte, tanto de telas como de plantillas, para poder realizar su operación.

4.2.5 PROCESO DE FINIZAJE

- **ANÁLISIS OPERATIVO DEL PROCESO**

El área de finizaje recibe los calzados inyectados en armarios rodantes, los cuales son transportados por un elevador que comunica ambas áreas. El área de finizaje se encuentra en la planta alta y el área de inyección se encuentra en la planta baja. Este elevador se utiliza también para enviar plantillas de relleno, provenientes de la Planta Secundaria, insumos y calzados que deben ser reinyectados, debido a que no estuvieron conformes en la inspección que se realiza en este proceso.

Considerando que el área de finizaje se encuentra en la planta alta, las temperaturas debido al calentamiento del techo durante el día pueden llegar hasta los 40 grados y más. Por esta razón se han dispuesto diversos equipos de ventilación forzada para minimizar esa temperatura.

Las operaciones de acabado final se llevan a cabo por mujeres especialistas que eliminan o reparan imperfecciones de los calzados que han podido sufrir en alguno o todos los procesos anteriores. Se enfrentan a diversos tipos de defectos, y el tiempo que se toman en realizar su operación varía dependiendo del tipo de material del corte que fue afectado o del grado de daño que este presente. La supervisora de finalizaje inspecciona los calzados a mejorar y aparta los que deben ser reprocesados en un área específica para estos.

Los calzados que fueron reparados pasan a las últimas operaciones de finalizaje, que son pintura, pulitura y adición de cordones o trenzas, para luego ser inspeccionados por última vez antes de pasar por las dos operarias de empaquetado; estas se encargan de introducir los calzados finalizados en bolsas o cajas, identificadas con una calcomanía que refleja toda la información del contenido de cada empaque y de la orden de producción. En esta etapa, y previo a la etapa de reparado, se aprecia la mayor acumulación de calzados en proceso del área de finalizaje.

▪ MATERIALES

Se utilizan diversas sustancias para dar el acabado final a los calzados de seguridad. Para la operación de reparado utilizan pintura, espuma de poliuretano y solvente para corregir cualquier daño al calzado. Con la espuma se rellena cualquier defecto menor del poliuretano presente en el piso y se mejora su acabado mediante una navaja o lija. Luego en la operación de pintura se aplica una capa del color correspondiente a cada calzado, si aplica, y luego pasa a la operación de pulido en el que se asienta la pintura en el material del

corte. Finalmente los calzados de seguridad son empacados en bolsas plásticas que los protegen de cualquier agente externo. Por pedidos especiales, los calzados se introducen en cajas de cartón con el logotipo de la empresa, y se colocan en un área especial para brindarles mayor cuidado.

▪ MÁQUINAS Y EQUIPOS

Para el corte de exceso de poliuretano del piso se utilizan dos máquinas refiladoras, que cortan la superficie del contorno del piso. Son nuevas y se encuentran perfectamente operativas. Esto con el fin de eliminar la rebaba producto de los excesos de la inyección. Luego se cuenta con una máquina de pulido, que es manejada por dos operarias y cada una de ellas tiene la capacidad de pulir un calzado a la vez. Algunas veces, debido a la demanda en otras operaciones, sólo una operaria se encuentra asignada a esta máquina.

Para la etapa de empaque, las últimas dos máquinas asignadas a este proceso son computadoras provistas de impresoras que emiten las calcomanías correspondientes a cada empaque. La operaria asignada en cada máquina es la misma que edita la calcomanía, la imprime, empaca los calzados correspondientes en la bolsa de plástico, la sella y le adhiere la calcomanía con la información correspondiente.

4.3 ESTUDIO DE CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL DE LA PLANTA

Observando las condiciones de Higiene y Seguridad Industrial de cada área de trabajo involucrada en el proceso productivo de la empresa, se identifican los riesgos presentes y se miden para analizar las acciones a tomar, para minimizarlos o erradicarlos durante el diseño de la nueva planta. Esto en base a las pautas dictadas en los reglamentos y normas pertinentes a cada tipo de riesgo presente en las operaciones que se llevan a cabo.

4.3.1 RIESGO QUÍMICO

Los principales contaminantes a los cuales están expuestos los trabajadores en cada área son:

- 1) *Preparado de Cortes*: no presenta ningún riesgo químico para los trabajadores.
- 2) *Montura*: vapores provenientes del pegamento utilizado en el área en distintas operaciones. Los operadores no utilizan ningún tipo de protección respiratoria o visual en esta zona.
- 3) *Colada*: fluidos y vapores provenientes de químicos y solventes específicos del área de la máquina de inyección. Los operadores constan de protección respiratoria, sin embargo, en ocasiones se observa a algunos trabajadores que no están utilizándolos.
- 4) *Inyección*: fluidos y vapores provenientes de químicos y solventes específicos del área de la máquina de inyección. Los operadores constan

de protección respiratoria, sin embargo, en ocasiones se observa a algunos trabajadores que no están utilizándolos.

- 5) *Finizaje*: vapores y fluidos de químicos y solventes utilizados en las operaciones de reparación de calzados. Las operadoras no utilizan ningún tipo de protección respiratoria.

La norma COVENIN 2237:1989, para el caso de puestos de trabajo con nieblas o rocíos de sustancias presentes, dicta que es necesaria protección tanto respiratoria como visual. Este es el caso de las áreas de colada e inyección. Es de notar que durante años la empresa ha hecho énfasis en la utilización de los implementos de protección respiratoria. Sin embargo, se evidenció que el personal que opera la máquina tiene las máscaras para vapores químicos suministradas por la empresa pero no lo están usando. Tampoco utilizan protección visual.

4.3.2 RIESGO FÍSICO

Las normas COVENIN 1565:1995 “Ruido ocupacional. Programa de conservación auditiva en niveles permisibles y criterios de evaluación”, establecen que el trabajador no puede estar expuesto a un ruido superior de 85 dB por un período mayor de 8 horas continuas, de ser superado este nivel de ruido al trabajador debe brindársele protección auditiva, ya que estaría expuesto a sufrir una enfermedad laboral.

Los valores promedio de ruido detectados según la evaluación realizada en Calzados Sicura fueron los siguientes:

TABLA 4.13 Valores de ruido medidos en las áreas principales de la empresa

Valor promedio (dB)	Área de la medición
92,0	Inyección, Área Máquina N° 1
93,5	Inyección, Área Máquina N° 2
79,1	Acabado Final (Reparador de Calzado)
81,1	Manovía (Operador manovía)
81,0	Maquina de colada de plantillas
88,0	Troquelado de plantillas
76,0	Almacén P. T.
67,0	Oficinas

Fuente: Medición de Ruido. Calzados Sicura C.A.

Por los resultados reflejados en la evaluación de ruido, algunas áreas superan el límite máximo permitido. Los trabajadores que desarrollan actividades en estos sectores deben utilizar obligatoriamente la protección auditiva recomendada para evitar las enfermedades generadas por efectos de este contaminante.

Sin embargo, se observó en varias ocasiones que los empleados no utilizaban protección auditiva en áreas de alto ruido, por lo que los supervisores deben constituirse en ejemplo para sus supervisados, colocándose los protectores auditivos cuando entran en áreas con niveles de ruido superiores al máximo permisible según la normativa vigente.

Con respecto a la temperatura, debido a la ubicación geográfica de las plantas, se presentan altas temperaturas durante el día dentro de las instalaciones. Esta es aplacada gracias a sistemas de ventilación forzada que han sido instalados en el área de finalizaje, la cual es la más afectada.

4.3.3 RIESGO BIOLÓGICO

Los principales riesgos biológicos presentes en las áreas productivas de la empresa son:

- 1) *Preparado de Cortes*: gran cantidad de cajas rotas, restos de cartón y material de embalaje dispersos por toda el área.
- 2) *Montura*: no se identificaron riesgos biológicos en el área.
- 3) *Colada*: contaminación del área debido a acumulación de diversas sustancias sobre y alrededor de la máquina de colada. Acumulación de restos de poliuretano en los alrededores. Precipitación y acumulación de desmoldante sobre el suelo cercano a la estación de rociado.
- 4) *Inyección*: en ocasiones se percibe olor a aguas negras. Acumulación de restos de poliuretano en algunas partes de las máquinas. Precipitación y acumulación de desmoldante sobre el suelo cercano a la estación de rociado.
- 5) *Finizaje*: acumulación de restos de poliuretano en área de retiro de rebaba y excesos. Vapores de solventes utilizados en la etapa de finizaje.

Los desechos observados en las áreas de trabajo son producto de la realización de las operaciones de cada área. Periódicamente se limpia cada área, aunque no de manera frecuente, y se retiran todos los restos de material acumulado. El contaminante más acumulado, y de más difícil remoción, es el desmoldante proveniente de la operación de rociado de las dos máquinas de inyección, el cual se precipita sobre los alrededores de la estación y por el mismo tránsito de los operadores y de la ventilación se esparce sobre el resto de

la máquina y los alrededores del área de inyección. Esto genera un efecto resbalante, además de contaminante, en el suelo y las superficies cercanas, el cual se aminorará con el uso de calzados de seguridad.

4.3.4 RIESGO ERGONÓMICO

Se evalúan las condiciones ergonómicas de cada área de trabajo para identificar los posibles riesgos a los que se enfrentan los trabajadores en la realización de sus operaciones.

- 1) *Preparado de Cortes*: las operaciones las realizan de pie, alrededor de una mesa amplia en la que ordenan los cortes en pares y los distribuyen para su respectiva identificación. Se llevan a cabo los transportes de cestas con carretilla; en ocasiones manualmente. No realizan operaciones estacionarias.
- 2) *Montura*: los operadores del área de montura se apoyan de la movilidad de la manovía para sus respectivas actividades y el traslado entre estaciones.
- 3) *Colada*: la máquina de colada está diseñada para que un operador de altura promedio trabaje apropiadamente. No se requiere realizar ninguna actividad estacionaria ni se requiere manejar grandes pesos, ya que todas las operaciones se realizan con asistencia de la máquina de colada.
- 4) *Inyección*: las máquinas de inyección están diseñadas para que un operador de altura promedio trabaje apropiadamente. Cada estación se encuentra separada por rejas. Algunas estaciones, como las de calzar/descalzar y de retiro de excesos, presentan poco espacio para maniobrar.

- 5) *Finizaje*: es el área donde se evidencian la mayor cantidad de riesgos ergonómicos del proceso productivo. La zona de reparación de calzados presenta puestos de trabajos incómodos, de poco espacio para maniobrar, en los cuales se trabaja con sustancias químicas, elementos cortantes y lijas. Algunas operarias manufacturan utensilios ellas mismas para ayudarse con sus actividades, como por ejemplo, dedales o refuerzos para sostener algunos instrumentos. Las sillas de los puestos de reparación de calzados están muy deterioradas; en algunos casos las operarias refuerzan los asientos con material de relleno para mejorar el confort. Sin embargo, es insuficiente, ya que la mayoría de las operarias de esta área presentan quejas de dolores varios, como de cintura, cuello, espalda, piernas, entre otros. También carecen de soportes para los brazos o los pies, causando un cansancio acumulado durante el día. El resto de las estaciones de trabajo de esta área requieren que la operaria se mantenga de pie durante la ejecución de la operación.

TABLA 4.14 Protección personal requerida de acuerdo al tipo de riesgo.

PROTECCIÓN A:								
	CABEZA	CARA	OJOS	VÍAS RESPIRATORIAS	OIDOS	MANOS Y BRAZOS	PIES Y PIERNAS	CUERPO
RIESGO	VAPORES		Protector ocular	Equipo de Protección respiratoria				Ropa de trabajo
	ROCÍOS		Protector ocular	Equipo de Protección respiratoria				Ropa de trabajo
	SUSTANCIAS LÍQUIDAS	Protector facial	Protector ocular			Guantes de goma o material sintético	Calzado o bota de material sintético	Ropa de trabajo
	RUIDO				Protector auditivo			
	PISOS RESBALADIZOS						Calzado con piso anti-resbalante	
	ABRASIÓN					Guantes de cuero	Calzado de seguridad	Ropa de trabajo
Integral								

Fuente: Norma COVENIN 2237-87 Ropa, Equipos y Dispositivos de Protección Personal.
Selección de acuerdo al riesgo ocupacional.

4.4 PROPUESTAS DE MEJORAS PARA LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

Del análisis operativo de cada uno de los procesos se observan algunas oportunidades de mejora que serán tomadas en cuenta en el diseño de la nueva planta. A continuación se enlistan por cada proceso.

♦ PREPARADO DE CORTES:

- Localizar el área de preparado de cortes anexa al almacén de cortes para reducir los tiempos de traslado.
- Reorganizar el almacén de cortes, para facilitar el manejo del material procesado y por procesar.
- Proveer al almacén de cortes de un sistema mas eficiente de traslado de material, tal como una banda transportadora o una carretilla hidráulica, esto con el fin de mejorar el traslado de los cortes hacia el área de preparado.

♦ MONTURA:

- Acondicionar y reactivar la manovía automatizada para su uso durante el proceso.
- Mejorar el sistema de aplicación de pegamento y las medidas de protección personal de los operadores encargados de esta operación.
- Renovar las herramientas deterioradas que se utilizan.
- Incorporar a la línea 2 nuevas máquinas montapuntas, ya que las que se disponen son obsoletas y de difícil mantenimiento. Se recomienda que estas

máquinas sean de funcionamiento neumático, debido a la presencia de compresores en la planta.

- Mejorar la ventilación del área mediante el uso de extractores y ventiladores, para disminuir el nivel de vapores de pegamento en el aire.
- Instalar puntos de inspección, o asignarlas a los operarios para un mejor control del proceso.

♦ INYECCIÓN:

- Unificar las plantas principal y secundaria en una misma área para eliminar el transporte entre almacenes y la dualidad de espacios, para así facilitar el manejo de material de entrada al proceso de inyección.
- Controlar la cantidad de cortes asignados a cada máquina de inyección para evitar el congestionamiento y obstaculización de espacios destinados al tránsito de operadores.
- Proveer al piso del área de inyección con una textura que minimice el efecto resbaladizo que genera la acumulación de desmoldante.
- Asignar un punto de inspección en la entrada a la máquina de inyección, para evitar el ingreso de cortes defectuosos.
- Ubicar los aspiradores industriales en un área aislada, de ser posible externa a la planta, ya que estos representan la principal fuente generadora de ruido en el área de inyección.
- Localizar el área de mezclado equidistante a cada máquina de inyección.
- Proveer de los respectivos mecanismos de limpieza a los cabezales que no cuentan con estos dispositivos.
- Instalar nuevos sistemas de extracción de vapores para cada máquina de inyección a fin de reducir los niveles de desmoldante en el aire.

♦ ELABORACIÓN DE PLANTILLA DE RELLENO (COLADA):

- Reparar y reactivar las bombas de alimentación de los tanques de la máquina de colada.
- Reparar y reactivar los 8 puestos averiados de la máquina de colada.
- Llevar a cabo una limpieza exhaustiva de la máquina de colada y sus alrededores, ya que se ha acumulado gran cantidad de material debido a los continuos derrames de la operación de carga de los tanques, y también debido a la operación misma de la máquina.
- Proveer al piso del área de colada con una textura que minimice el efecto resbaladizo que genera la acumulación de desmoldante.
- Dotar al área de un sistema de ventilación forzada y extracción de vapores, para mantener niveles adecuados de temperatura y vapores en el aire.
- Debido a la antigüedad de la máquina de colada, se sugiere realizar un estudio de factibilidad sobre la reparación y actualización de la máquina actual versus la adquisición de una nueva máquina.

♦ FINIZAJE:

- Mejorar el sistema de ventilación del área de finalizaje debido a las altas temperaturas que se registran durante la jornada laboral.
- Verificar que todas las operarias de esta área dispongan y usen el equipo de protección personal adecuado para sus actividades correspondientes.
- Mejorar la ergonomía de los puestos de trabajo del área de reparado de calzados, debido a que muchas operarias presentan quejas con respecto a las sillas.

- Mejorar la iluminación en los puestos de trabajo, para facilitar las operaciones.
- Instalar un tren de distribución de doble sentido para las tareas de colocación de plantillas de relleno, refileado y limpieza de excesos finales, a fin de mejorar el proceso de transporte del material entre áreas.
- Instalar una banda transportadora en el área de reparación de daños y defectos del calzado para mejorar la distribución de los cortes a cada puesto de trabajo y para disminuir el espacio que ocupa dicha área.

♦ GENERALES:

- Equipar al almacén de productos químicos con una carretilla hidráulica para transportar los tambores de Polioli e Isocianato con mayor facilidad.
- Se sugiere la adquisición de una máquina troqueladora tipo puente, para sustituir la troqueladora tipo bandera que esta actualmente operativa en el área de troquelado, la cual posee mayor capacidad de trabajo.
- Ubicar las máquinas de inyección en un área donde se encuentren separadas del resto de los departamentos para disminuir la contaminación que éstas puedan generar sobre las demás áreas de trabajo.
- Se recomienda el uso de un sistema tipo software para el control de inventario y de procesamiento de cortes en las áreas de preparado, inyección, finalizaje y en el almacén de cortes entrantes y de producto terminado.
- Aumentar la altura del techo en las áreas de trabajo ubicadas en el galpón principal, a fin disminuir la temperatura ambiental y aumentar la iluminación natural en los puestos de trabajo.

CAPÍTULO V
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

CAPÍTULO V**DISTRIBUCIÓN DE PLANTA****DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA (SLP)****5.1 ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA:**

En esta fase del método SLP, se analiza la manera como se relacionan los factores que afectan la distribución de planta. Este análisis está conformado por la determinación de las áreas de trabajo (Capítulo III), el análisis del flujo de materiales, análisis de relación de actividades y por último, la determinación de los requerimientos y limitaciones de espacio.

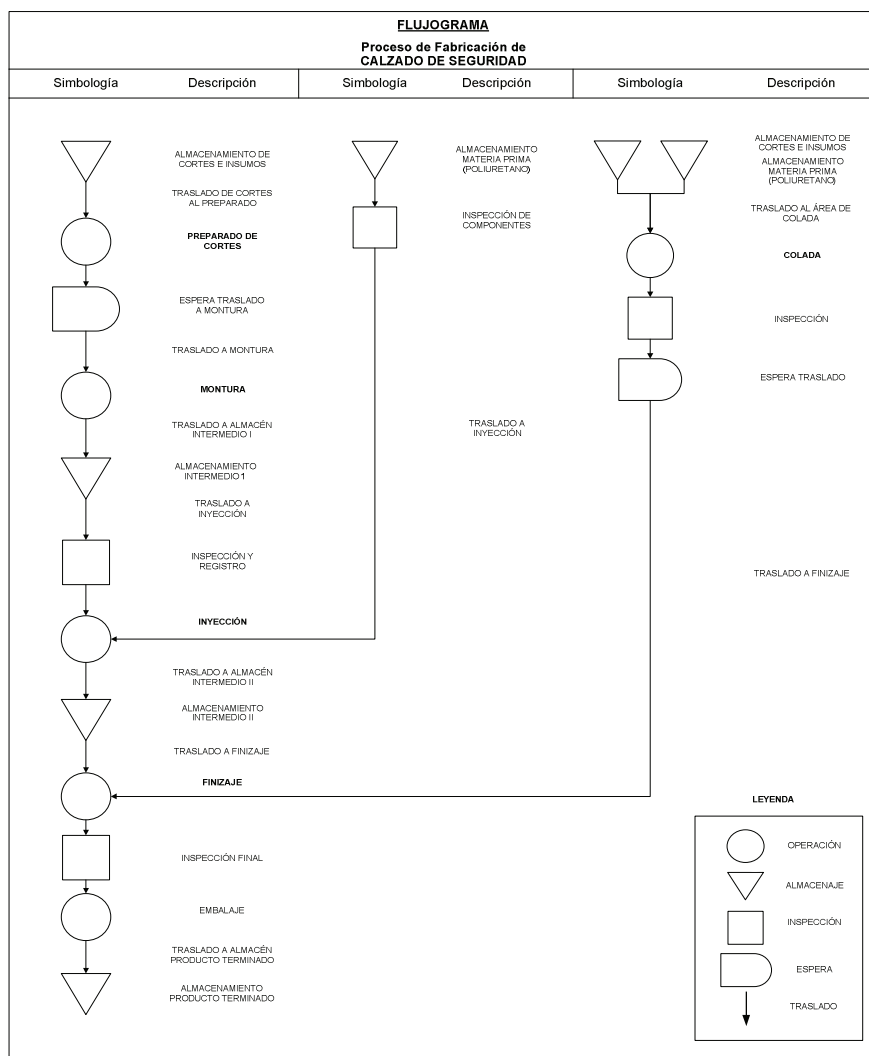
5.1.1 ANÁLISIS DEL FLUJO DE MATERIALES:

En Calzados Sicura C. A., se produce una gran variedad de modelos de Calzados de Seguridad, los cuales, en algunos casos, presentan pequeñas modificaciones de acuerdo a la necesidad de cada cliente en particular. Todo esto se traduce en numerosos modelos de calzado realizados por la empresa. Sin embargo, esta gama de modelos se realiza a través del mismo proceso productivo. Por esta razón, para realizar el análisis del flujo de materiales, este se consideró general para cualquier modelo producido.

Para la determinación del flujo de materiales más idóneo para el proceso productivo, se determinó el flujo que existe actualmente en la planta, se

determinó la relación existente entre cada proceso en cuanto al intercambio de materiales, y se entrevistaron a las personas directamente involucradas en cada etapa del proceso productivo de la empresa. En el diagrama de la figura 5.1 se muestra el flujo de materiales del proceso productivo de la empresa:

FIGURA 5.1 Flujograma del Proceso Productivo de Calzados Sicura C. A.

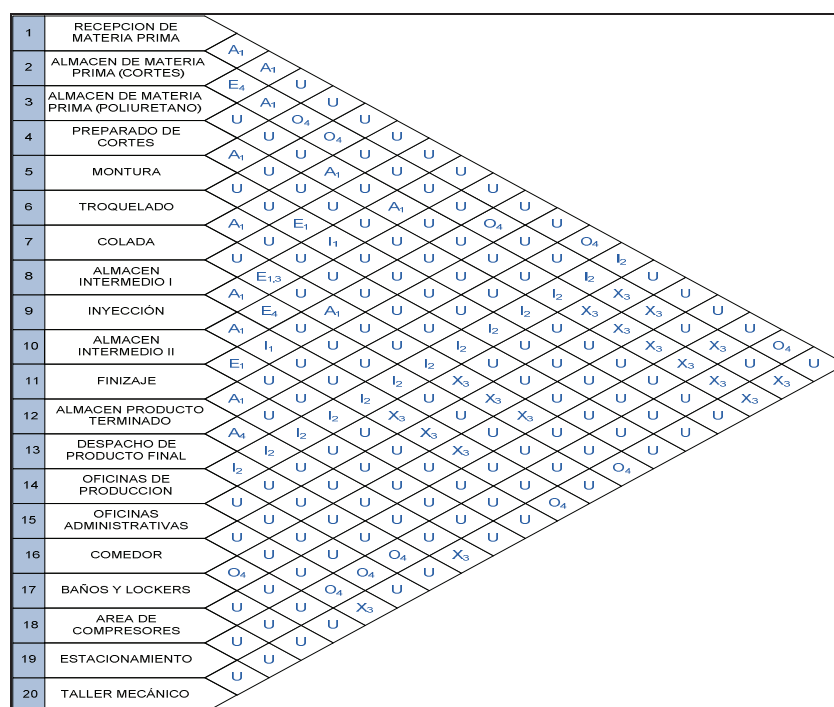


Fuente: Elaboración Propia

5.1.2 ANÁLISIS DE RELACIONES DE ACTIVIDADES:

El análisis de relaciones entre actividades, consiste en jerarquizar las cercanías entre las diferentes áreas de trabajo según su importancia en el proceso productivo. Para llevar a cabo este análisis, se realizó un *Diagrama de Relación de Actividades*, donde se establecieron seis tipos distintos de relaciones o cercanías entre áreas, con la finalidad de determinar entre cuales de las distintas áreas es importante o no la proximidad. Este diagrama nos permitió identificar las áreas que deben ser ubicadas adyacentes o separadas en la distribución de planta. En la figura 5.2 se observa el Diagrama de Relación de Actividades:

FIGURA 5.2 Diagrama de Relación de Actividades



Fuente: Elaboración Propia

Donde:

TABLA 5.1 Códigos para el Rango de Proximidad

LETRA	PROXIMIDAD
A	<u>A</u> bsolutamente Necesaria
E	<u>E</u> specialmente Necesaria
I	<u>I</u> mportante
O	<u>O</u> rdinaria o Normal
U	<u>U</u> nnecessary (No Necesaria)
X	Indeseable

TABLA 5.2 Códigos para el Motivo de la Proximidad

NÚMERO	RAZÓN O MOTIVO
1	Proceso
2	Control o Supervisión
3	Higiene y Seguridad
4	Conveniencia

Fuente: Elaboración Propia

Del Diagrama de Relación de Actividades se pueden clasificar las distintas áreas del proceso productivo de Calzados Sicura C. A. según la proximidad que debe existir entre ellas. En las siguientes tablas se presenta dicha clasificación:

- **Cercanía tipo A**

TABLA 5.3 Cercanía tipo A

ÁREAS	
Recepción de Materia Prima	Almacén de Materia Prima (Cortes)
Recepción de Materia Prima	Almacén Materia Prima (Poliuretano)
Almacén de Materia Prima (Cortes)	Preparado de Cortes
Almacén Materia Prima (Poliuretano)	Colada
Almacén Materia Prima (Poliuretano)	Inyección
Preparado de Cortes	Montura
Troquelado	Colada
Colada	Finizaje
Almacén Intermedio I	Inyección
Inyección	Almacén Intermedio II
Finizaje	Almacén de Producto Terminado
Almacén de Producto Terminado	Despacho de Producto Final

Fuente: Elaboración Propia

- **Cercanía tipo E**

TABLA 5.4 Cercanía tipo E

ÁREAS	
Almacén de Materia Prima (Cortes)	Almacén de Materia Prima (Poliuretano)
Montura	Almacén Intermedio I
Almacén Intermedio II	Finizaje
Almacén Intermedio I	Almacén Intermedio II
Inyección	Colada

Fuente: Elaboración Propia

- Cercanía tipo I

TABLA 5.5 Cercanía Tipo I

ÁREAS	
Recepción de Materia Prima	Oficinas de Producción
Almacén de Materia Prima (Cortes)	Oficinas de Producción
Almacén de Materia Prima (Poliuretano)	Oficinas de Producción
Preparado de Cortes	Oficinas de Producción
Montura	Oficinas de Producción
Troquelado	Oficinas de Producción
Colada	Oficinas de Producción
Almacén Intermedio I	Oficinas de Producción
Inyección	Oficinas de Producción
Almacén Intermedio II	Oficinas de Producción
Finizaje	Oficinas de Producción
Almacén Producto Terminado	Oficinas de Producción
Despacho Producto Final	Oficinas de Producción
Montura	Inyección
Inyección	Finizaje

Fuente: Elaboración Propia

♦ Cercanía tipo O

TABLA 5.6 Cercanía Tipo O

ÁREAS	
Recepción de Materia Prima	Despacho Producto Final
Recepción de Materia Prima	Estacionamiento
Almacén de Materia Prima (Cortes)	Montura
Almacén de Materia Prima (Cortes)	Finizaje
Almacén de Materia Prima (Cortes)	Troquelado
Oficinas de Producción	Estacionamiento
Oficinas Administrativas	Estacionamiento
Despacho Producto Final	Estacionamiento
Taller Mecánico	Colada
Taller Mecánico	Inyección
Comedor	Baños y Lockers

Fuente: Elaboración Propia

♦ Cercanía tipo X

TABLA 5.7 Cercanía Tipo X

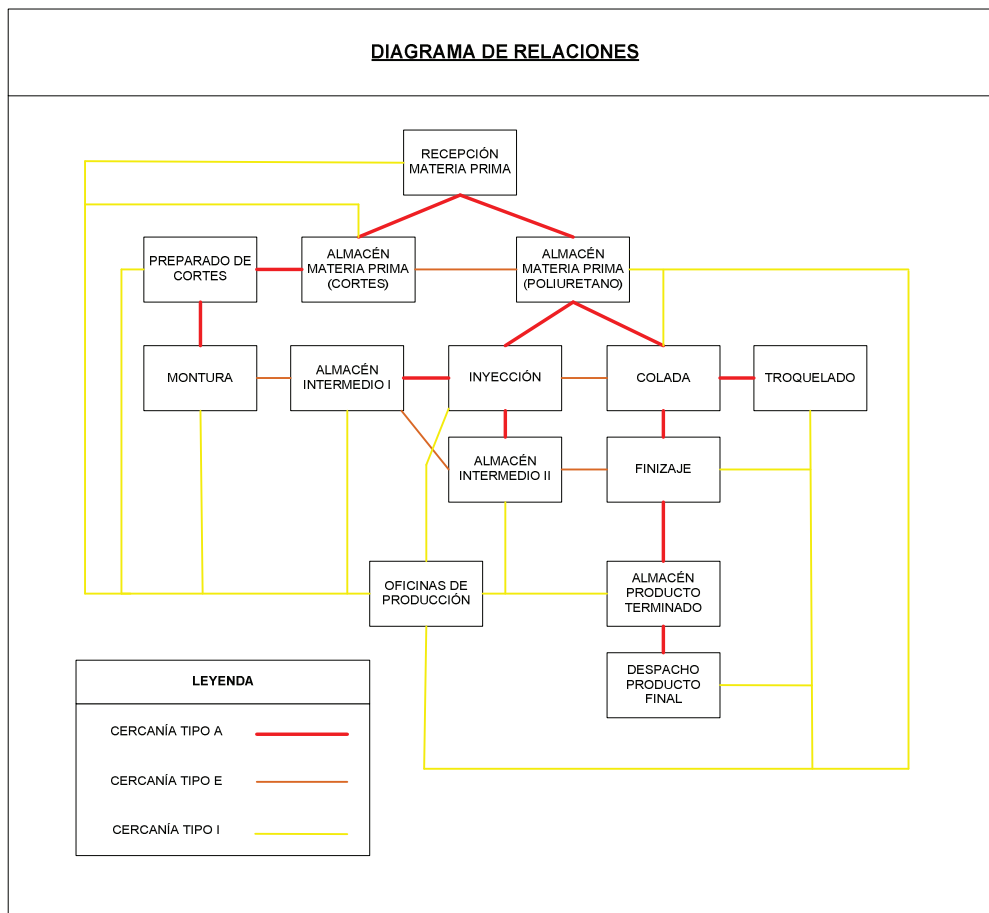
ÁREAS	
Almacén de Materia Prima (Cortes)	Oficinas Administrativas
Almacén de Materia Prima (Cortes)	Comedor
Almacén de Materia Prima (Cortes)	Compresores
Almacén de Materia Prima (Poliuretano)	Oficinas Administrativas
Almacén de Materia Prima (Poliuretano)	Comedor
Almacén de Materia Prima (Poliuretano)	Baños y Lockers
Almacén de Materia Prima (Poliuretano)	Compresores
Almacén de Materia Prima (Poliuretano)	Estacionamiento
Colada	Oficinas Administrativas
Colada	Comedor
Colada	Baños y Lockers
Inyección	Oficinas Administrativas
Inyección	Comedor
Inyección	Baños y Lockers
Taller Mecánico	Almacén Materia Prima (Cortes)
Taller Mecánico	Almacén Materia Prima (Poliuretano)
Taller Mecánico	Almacén Producto Terminado
Taller Mecánico	Oficinas Administrativas

Fuente: Elaboración Propia

5.1.3 DIAGRAMA DE RELACIONES:

Una vez realizados el flujograma y el diagrama de relación de actividades, se utilizaron estos datos para elaborar el Diagrama de Relaciones, el cual representa esquemáticamente la proximidad entre las áreas de la planta, reflejando la importancia de la cercanía entre cada una de ellas. La figura 5.3 muestra el Diagrama de Relaciones:

FIGURA 5.3 Diagrama de Relaciones



Fuente: Elaboración Propia

5.1.4 DETERMINACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE ESPACIO:

Para estimar el área total que ocupará la nueva distribución de planta, primero es necesario determinar los requerimientos de espacio de cada una de las áreas o departamentos que conforman todo el proceso productivo de la empresa. Para obtener dichos requerimientos, se consideran los siguientes aspectos:

- Dimensiones de las Máquinas.
- Áreas para Material en Proceso.
- Espacio para los Operadores.
- Vías para la Circulación de Materiales y Personal.

En la tabla 5.8 se presentan los requerimientos de espacio para cada una de las áreas de la planta:

TABLA 5.8 Espacio Requerido por Área o Departamento

ÁREA O DEPARTAMENTO	ESPACIO REQUERIDO [m ²]
Recepción de Materia Prima	60
Almacén de Materia Prima (Cortes e Insumos)	245
Almacén de Materia Prima (Poliuretano)	160
Preparado de Cortes	55,25
Montura	290
Troquelado	54,8
Colada	74,8
Almacén Intermedio I	50
Inyección	510,8
Almacén Intermedio II	50
Finizaje	310
Almacén de Producto Terminado	300
Despacho de Producto Final	60
Oficinas de Producción	100
Oficinas Administrativas	255
Comedor	100
Baños y Lockers	90
Estacionamiento	200
Área de Compresores	42
Taller Mecánico	50
ESPACIO TOTAL REQUERIDO	3057,65

Fuente: Elaboración Propia

5.1.5 VERIFICACIÓN DEL ESPACIO DISPONIBLE:

Después de determinar el espacio total requerido para la implantación de la nueva distribución de planta, y previo a la elaboración de las diversas alternativas de distribución basadas en la información obtenida hasta el momento, se verificó el espacio disponible para tal fin.

En el caso particular de la empresa Calzados Sicura C. A., el espacio destinado al proyecto de ampliación y redistribución de los equipos y procesos de la planta, es un terreno ubicado en una locación distinta a la actual. Este lote de terreno posee forma cuadrada, cuyos lados tienen alrededor de 100 m de longitud, lo que nos brinda un área aproximada de 10.000 m². Si bien este espacio disponible está muy por encima de los 3100 m² requeridos para la nueva distribución de planta, se desea usar el menor espacio posible; esto debido a la necesidad de optimizar el espacio con el que se cuenta, para evitar el mal uso de las áreas de trabajo y para contar, en un futuro, con el espacio necesario para nuevos proyectos de ampliación.

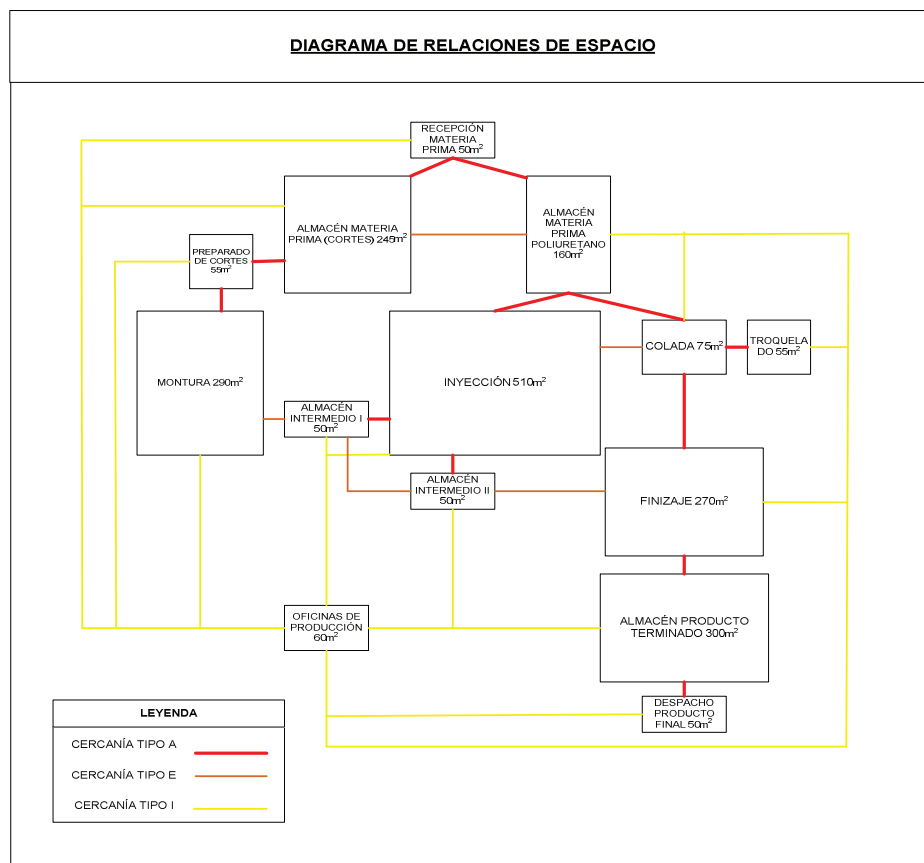
5.2 BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS:

En esta etapa del Método SLP, se procedió a desarrollar múltiples propuestas o alternativas de Distribución de Áreas, tomando en cuenta las limitaciones prácticas y modificaciones necesarias para la nueva distribución, y basándonos en la información obtenida en el estudio técnico de los procesos que conforman la línea de producción de la planta y en el análisis de los factores que afectan la distribución de planta.

5.2.1 DIAGRAMA DE RELACIONES DE ESPACIO:

En este paso, se toma la información reflejada en el Diagrama de Relaciones desarrollado anteriormente, y se le incorporan los requerimientos de espacio de cada área o departamento de la nueva distribución; esto con el fin de tener una perspectiva general de las condiciones espaciales de la distribución de planta en desarrollo, y así facilitar la generación de múltiples propuestas o arreglos. En la figura 5.4 se plantea el Diagrama de Relaciones de espacio:

FIGURA 5.4 Diagrama de Relaciones de Espacio



Fuente: Elaboración Propia

**5.2.2 CONSIDERACIONES Y LIMITACIONES PRÁCTICAS
PARA LA NUEVA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA:**

- El área de Inyección de suela debe estar cercana al área de Colada por 2 razones fundamentales; en primer lugar ambas áreas son las únicas que requieren del suministro de tambores de Polioli e Isocianato para su funcionamiento. En segundo lugar, en ambos procesos se requiere del uso continuo de desmoldantes, los cuales son rociados sobre los moldes generando contaminación en el aire circundante, la cual es perjudicial para los operarios.
- Las máquinas rotativas de Inyección de suela son de gran tamaño y peso, y requieren de soportes fijos a tierra y de canales en el suelo por donde pasan las líneas y los cables que interconectan los diferentes componentes. Por esta razón, el área de Inyección debe contemplar un espacio amplio para posibles modificaciones, ya que esta área en general se considera fija.
- Si bien se cuenta con un gran espacio disponible para la nueva distribución, se pretende optimizar el área utilizada para disminuir los gastos de construcción e instalación y para disponer de espacio destinado a futuros proyectos. Esta optimización puede realizarse mediante el uso del espacio cúbico.
- No existen variaciones en el nivel del suelo del espacio disponible.
- El área de compresores, si bien es necesaria debido al funcionamiento de las máquinas de inyección y las máquinas montapunta, debe ser ubicada en la parte externa de las instalaciones de la planta.
- Ambos almacenes de materia prima (de cortes e insumos y de componentes para el poliuretano), si bien contienen diferentes productos, pueden ser ubicados uno junto al otro, manteniendo una delimitación entre ambos.

5.2.3 DESARROLLO DE ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS:

Tomando en cuenta la información incluida en el Diagrama de Relaciones de Espacio, y las consideraciones y limitaciones prácticas, se procedió a desarrollar 3 propuestas para la nueva Distribución de Áreas. En el anexo I pueden observarse los planos de dichas propuestas.

5.3 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS:

En esta fase de la metodología SLP, se evaluaron las distintas alternativas para la Distribución de las Áreas desarrolladas en la fase anterior. Los aspectos que se consideraron para dicha evaluación son los siguientes:

- Adyacencia entre las áreas de trabajo.
- Forma de las áreas
- Distancia recorrida en el traslado de materiales
- Higiene y Seguridad Industrial.

5.3.1 EVALUACIÓN POR ADYACENCIA DE ÁREAS:

En este criterio de evaluación se ponderó el cumplimiento de las relaciones establecidas en el Diagrama de Relaciones, de acuerdo a cada código de proximidad. Por cada proximidad tipo “A” cumplida, la propuesta evaluada acumula 20 puntos, por cada proximidad tipo “E” acumula 15 puntos, por cada

proximidad tipo “I” 10 puntos y por cada proximidad tipo “O” acumula 5 puntos. De acuerdo con este criterio de evaluación, se totalizan los puntos de cada propuesta y resulta más apropiada la que acumule la mayor puntuación.

TABLA 5.9 Puntuación Referencial para Evaluación por Adyacencia de Áreas

CÓDIGO DE PROXIMIDAD	CANTIDAD TOTAL	PUNTUACIÓN
A	12	240
E	5	75
I	15	150
O	11	55
PUNTUACIÓN MÁXIMA REFERENCIAL		520

Fuente: Formulación Propia

TABLA 5.10 Puntuación Propuesta 1 por Adyacencia de Áreas

PROPUESTA 1		
CÓDIGO DE PROXIMIDAD	CANTIDAD	PUNTUACIÓN
A	10	200
E	4	60
I	13	130
O	9	45
PUNTUACIÓN TOTAL		435
APROBACIÓN [%]		83,65

Fuente: Formulación Propia

TABLA 5.11 Puntuación Propuesta 2 por Adyacencia de Áreas

PROPUESTA 2		
CÓDIGO DE PROXIMIDAD	CANTIDAD	PUNTUACIÓN
A	10	200
E	3	45
I	15	150
O	7	35
PUNTUACIÓN TOTAL		430
APROBACIÓN [%]		82,69

Fuente: Formulación Propia

TABLA 5.12 Puntuación Propuesta 3 por Adyacencia de Áreas

PROPUESTA 3		
CÓDIGO DE PROXIMIDAD	CANTIDAD	PUNTUACIÓN
A	10	200
E	3	45
I	15	150
O	8	40
PUNTUACIÓN TOTAL		435
APROBACIÓN [%]		83,65

Fuente: Formulación Propia

De acuerdo a este criterio de evaluación, se puede apreciar que las propuestas 1 y 3 cumplen en un 83,65% las condiciones de proximidad deseadas, mientras que la propuesta 2 cumple en un 82,69% con dicha condición. Si bien las propuestas 1 y 3 poseen un mayor cumplimiento de la proximidad entre áreas que la propuesta 2, la diferencia entre ellas es mínima, lo cual indica una igualdad de todas las propuestas en cuanto al cumplimiento de las condiciones de proximidad entre áreas y departamentos.

5.3.2 EVALUACIÓN SEGÚN LA FORMA DE LOS DEPARTAMENTOS:

En este criterio, se evaluó que la forma de cada departamento fuese la más apropiada para el proceso que realiza. Esto se logró calculando el parámetro de forma de cada departamento y comparándolo con un rango de aceptación. La alternativa mas apropiada será la que tenga mayor número de departamentos con la forma apropiada.

TABLA 5.13 Factores de Forma Propuesta 1

ÁREA O DEPARTAMENTO	Área [m ²]	Perímetro [m]	Factor de forma	$1 \leq F \leq 1,4$
Recepción de Materia Prima	60	34	1,10	SI
Almacén de Materia Prima (Cortes e Insumos)	216	66	1,12	SI
Almacén de Materia Prima (Poliuretano)	162	54	1,06	SI
Preparado de Cortes	54	30	1,02	SI
Montura	288	108	1,59	NO
Troquelado	36	24	1,00	SI
Colada	72	36	1,06	SI
Almacén Intermedio I	54	30	1,02	SI
Inyección	504	108	1,20	SI
Almacén Intermedio II	54	30	1,02	SI
Finizaje	432	96	1,15	SI
Almacén de Producto Terminado	432	84	1,01	SI
Despacho de Producto Final	60	34	1,10	SI
Oficinas de Producción	108	48	1,15	SI
Oficinas Administrativas	396	84	1,06	SI
Comedor	108	48	1,15	SI
Baños y Lockers	144	60	1,25	SI
Estacionamiento	200	90	1,59	NO
Área de Compresores	48	32	1,15	SI
Taller Mecánico	36	24	1,00	SI
Vigilancia	25	20	1,00	SI
Total Espacio Utilizado	3489			

Fuente: Formulación Propia

TABLA 5.14 Factores de Forma Propuesta 2

ÁREA O DEPARTAMENTO	Área [m ²]	Perímetro [m]	Factor de forma	$1 \leq F \leq 1,4$
Recepción de Materia Prima	60	32	1,03	SI
Almacén de Materia Prima (Cortes e Insumos)	240	64	1,03	SI
Almacén de Materia Prima (Poliuretano)	160	56	1,11	SI
Preparado de Cortes	50	30	1,06	SI
Montura	250	70	1,11	SI
Troquelado	25	20	1,00	SI
Colada	75	40	1,15	SI
Almacén Intermedio I	50	30	1,06	SI
Inyección	525	100	1,09	SI
Almacén Intermedio II	50	30	1,06	SI
Finizaje	400	80	1,00	SI
Almacén de Producto Terminado	300	70	1,01	SI
Despacho de Producto Final	60	32	1,03	SI
Oficinas de Producción	100	50	1,25	SI
Oficinas Administrativas	300	70	1,01	SI
Comedor	100	50	1,25	SI
Baños y Lockers	100	50	1,25	SI
Estacionamiento	380	78	1,00	SI
Área de Compresores	50	30	1,06	SI
Taller Mecánico	50	30	1,06	SI
Vigilancia	25	20	1,00	SI
Total Espacio Utilizado	3350			

Fuente: Formulación Propia

TABLA 5.15 Factores de Forma Propuesta 3

ÁREA O DEPARTAMENTO	Área [m]	Perímetro [m]	Factor de forma	$1 \leq F \leq 1,4$
Recepción de Materia Prima	60	32	1,03	SI
Almacén de Materia Prima (Cortes e Insumos)	250	70	1,11	SI
Almacén de Materia Prima (Poliuretano)	162,5	63	1,24	SI
Preparado de Cortes	50	30	1,06	SI
Montura	300	80	1,15	SI
Troquelado	50	30	1,06	SI
Colada	75	40	1,15	SI
Almacén Intermedio I	50	30	1,06	SI
Inyección	530,4	112,4	1,22	SI
Almacén Intermedio II	50	30	1,06	SI
Finizaje	300	70	1,01	SI
Almacén de Producto Terminado	300	70	1,01	SI
Despacho de Producto Final	60	32	1,03	SI
Oficinas de Producción	125	70	1,57	NO
Oficinas Administrativas	400	80	1,00	SI
Comedor	100	50	1,25	SI
Baños y Lockers	100	50	1,25	SI
Estacionamiento	187,5	95	1,73	NO
Área de Compresores	46	28,4	1,05	SI
Taller Mecánico	50	30	1,06	SI
Vigilancia	20	18	1,01	SI
Total Espacio Utilizado	3266,4			

Fuente: Formulación Propia

Como puede observarse en las tablas anteriores, el 100% de los departamentos de la propuesta 2 poseen un factor de forma apropiado, mientras que las propuestas 1 y 3 poseen ambas 2 departamentos que no cumplen con el factor de forma indicado. Sin embargo, las áreas o departamentos con factor de forma inapropiado, no corresponden a eslabones de la cadena de producción, por lo que no influyen de manera importante en la determinación de la distribución de áreas. Esto nos lleva a concluir que, de acuerdo a este criterio de evaluación, todas las propuestas planteadas cumplen de manera general con la forma adecuada en cada una de sus áreas o departamentos.

Por otro lado, si se toma en cuenta el espacio total utilizado en cada propuesta, y se considera que la propuesta 1 abarca 4000m^2 del terreno disponible y las propuestas 2 y 3 abarcan 5000m^2 cada una, se obtienen porcentajes de utilización del 87,23% para la propuesta 1, 67,00% para la propuesta 2 y 65,33% para la propuesta 3.

5.3.3 EVALUACIÓN SEGÚN DISTANCIA RECORRIDA EN EL MANEJO DE MATERIALES:

En este caso se evaluó, para cada una de las propuestas, la distancia recorrida por el material entre los distintos departamentos, sin tomar en cuenta los costos inherentes al manejo de materiales.

TABLA 5.16 Distancia Recorrida por el Material entre Departamentos

AREAS O DEPARTAMENTOS		Distancia Recorrida [m]		
		P 1	P 2	P 3
Recepción de Materia Prima	Almacén Materia Prima (Cortes e Insumos)	30	30	15
Recepción de Materia Prima	Almacén Materia Prima (Poliuretano)	40	40	28
Almacén Materia Prima (Poliuretano)	Colada	18	30	30
Almacén Materia Prima (Poliuretano)	Inyección	42	80	75
Almacén Materia Prima (Cortes e Insumos)	Troquelado	24	30	30
Troquelado	Colada	6	10	13
Almacén Materia Prima (Cortes e Insumos)	Preparado de Cortes	6	18	15
Preparado de Cortes	Montura	40	15	18
Montura	Almacén Intermedio I	40	15	23
Almacén Intermedio I	Inyección	30	23	40
Inyección	Almacén Intermedio II	30	23	30
Almacén Intermedio II	Finizaje	27	25	35
Finizaje	Almacén Producto Terminado	39	18	20
Almacén Producto Terminado	Despacho Producto Final	12	25	15
TOTAL		384	382	387

Fuente: Formulación Propia

Como se puede observar, la propuesta 2 representa la alternativa con el recorrido mas corto del material entre los departamentos. Sin embargo, el valor de la distancia recorrida por el material en todas las propuestas es similar, con una diferencia máxima de 5 metros. Esto nos indica que, según este método de evaluación, las 3 propuestas son igualmente aptas para la distribución final.

5.4 SELECCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS:

Para seleccionar la propuesta adecuada para la distribución de áreas, se tomaron en cuenta todas las evaluaciones realizadas anteriormente. Adicionalmente, se consideraron las condiciones de higiene y seguridad industrial que ofrece cada alternativa, lo cual es un aspecto de suma importancia en la determinación de la distribución. Para realizar esto, se realizó una matriz de selección en la cual se le asignaron valores, según su importancia, a cada uno de los aspectos considerados en la evaluación de las alternativas.

TABLA 5.17 Matriz de Selección de Distribución de Áreas

ASPECTO CONSIDERADO	PONDERACIÓN	ALTERNATIVA		
		1	2	3
Higiene y Seguridad Industrial	30	25	27	30
Adyacencia de Áreas	25	21	20	21
Forma de Departamentos	20	19	20	19
Distancia Recorrida por el Material	25	25	25	25
TOTAL	100	90	92	95

Fuente: Formulación Propia

De acuerdo a los valores obtenidos de la tabla 5.17, se determinó que la opción 3 es la alternativa más apropiada para la distribución de áreas de la nueva planta, ya que posee la mayor puntuación total de acuerdo a los indicadores y a la ponderación considerada.

5.5 DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS:

Con la Distribución de Áreas seleccionada, se procedió a realizar la Distribución de los Equipos en cada una de las áreas de la planta. Para esto, se utilizaron las dimensiones de los equipos y maquinarias presentes en el proceso, y la disposición o arreglo de las mismas dentro de cada área. Para realizar esta distribución, se tomaron en cuenta factores de higiene y seguridad industrial que contribuyen al buen desempeño del operador y por consiguiente, aumentan la capacidad de producción de la planta.

En el anexo J se muestra el plano de la nueva distribución de planta.

CAPÍTULO VI
PLANIFICACIÓN DE LA
INSTALACIÓN Y ESTIMACIÓN
DE COSTOS

CAPÍTULO VI**PLANIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN
Y ESTIMACIÓN DE COSTOS.****6.1 PLANIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN:**

La planificación de la instalación se realiza con la finalidad de establecer lapsos de tiempos adecuados para la ejecución de las actividades involucradas en el proceso de reubicación y ampliación de la planta, a fin de minimizar los tiempos de inoperatividad ocasionados por dicho proceso. Esta planificación permite un continuo cumplimiento de las obligaciones adquiridas por la empresa con sus proveedores y sus clientes.

El espacio del cual se dispone para la nueva distribución de planta no cuenta con ningún tipo de infraestructura ni instalaciones necesarias para tal fin, por lo que se debe incluir en la planificación un período de tiempo destinado para la construcción y el acondicionamiento de la nueva infraestructura.

Las etapas o actividades que se consideran para realizar la reubicación de la planta son:

- ◆ Preparación del terreno
- ◆ Construcción civil
- ◆ Acondicionamiento de la infraestructura para las diferentes áreas de la empresa.
- ◆ Ubicación e Instalación de los nuevos equipos de producción

- ◆ Traslado de materia prima.
- ◆ Puesta en marcha de los nuevos equipos.
- ◆ Traslado e instalación de los equipos existentes.
- ◆ Puesta en marcha de los equipos existentes.
- ◆ Reubicación del personal administrativo.
- ◆ Ajustes finales.

Se estima para la ejecución de este proyecto de instalación una duración de aproximadamente 12 meses, en la cual cada una de las actividades se distribuye de la siguiente manera:

FIGURA 6.1 Cronograma de Ejecución de Actividades

ID	ACTIVIDAD	Duración [mes]	MES											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Preparación del Terreno	1	■											
2	Construcción Civil	5		■	■	■	■	■						
3	Acondicionamiento de Infraestructura (Instalación de Maquinaria Auxiliar)	2					■	■						
4	Ubicación e Instalación de Nuevos Equipos	1						■						
5	Traslado de Materia Prima	1							■					
6	Puesta en Marcha de Equipos Nuevos	1							■					
7	Traslado e Instalación de Equipos Existentes	3								■	■	■		
8	Puesta en Marcha de Equipos Existentes	1										■		
9	Reubicación del Personal Administrativo	1											■	
10	Ajustes Finales	1												■

Fuente: Formulación Propia

6.2 ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN REQUERIDA PARA EL PROYECTO:

Se estima la inversión total requerida para la realización del proyecto planteado. Debido a que el proyecto se enfoca en la optimización del proceso productivo y en la reubicación de la planta y todos sus componentes, la estimación de la inversión incluye únicamente los activos adquiridos y los gastos inherentes al proyecto, y se excluye el capital de trabajo ya que la empresa se encuentra actualmente operativa. Estos costos son:

- ◆ Terreno: Incluye el valor total del terreno destinado para el proyecto.
- ◆ Construcción de Infraestructura e instalaciones civiles: Representa la inversión necesaria para la construcción de los galpones y edificaciones requeridos para la nueva distribución de planta. También representa el valor del inventario de los dispositivos y equipos relacionados con las instalaciones civiles, sanitarias, eléctricas, administrativas, etc.
- ◆ Maquinaria y Equipos: Es la inversión realizada para la adquisición de todos los equipos y maquinaria nuevos destinados a optimizar el proceso productivo de la empresa. También se incluyen los equipos auxiliares.
- ◆ Costos de Instalación y Montaje: Incluye los gastos de instalación de los equipos y maquinaria nuevos y mano de obra contratada para ejecutar

dichas actividades. Este costo se estima como un 5% del total de la inversión en maquinarias y equipos.

- ◆ Costos de Organización: cubre los gastos necesarios para supervisión del proyecto, verificación de precios, compra de equipos y materiales, reubicación de equipos, supervisión del traslado, puesta en marcha del proceso en la nueva planta e imprevistos que pudieran presentarse durante la ejecución. Se estima como el 10% de los activos fijos.

TABLA 6.1 Inversión en Nueva Maquinaria y Equipos

MAQUINARIA Y EQUIPO	Cantidad	Costo Unitario [BsF]	Costo Total [BsF]
Máquina de Inyección Nueva	1	3.870.000	3.870.000
Montapunta	4	80.625	322.500
Manovía	2	32.250	64.500
Accesorios de Manovía	2	16.125	32.250
Carretilla Hidráulica	2	1.750	3.500
Troqueladora Tipo Puente	1	45.000	45.000
Total Maquinaria y Equipo			4.337.750

Fuente: Formulación Propia

TABLA 6.2 Inversiones

PARTIDA	MONTO [BsF]
Terreno	1.500.000
Construcción de Infraestructura e Instalaciones	4.312.250
Maquinaria y Equipos	4.337.750
Costos de Instalación y Montaje	216.888
Costos de Organización	1.015.000
TOTAL	11.381.888

Fuente: Formulación Propia

CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES

Una vez realizado el estudio para la relocalización y ampliación de la planta de fabricación de calzados de seguridad perteneciente a la empresa Calzados Sicura C. A., se plantean las siguientes conclusiones:

- ◆ De acuerdo con el estudio de tiempos realizado, la capacidad instalada de la planta se estima en 130 pares por hora.
- ◆ El porcentaje de utilización promedio de la planta durante el período 2006-2008 se estimó en 59,80%, alcanzando un valor máximo de 94,12% en febrero de 2007.
- ◆ La distancia existente entre las 2 plantas actuales de la empresa representa un alto riesgo para la seguridad del personal y a su vez es la principal interrupción del proceso productivo generando una demora considerable en la línea de producción.
- ◆ La propuesta de distribución de áreas numero 3 resultó ser la mas conveniente considerando el flujo de materiales, la relación de actividades, los requerimientos y limitaciones de espacio y por ultimo las condiciones de higiene y seguridad industrial.
- ◆ La nueva propuesta de distribución de planta se considera en un nuevo espacio físico disponible.
- ◆ La implementación de las propuestas para la relocalización y ampliación de la planta asegura un incremento aproximado de un 54% en la capacidad de producción actual de la planta, alcanzando a producir aproximadamente 200 pares por hora.

CONCLUSIONES

- ◆ La inversión requerida para llevar a cabo las propuestas planteadas es de aproximadamente 11.381.888 de bolívars fuertes.
- ◆ El programa de ejecución de los cambios propuestos tiene una duración de 12 meses (1 año).
- ◆ La correcta implementación de los cambios y las acciones propuestas, garantiza una alta disminución de las deficiencias detectadas y permite mejorar el cumplimiento de las normas de higiene y seguridad industrial.

RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el presente estudio, se recomienda:

- Implementar las propuestas de mejoras mencionadas en este estudio, a fin de llevar a cabo una optima reestructuración de la planta.
- Utilizar la información y los resultados del presente informe como base para el desarrollo del estudio de ingeniería al detalle.
- Llevar un estudio exhaustivo de la estructura organizativa de la empresa, a fin de realizar las descripciones de cargo de todo el organigrama.
- Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y el equipo existente en la empresa.
- Implementar un sistema de control de inventario automatizado, que facilite el monitoreo del flujo de materiales en cada uno de los procesos productivos de la planta.

BIBLIOGRAFÍA

1. Michel, Pierre. 1968. *Distribución en Planta*. Ediciones Deusto. Bilbao, España.
2. Muther, Richard. 1982. *Distribución en Planta*. Editorial Hispano Europea. Barcelona (España). Segunda Edición.
3. Oficina Internacional del Trabajo. 1969. *Introducción al Estudio del Trabajo*. “Journal de Geneve”. Ginebra, Suiza. Duodécima edición.
4. William K. Hodson. 1998. *Manual del Ingeniero Industrial*. Editorial McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. México. Cuarta Edición.
5. Rodríguez Cairo, Vladimir. 2008. *Formulación y Evaluación de Proyectos*. Editorial Limusa. México.
6. Niebel, B. y Freivalds, A. 2004. *Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo*. D. F., México. Onceava Edición.
7. Consejo Interamericano de Seguridad. 1981. *Manual de Fundamentos de Higiene Industrial*. Primera Edición.
8. Baca Urbina, Gabriel. 2006. *Evaluación de Proyectos*. Editorial McGraw Hill/Interamericana Editores SA de CV. D.F. Mexico. Quinta Edición.

9. González, L. y Silva, M. (2006). *Estudio de Factibilidad Técnica y Económico-Financiera de una planta de adecuación para el reciclaje de catalizadores gastados*. Trabajo Especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
10. *Distribución en Planta*. Disponible en:
<http://industrialupiicsa.galeon.com/factores.htm> [Consulta: Enero2009].
11. Universidad de la República de Uruguay. *Administración de la Producción – Layout*. Disponible en:
<http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catadprod/material/layout2005.pdf>
[Consulta: Enero 2009]
12. Richard Muther & Associates. *Overview of Systematic Layout Planning (SLP)*. Disponible en:
http://www.hpcinc.com/rma/RMA_1146_SLP_Overview_Mfg.pdf
[Consulta: Enero 2009]
13. Consejo Colombiano de Seguridad. *Punteras y Plantillas de Seguridad*. Disponible en:
[http://www.laseguridad.ws/consejo/consejo/html/memorias/Memorias_Complementarias_Congreso_39/archivos/conferencias/Calzado_de_seguridad_y_proteccion_\(punteras_y_plantillas\)_2006.pdf](http://www.laseguridad.ws/consejo/consejo/html/memorias/Memorias_Complementarias_Congreso_39/archivos/conferencias/Calzado_de_seguridad_y_proteccion_(punteras_y_plantillas)_2006.pdf)
[Consulta: Enero 2009]

14. Patent Store. *Carbon dioxide blown low density, flexible microcellular elastomers suitable for preparing shoe components*. Disponible en: <http://www.patentstorm.us/patents/6458861/description.html> [Consulta: Enero 2009]
15. Asistencia Técnica en Gestión Ambiental (Acercar). Colombia. *Ingeniería de métodos. Tiempos y Movimientos*. Disponible en: <http://www.acercar.org.co/industria/biblioteca/eventos/fase6/textil/22062006/Tiempos%20y%20movimientos%20Junio%202022.pdf> [Consulta: Enero 2009]
16. Química Polyresin C.A. *Sistema de Poliuretano*. Disponible en: <http://www.quimica-polyresin.com/spoli.htm> [Consulta: Enero 2009]
17. Norma COVENIN 39:2003. FONDONORMA NORMA VENEZOLANA. *Calzado de Seguridad, de Protección y de Trabajo. Requisitos*. (3ª Revisión).
18. SENCAMER. Norma COVENIN 2237. *Ropa, Equipos y Dispositivos de Protección Personal. Selección de Acuerdo al Riesgo Ocupacional*. Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/action/normas-find> [Consulta: Enero 2009]

19. SENCAMER. Norma COVENIN 1565. *Ruido ocupacional. Programa de conservación auditiva en niveles permisibles y criterios de evaluación*. Disponible en:
<http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/action/normas-find> [Consulta: Enero 2009]
20. SENCAMER. Norma COVENIN 2248. *Manejo de Materiales y Equipos. Medidas Generales de Seguridad*. Disponible en:
<http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/action/normas-find> [Consulta: Enero 2009]
21. SENCAMER. Norma COVENIN 2254. *Calor y Frío. Límites Permisibles de Exposición en Lugares de Trabajo*. Disponible en:
<http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/action/normas-find> [Consulta: Enero 2009]
22. SENCAMER. Norma COVENIN 2266. *Guía de los Aspectos Generales a ser considerados en la Inspección de las condiciones de Higiene y Seguridad en el trabajo*. Disponible en:
<http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/action/normas-find> [Consulta: Enero 2009]
23. SENCAMER. Norma COVENIN 187. *Colores, símbolos y dimensiones para señales de seguridad*. Disponible en:
<http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/action/normas-find> [Consulta: Enero 2009]

24. SENCAMER. Norma COVENIN 810. *Características de los medios de escape en edificaciones, según el tipo de ocupación*. Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/action/normas-find> [Consulta: Enero 2009]
25. SENCAMER. Norma COVENIN 823. Sistema de protección contra incendio en edificaciones por construir. Parte 2: Industrial. Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/action/normas-find> [Consulta: Enero 2009]
26. SENCAMER. Norma COVENIN 2245. *Escaleras, rampas y pasarelas. Requisitos de Seguridad*. (1990, Abril 04). Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/action/normas-find> [Consulta: Enero 2009]

GLOSARIO

- **Catalizador:** Sustancia que acelera o retarda un proceso químico.
- **Desmoldante:** Sustancia usada en procesos de moldeo, para evitar que el elemento fabricado se adhiera al molde.
- **Ergonomía:** Término que denota la capacidad de un elemento, una actividad o un sistema, para adaptarse a las características anatómicas, fisiológicas y biomecánicas de los seres humanos.
- **Exotérmico:** Se denomina reacción exotérmica a cualquier reacción química que desprende calor, es decir con una variación negativa de entalpía.
- **Finizaje:** Tratamiento realizado al calzado, mediante el cual se le otorga su acabado final por medio de diversos procesos de inspección, limpieza, pintura, pulitura y finalmente empacado.
- **Higroscopia:** Capacidad de algunas sustancias de absorber o ceder humedad al medioambiente.
- **Manovía:** Dispositivo que consta de una serie de carriles por los cuales se desplazan numerosos carros constantemente, los cuales trasladan el calzado desde una estación de trabajo hacia la siguiente.
- **Polímero:** Sustancia que consiste en grandes moléculas formadas por muchas unidades pequeñas que se repiten, llamadas monómeros.
- **Refilado:** Proceso mediante el cual se retira o se recorta, de manera lineal, el exceso de material o rebaba presente en el contorno o en las caras de una pieza.

- **Sistema Hidráulico:** Conjunto de dispositivos que, mediante la utilización de un flujo de líquidos, permite generar un movimiento el cual puede ser aprovechado en forma de energía.
- **Sistema Neumático:** Sistema que aprovecha la presión y volumen del aire comprimido por un compresor y lo transforma, por medio de actuadores (cilindros y motores), en movimientos rectilíneos y de giro, que se usan para automatizar maquinaria en casi todas las industrias.
- **Surfactantes:** Sustancias que influyen por medio de la tensión superficial en la superficie de contacto entre dos fases (por ejemplo, dos líquidos insolubles uno en otro). También se conocen como tensoactivos.
- **Termoestable:** Plástico que una vez moldeado y transformado, proporciona un cuerpo sólido que no puede volver a ser transformado, ni reciclado. También llamado plástico termoendurecible.
- **Termoplástico:** Plástico que, a temperatura ambiente, es plástico o deformable, se derrite cuando se calienta y se endurece en un estado vítreo cuando se enfría lo suficiente.

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

- **°C:** Grados Celcius
- **m:** Metro
- **m²:** Metro Cuadrado
- **m³:** Metro Cúbico
- **Tm:** Tonelada Métrica
- **min:** Minuto
- **seg:** Segundo
- **D:** Distancia
- **Kg:** Kilogramo
- **BsF:** Bolívars Fuertes
- **€:** Euros
- **\$:** Dolares
- **A:** (Código de Proximidad) Absolutamente Necesario
- **E:** (Código de Proximidad) Especialmente Necesario
- **I:** (Código de Proximidad) Importante
- **O:** (Código de Proximidad) Ordinario
- **U:** (Código de Proximidad) Sin Importancia
- **X:** (Código de Proximidad) Indeseable
- **F:** Parámetro de Forma
- **A_t:** Área Total
- **P:** Perímetro