



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PROYECTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA NUEVA
PLANTA INDUSTRIAL ECUAMATRIZ CÍA. LTDA. DE
LA CIUDAD DE AMBATO”**

**MIRANDA VILLACÍS PAULINA ELIZABETH
MONTESDEOCA IZURIETA JOSÉ LUIS**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2012-03-07

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

MIRANDA VILLACÍS PAULINA ELIZABETH

Titulada:

“PROYECTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA NUEVA PLANTA INDUSTRIAL ECUAMATRIZ CÍA. LTDA. DE LA CIUDAD DE AMBATO”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marcelino Fuertes
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Gloria Miño
ASESORA DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2012-03-07

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

MONTESDEOCA IZURIETA JOSÉ LUIS

Titulada:

“PROYECTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA NUEVA PLANTA INDUSTRIAL ECUAMATRIZ CÍA. LTDA. DE LA CIUDAD DE AMBATO”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marcelino Fuertes
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Gloria Miño
ASESORA DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: MIRANDA VILLACÍS PAULINA ELIZABETH

TÍTULO DE LA TESIS: “PROYECTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA NUEVA PLANTA INDUSTRIAL ECUAMATRIZ CÍA. LTDA. DE LA CIUDAD DE AMBATO”.

Fecha de Examinación: 2013-04-10

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Marcelino Fuertes (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Gloria Miño (ASESORA DE TESIS)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: MONTESDEOCA IZURIETA JOSÉ LUIS

TÍTULO DE LA TESIS: “PROYECTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA NUEVA PLANTA INDUSTRIAL ECUAMATRIZ CÍA. LTDA. DE LA CIUDAD DE AMBATO”.

Fecha de Examinación: 2013-04-10

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Marcelino Fuertes (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Gloria Miño (ASESORA DE TESIS)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Miranda Villacís Paulina Elizabeth

Montesdeoca Izurieta José Luis

DEDICATORIA

A mis padres Luis Alfredo Montesdeoca Izurieta y María Narcisa Izurieta Carrera, a mis hermanos Martha Elizabeth y Kevin Andrés, a mi sobrino Luis Sebastián.

Montesdeoca Izurieta José Luis

A mis padres....

Miranda Villacís Paulina Elizabeth

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por su incansable apoyo y esfuerzo, a sus enseñanzas, consejos, su ejemplo de trabajo y lucha inquebrantable, nobleza, humildad y orgullo.

A mis abuelos y tíos, por su buenos deseos y consejos, a mis hermanos y primos, por brindarme una razón más para crecer, siento gran orgullo de ser uno de los primeros que formará esta nueva generación llena de éxitos, amor y unidad.

A mis amigos, por guiarme, acompañarme en esos momentos de alegrías y tristezas, brindarme su apoyo y consejos, por ayudarme a crecer, por esos interminables momentos de filosofía y ocio.

A todas las personas que viven con orgullo y aman la vida, ella es desierto y oasis, nos derriba, nos lastima, nos enseña, nos convierte en protagonistas de nuestra propia historia. Piensa que en ti está el futuro y encara la tarea con orgullo y sin miedo.

No permitas que la vida te pase a ti sin que la vivas...

Montesdeoca Izurieta José Luis

Doy infinitamente gracias por la confianza y el apoyo que pusieron en mí, a mis padres y hermanos.

A mi familia porque han contribuido positivamente para llevar a cabo esta difícil jornada.

A mis maestros que con sus valiosas aportaciones, me ayudaron a crecer como persona y como profesional.

A mis amigos, por su amistad, comprensión y ánimo incondicional.

A la empresa Ecuamatrix Cía. Ltda., por haberme proporcionado tan valiosa información para realizar mi trabajo final de carrera.

Miranda Villacís Paulina Elizabeth

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes -----	1
1.2 Justificación -----	1
1.3 Objetivos -----	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i> -----	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> -----	2
2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	
2.1 Guía de elaboración de diagramas para análisis de los procesos-----	3
2.1.1 <i>Diagrama de proceso tipo material y tipo hombre</i> -----	3
2.1.2 <i>Diagrama de flujo del proceso</i> -----	4
2.1.3 <i>Diagrama de análisis del proceso</i> -----	4
2.1.4 <i>Diagrama de recorrido del proceso</i> -----	4
2.2 Factores influyentes en la ubicación de la planta-----	5
2.2.1 <i>Las fuentes de abastecimiento</i> -----	5
2.2.2 <i>Mercados</i> -----	5
2.2.3 <i>Los medios de transporte</i> -----	6
2.2.4 <i>La mano de obra</i> -----	6
2.2.5 <i>Los suministros básicos</i> -----	6
2.2.6 <i>La calidad de vida</i> -----	6
2.2.7 <i>Las condiciones climatológicas de la zona</i> -----	6
2.2.8 <i>El marco jurídico</i> -----	6
2.2.9 <i>Los impuestos y los servicios públicos</i> -----	7
2.2.10 <i>Las actitudes hacia la empresa</i> -----	7
2.2.11 <i>Los terrenos y la construcción</i> -----	7
2.2.12 <i>Otros factores</i> -----	7
2.3 Factores que influyen en el diseño de la planta-----	7
2.3.1 <i>Ergonomía</i> -----	7
2.3.1.1 <i>Ergonomía del trabajo</i> -----	7
2.3.1.2 <i>Ergonomía física</i> -----	8
2.3.2 <i>Ventilación</i> -----	8

2.3.3	<i>Calefacción</i>	8
2.3.4	<i>Iluminación</i>	8
2.3.5	<i>Acondicionamiento cromático</i>	9
2.3.6	<i>Ruido y vibraciones</i>	9
2.3.7	<i>Música en la industria</i>	9
2.4	<i>Distribución de la planta</i>	10
2.4.1	<i>Objetivos de la distribución en planta</i>	10
2.4.2	<i>Tipos de distribución en planta</i>	11
2.4.2.1	<i>Distribución por posición fija</i>	11
2.4.2.2	<i>Distribución funcional o por proceso</i>	11
2.4.2.3	<i>Distribución por producto o en serie</i>	11
2.4.3	<i>Tipo de fabricación</i>	12
2.4.3.1	<i>Fabricación de tipo continuo</i>	12
2.4.3.2	<i>Fabricación de tipo repetitivo o fabricación en serie</i>	12
2.4.3.3	<i>Fabricación intermitente o bajo pedido.</i>	12
2.4.4	<i>Criterios para una buena distribución</i>	12
2.4.4.1	<i>Flexibilidad máxima</i>	12
2.4.4.2	<i>Coordinación máxima</i>	13
2.4.4.3	<i>Utilización máxima del volumen</i>	13
2.4.4.4	<i>Visibilidad máxima</i>	13
2.4.4.5	<i>Accesibilidad máxima</i>	13
2.4.4.6	<i>Distancia mínima</i>	14
2.4.4.7	<i>Manejo mínimo</i>	14
2.4.4.8	<i>Incomodidad mínima</i>	14
2.4.4.9	<i>Seguridad inherente</i>	14
2.4.4.10	<i>Seguridad máxima</i>	14
2.4.4.11	<i>Flujo unidireccional</i>	15
2.4.4.12	<i>Rutas visibles</i>	15
2.4.4.13	<i>Identificación</i>	15
2.4.5	<i>Distribuciones parciales</i>	15
2.4.6	<i>Factores que afectan al diseño de la planta</i>	16
2.4.6.1	<i>El tamaño</i>	16
2.4.6.2	<i>Alturas requeridas de los techos</i>	17
2.4.6.3	<i>Cargas a soportar</i>	17

2.4.6.4	<i>Acceso</i>	17
2.4.6.5	<i>Iluminación</i>	17
2.4.6.6	<i>Ventilación y calefacción</i>	18
2.4.6.7	<i>Servicios</i>	18
2.4.6.8	<i>Eliminación de desperdicios</i>	18
2.4.7	<i>Diagrama de proximidad y chitefol</i>	18
2.5	Descripción de los procesos manejados	19
2.5.1	<i>Matricería</i>	19
2.5.1.1	<i>Inyección de plásticos</i>	19
2.5.1.2	<i>Embutición</i>	19
2.5.1.3	<i>Troquelado</i>	19
2.5.1.4	<i>Doblado</i>	19
2.5.1.5	<i>Estampado</i>	20
2.5.2	<i>Pintura electroestática</i>	20
2.5.3	<i>Taladrado</i>	20
2.5.4	<i>Soldadura</i>	20
2.5.4.1	<i>Soldadura oxiacetilénica</i>	21
2.5.4.2	<i>Soldadura por arco con electrodo recubierto</i>	21
2.5.4.3	<i>Soldadura MIG/MAG o GMAW</i>	21
2.5.4.4	<i>Soldadura GTAW/TIG</i>	21
2.5.4.5	<i>Soldadura por puntos</i>	22
2.6	Costos	22
2.6.1	<i>Concepto general de costos</i>	22
2.6.1.1	<i>Costos variables</i>	22
2.6.1.2	<i>Costos fijos</i>	23
2.6.1.3	<i>Costos mixtos</i>	23
2.6.2	<i>Elementos del costo</i>	23
2.6.3	<i>Materia prima o materiales</i>	23
2.6.4	<i>Mano de obra</i>	23
2.6.5	<i>Carga fabril</i>	23
2.7	Productividad	23
2.8	Ventas	24
2.9	Inversión	24
2.10	Período de recuperación de capital (PRC)	24

3.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	
3.1	Información general de la empresa-----	25
3.1.1	<i>Reseña histórica</i> -----	25
3.1.2	<i>Valores corporativos</i> -----	26
3.1.3	<i>Base legal</i> -----	26
3.1.4	<i>Estructura administrativa</i> -----	27
3.1.4.1	<i>Organigrama estructural</i> -----	27
3.1.4.2	<i>Organigrama funcional</i> -----	27
3.1.5	<i>Direccionamiento estratégico</i> -----	28
3.1.5.1	<i>Misión</i> -----	28
3.1.5.2	<i>Visión</i> -----	28
3.2	Procesos de producción actual-----	28
3.2.1	<i>Ventas 2010 y 2011</i> -----	28
3.2.1.1	<i>Principales líneas de producción año 2010</i> -----	30
3.2.1.2	<i>Principales líneas de producción año 2011</i> -----	33
3.2.2	<i>Productos de mayor demanda</i> -----	38
3.2.2.1	<i>Descripción de productos de mayor demanda</i> -----	39
3.2.2.2	<i>Determinación del tiempo tipo actual de los productos de mayor demanda</i> -----	44
3.3	Descripción de áreas de trabajo-----	49
3.4	Distribución inherente actual de los puestos de trabajo-----	51
3.4.1	<i>Sección de armado</i> -----	52
3.4.1.1	<i>Tareas realizadas</i> -----	52
3.4.1.2	<i>Puesto de trabajo 53</i> -----	52
3.4.2	<i>Sección bodega</i> -----	52
3.4.2.1	<i>Descripción</i> -----	52
3.4.3	<i>Sección de conformado</i> -----	53
3.4.3.1	<i>Tareas realizadas</i> -----	53
3.4.3.2	<i>Puesto de trabajo 32</i> -----	53
3.4.4	<i>Sección de corte</i> -----	53
3.4.4.1	<i>Tareas realizadas</i> -----	54
3.4.4.2	<i>Áreas de trabajo 81</i> -----	54
3.4.5	<i>Sección de curvado</i> -----	54
3.4.5.1	<i>Tareas realizadas</i> -----	54
3.4.5.2	<i>Área de trabajo 51</i> -----	54

3.4.6	<i>Sección de ensamblaje</i>	55
3.4.6.2	<i>Tareas realizadas</i>	55
3.4.6.2	<i>Puesto de trabajo 42</i>	55
3.4.7	<i>Sección de inyección</i>	55
3.4.7.1	<i>Tareas realizadas</i>	55
3.4.7.2	<i>Puesto de trabajo 60</i>	55
3.4.8	<i>Sección de maquinado</i>	56
3.4.8.1	<i>Tareas realizadas</i>	56
3.4.8.2	<i>Áreas de trabajo 66-69</i>	56
3.4.9	<i>Sección de matricería</i>	57
3.4.9.1	<i>Tareas realizadas</i>	57
3.4.9.2	<i>Descripción</i>	57
3.4.10	<i>Sección de soldadura</i>	58
3.4.10.1	<i>Tareas realizadas</i>	58
3.4.10.2	<i>Puesto de trabajo 61</i>	58
3.4.11	<i>Sección de pintura</i>	58
3.4.11.1	<i>Puesto de trabajo 3</i>	58
3.4.12	<i>Sección de administración</i>	59
3.4.12.1	<i>Tareas realizadas</i>	59
3.4.12.2	<i>Descripción</i>	59
3.4.13	<i>Sección de ingeniería</i>	59
3.4.13.1	<i>Tareas realizadas</i>	59
3.4.13.2	<i>Descripción</i>	59
3.5	<i>Diagrama de proximidad y chitefol</i>	60
3.5.1	<i>Diagrama de proximidad por secciones</i>	60
3.5.2	<i>Diagrama de proximidad de áreas y puestos de trabajo</i>	61
3.6	<i>Distribución actual de la planta</i>	61
3.6.1	<i>Diagramas de recorrido tipo material</i>	62
4.	PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN	
4.1	<i>Estructura administrativa</i>	64
4.1.1	<i>Organigrama estructural</i>	64
4.1.2	<i>Organigrama funcional</i>	64
4.2	<i>Proceso de producción propuesto de los productos de mayor demanda</i>	65

4.2.1	<i>Método propuesto de producción para puestos críticos</i>	65
4.2.2	<i>Diagramas de trabajo propuestos</i>	67
4.2.2.1	<i>Diagramas de análisis de los procesos tipo material</i>	68
4.2.2.2	<i>Diagramas de flujo de los procesos tipo materia</i>	69
4.3	Distribución inherente propuesta de los puestos de trabajo	70
4.3.1	<i>Diagramas de distribución ergonómica de cada puesto de trabajo</i>	70
4.3.1.1	<i>Sección de armado</i>	73
4.3.1.2	<i>Sección de bodega</i>	74
4.3.1.3	<i>Sección de conformado</i>	74
4.3.1.4	<i>Sección de corte</i>	75
4.3.1.5	<i>Sección de curvado</i>	76
4.3.1.6	<i>Sección de ensamblaje</i>	77
4.3.1.7	<i>Sección de inyección</i>	78
4.3.1.8	<i>Sección de maquinado</i>	79
4.3.1.9	<i>Sección de matricería</i>	79
4.3.1.10	<i>Sección de soldadura</i>	79
4.3.1.11	<i>Sección de pintura</i>	80
4.3.1.12	<i>Sección de administración</i>	81
4.3.1.13	<i>Sección de ingeniería</i>	82
4.4	Determinación del tiempo tipo propuesto	83
4.5	Comparación de los tiempos tipo actual y propuesto	84
4.6	Distribución propuesta de la planta	85
4.6.1	<i>Análisis de los factores que afectan a la planta</i>	85
4.6.1.1	<i>Ubicación de la planta</i>	85
4.6.1.2	<i>Diseño de la planta</i>	88
4.6.1.3	<i>Distribución de la planta</i>	91
4.6.2	<i>Tipo de fabricación</i>	96
4.6.2.1	<i>Fabricación de tipo repetitivo o fabricación en serie</i>	96
4.6.2.2	<i>Fabricación intermitente o bajo pedido</i>	97
4.6.3	<i>Estudio de distribuciones parciales</i>	97
4.6.3.1	<i>Porcentaje de participación en la producción de productos de mayor demanda</i>	97
4.6.3.2	<i>Tabla de áreas y puestos de trabajo</i>	98
4.6.3.3	<i>Tablas de doble entrada</i>	100
4.6.3.4	<i>Tablas triangulares</i>	100

4.6.3.5	<i>Tabla de doble entrada de movimientos ponderados</i> -----	101
4.6.3.6	<i>Diagrama de proximidad y chitefol propuesto teórico</i> -----	108
4.6.3.7	<i>Diagrama de distribución propuesto real</i> -----	109
4.7	Layout distribución propuesta-----	110
4.8	Diagrama de recorrido de la distribución final-----	110
4.9	Análisis de viajes entre secciones y departamentos -----	113
4.10	Modelación en 3 dimensiones-----	113

5. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE COSTOS

5.1	Costos de producción actual-----	114
5.1.1	<i>Estado de costos de producción.</i> -----	114
5.1.1.1	<i>Cálculo del costo total.</i> -----	115
5.1.2	<i>Determinación del punto de equilibrio</i> -----	116
5.1.2.1	<i>Método algebraico</i> -----	116
5.1.3	<i>Cálculo de la utilidad neta total actual</i> -----	119
5.2	Costos de producción propuesta -----	120
5.2.1	<i>Estados de costos de producción estimado</i> -----	120
5.2.1.1	<i>Cálculo del costo de mano de obra directa para el método propuesto</i> -----	120
5.2.1.2	<i>Cálculo del costo total</i> -----	121
5.2.2	<i>Determinación del punto de equilibrio método propuesto</i> -----	121
5.2.2.1	<i>Método algebraico</i> -----	121
5.2.2.3	<i>Cálculo de la utilidad neta total propuesta.</i> -----	124
5.3	Incremento de la producción, la utilidad neta y productividad-----	125
5.3.1	<i>Incremento de la producción por número de elementos producidos</i> -----	125
5.3.1.1	<i>Cálculo del incremento en la producción mensual</i> -----	126
5.3.2	<i>Incremento de la utilidad neta</i> -----	127
5.3.3	<i>Incremento de la productividad</i> -----	127
5.3.3.1	<i>Productividad actual</i> -----	127
5.3.3.2	<i>Productividad propuesta</i> -----	129
5.4	Inversiones -----	131
5.4.1	<i>Inversión total</i> -----	134
5.5	Período de recuperación de capital (PRC) -----	134

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones----- 135

6.2 Recomendaciones----- 136

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Símbolos estándar para diagramas de proceso-----	3
2	Ventas 2010-----	28
3	Ventas 2011 -----	29
4	Ventas principales líneas de producción 2010 Ecuamatrix -----	30
5	Ventas 2010 línea de cajas metálicas-----	30
6	Ventas 2010 línea de cajas híbridas -----	31
7	Ventas 2010 cajas de policarbonato-----	32
8	Ventas 2010 carretillas -----	32
9	Ventas: principales líneas de producción 2011 -----	33
10	Ventas 2011 de cajas metálicas -----	34
11	Ventas 2011 cajas híbridas-----	35
12	Ventas 2011 cajas de policarbonato -----	36
13	Ventas 2011 carretillas -----	36
14	Productos de mayor demanda 2010 -----	37
15	Productos de mayor demanda 2011 -----	38
16	Porcentaje de participación en la producción de productos de mayor demanda 2010-2011 -----	39
17	Elementos caja de distribución-----	40
18	Elementos caja híbrida -----	41
19	Elementos caja de policarbonato-----	42
20	Tiempo tipo actual para la elaboración de una caja de distribución -----	46
21	Tiempo tipo actual para la elaboración de una caja híbrida-----	46
22	Tiempo tipo actual para la elaboración de una caja de policarbonato-----	47
23	Tiempo tipo actual para la elaboración de una carretilla reforzada-----	47
24	Puestos y áreas de trabajo-----	49
25	Maquinarias sección de matricería -----	57
26	Toma de tiempos para el método propuesto de puestos críticos “Caja de distribución” -----	66
27	Toma de tiempos para el método propuesto de puestos críticos “Caja híbrida”-----	66

28	Toma de tiempos método propuesto de puestos críticos -----	
	“Caja de policarbonato”-----	67
29	Toma de tiempos método propuesto de puestos críticos -----	
	“Carretilla reforzada”-----	67
30	Medidas antropométricas operario promedio -----	70
31	Efecto de las posturas de trabajo-----	72
32	Dimensiones sillas ergonómicas -----	75
33	Caja de distribución-----	83
34	Caja híbrida -----	83
35	Caja de policarbonato -----	84
36	Carretilla reforzada -----	84
37	Reducción de tiempos de producción método actual y propuesto -----	84
38	Proveedores-----	85
39	Cargas a soportar -----	89
40	Colores de seguridad -----	94
41	Dimensiones de letreros de señalética -----	95
42	Dimensiones de letreros de señalética 2 -----	95
43	Productos de mayor demanda 2010-2011 -----	97
44	Áreas de trabajo método propuesto -----	98
45	Tabla de doble entrada: Caja de policarbonato-----	100
46	Valores ponderados (ejemplo) -----	104
47	Resumen de movimientos ordenados por su porcentaje de -----	
	representatividad-----	105
48	Costos unitarios actuales-----	115
49	Costos mensuales actuales-----	115
50	Punto de equilibrio actual caja de distribución -----	117
51	Punto de equilibrio actual caja híbrida -----	117
52	Punto de equilibrio actual caja de policarbonato -----	118
53	Punto de equilibrio actual de la carretilla reforzada -----	118
54	Costos y ventas mensuales y anuales año 2011 -----	119
55	Utilidad mensual y anual 2011 -----	119
56	Costos fijos y variables mensuales -----	120
57	Punto de equilibrio propuesto caja de distribución -----	122
58	Punto de equilibrio propuesto caja híbrida-----	122

59	Punto de equilibrio propuesto caja de policarbonato -----	123
60	Punto de equilibrio propuesto carretilla reforzada -----	123
61	Costos, ventas mensuales y anuales método propuesto -----	125
62	Utilidad mensual y anual método propuesto-----	125
63	Incremento en la producción-----	126
64	Incremento de la utilidad neta-----	127
65	Incremento de la productividad-----	130
66	Construcción de una estantería para almacenaje de matrices -----	131
67	Construcción de una torre de enfriamiento-----	131
68	Construcción de sillas ergonómicas-----	132
69	Mano de obra: construcción de estantería, torre de enfriamiento y sillas ergonómicas -----	132
70	Herramientas -----	132
71	Transporte de maquinaria-----	132
72	Descripción de equipos y herramientas-----	133
73	Inversión total -----	134
74	Comparación método actual y propuesto de actividades, tiempos y ----- distancias-----	136
75	Reducción de actividades, tiempos y distancias método actual y----- propuesto-----	136
76	Reducción de costos unitarios -----	136

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Organigrama estructural -----	27
2 Organigrama funcional-----	27
3 Ventas 2010 -----	29
4 Ventas 2011 -----	29
5 Ventas porcentuales principales líneas de producción 2010-----	30
6 Ventas 2010 línea de cajas metálicas -----	31
7 Ventas 2010 línea de cajas híbridas-----	31
8 Ventas 2010 cajas de policarbonato-----	32
9 Ventas 2010 carretillas-----	33
10 Ventas porcentuales principales líneas de producción 2011-----	33
11 Ventas 2011 cajas metálicas -----	34
12 Ventas 2011 cajas híbridas -----	35
13 Ventas 2011 cajas de policarbonato-----	36
14 Ventas 2011 carretillas-----	37
15 Productos de mayor demanda 2010 -----	37
16 Productos de mayor demanda 2011 -----	38
17 Producción de los cuatro productos de mayor demanda -----	39
18 Carretilla reforzada -----	43
19 Diagrama de proceso caja de policarbonato método actual-----	45
20 Diagramas de flujo de proceso caja de policarbonato -----	48
21 Sección de armado-----	52
22 Sección de bodegas-----	53
23 Sección de conformado -----	53
24 Sección de corte-----	54
25 Sección de curvado -----	54
26 Sección de ensamblaje -----	55
27 Sección de inyección -----	56
28 Sección de maquinado -----	56
29 Sección de matricería -----	57
30 Sección de soldadura-----	58

31	Sección de pintura -----	58
32	Sección de administración-----	59
33	Sección de ingeniería-----	60
34	Diagrama de proximidad por secciones -----	60
35	Diagrama de proximidad método actual-----	61
36	Layout distribución actual-----	62
37	Diagrama de recorrido caja de policarbonato-----	63
38	Organigrama estructural propuesto -----	64
39	Organigrama funcional propuesto-----	64
40	Diagrama de proceso: Caja de policarbonato-----	68
41	Diagramas de flujo de los procesos tipo material caja de policarbonato --- método propuesto -----	69
42	Dimensiones antropométricas-----	70
43	Espacio normal y preferente para las manos (hombres y mujeres)-----	72
44	Postura de operarios del área de armado -----	73
45	Método de trabajo bodegas-----	74
46	Postura del operario sección de conformado -----	75
47	Ubicación sección de corte y conformado -----	76
48	Postura del operario sección de curvado -----	77
49	Postura del operario: Sección de ensamblaje -----	77
50	Postura del operario: Sección de ensamblaje -----	78
51	Postura del operario: Sección de maquinado -----	79
52	Postura del operario: Sección de maquinado -----	80
53	Áreas afectadas en proceso de pintura-----	81
54	Emanaciones de área de fosfatizado y ventilación-----	82
55	Tabla triangular "Caja de policarbonato" -----	100
56	Tabla de doble entrada (ejemplo) -----	103
57	Tabla triangular (ejemplo)-----	103
58	Tabla triangular de movimientos ponderados (ejemplo)-----	104
59	Tabla triangular de movimientos ponderados -----	104
60	Diagrama de proximidad y chitefol propuesto teórico -----	108
61	Diagrama de proximidad y chitefol propuesto real -----	109
62	Plano de distribución propuesta de la planta Ecuamatriz Cía. Ltda. -----	110
63	Diagrama de recorrido método propuesto-----	111

64	Construcción de la planta industrial Ecuamatrix Cía. Ltda. -----	112
65	Viajes entre departamentos y secciones -----	113
66	Modelación de la planta -----	113
67	Comparación costos actuales y propuestos -----	121
68	Comparación de punto de equilibrio actual y propuesto -----	124
69	Incremento en la producción mensual -----	126
70	Incremento de la utilidad neta-----	127
71	Incremento de la productividad-----	130

LISTA DE ABREVIACIONES

ASTM	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
CHITEFOL	Cada letra representa una forma de distribución de planta
CEPIA	Corporación de Empresas del Parque Industrial Ambato
CNEL	Corporación Nacional de Electricidad
ECUAMATRIZ	Ecuatoriana de Matricería
EEA	Empresa Eléctrica Ambato
EEASA	Empresa Eléctrica del Amazonas Sociedad Anónima
EEQ	Empresa Eléctrica Quito
ELEPCO	Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi Sociedad Anónima
EERSA	Empresa Eléctrica Riobamba Sociedad Anónima
GLP	Gas Licuado de Petróleo
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
INSHT	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (España)
MABE	Multinacional que diseña, produce y distribuye electrodomésticos
OIT	Organización Internacional del Trabajo
PC	Polycarbonato
POLIETILENO BD	Polietileno de baja densidad
PRC	Periodo de Recuperación de Capital
RUC	Registro Único de Contribuyentes
SAE	Sociedad de Ingenieros Automotrices

LISTA DE ANEXOS

- A Organigrama estructural (Método propuesto)
- B Organigrama funcional (Método propuesto)
- C Toma de tiempos de operaciones de los procesos de fabricación de productos de mayor demanda
- D Diagramas de análisis de procesos tipo material productos de mayor demanda método actual
- E Diagramas de flujo de procesos tipo material productos de mayor demanda método actual
- F Diagramas de recorrido tipo material de los productos de mayor demanda método actual
- G Distribución inherente actual y propuesta de áreas y puestos de trabajo
- H Diagramas de análisis de procesos tipo material productos de mayor demanda método propuesto
- I Diagramas de flujo de procesos tipo material productos de mayor demanda método propuesto
- J Tablas de doble entrada y triangulares
- K Diagrama de recorrido de procesos para el método propuesto

NOTA: Por la extensión de los anexos, éstos se adjuntan en archivo digital.

LISTA DE PLANOS

- Plano I. Caja metálica de distribución bifásica 300x200x105
- Plano II. Caja híbrida para medidor polifásico de 400x220x160
- Plano II. Caja de policarbonato para medidor monofásico 300x200x80
- Plano IV. Distribución actual de la planta Ecuamatrix Cía. Ltda.
- Plano V. Distribución propuesta de la planta Ecuamatrix Cía. Ltda.

NOTA: Por la extensión de los planos, éstos se adjuntan en archivo digital.

RESUMEN

El "PROYECTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA NUEVA PLANTA INDUSTRIAL ECUAMATRIZ CIA. LTDA. DE LA CIUDAD DE AMBATO", se genera por la necesidad de mover sus instalaciones de Ambato a un nuevo lugar en San Pedro, parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua, en un área de construcción disponible de 7300 metros cuadrados.

Después de analizar la situación actual de esta empresa y sus debilidades, se pudo demostrar una nueva distribución de la nueva planta industrial. Por medio del análisis de las ventas en 2010 y 2011, se determinó que cuatro productos con alta participación en la producción tienen una tasa de participación en 61,195% en esos años. Esto fue considerado como un factor importante para el diseño de una nueva distribución de la planta.

Los resultados mostraron que los beneficios se incrementaron en \$ 26.700,06 más de los actuales. Su productividad se incrementó de la siguiente manera: Cajas de distribución en 8,5%, cajas híbridas en 8,85%, cajas de policarbonato en 18,85% y la carretilla reforzada en 8.28%. Ellos representan un beneficio añadido en el 2,56%

El proyecto requiere una inversión de \$ 14,581.63 para los edificios, el transporte y la instalación de maquinaria en la nueva planta y ésta se recuperará en cinco días.

ABSTRACT

The “PROJECT FOR FACILITIES DISTRIBUTION OF THE NEW INDUSTRIAL PLANT ECUAMATRIZ CIA. LTDA. OF THE AMBATO CITY” is generated by need to move its facilities from Ambato to a new place in San Pedro, Santa Rosa parish, Tungurahua province, in an available building area of 7300 square meters.

After analyzing the current situation of this enterprise and its weaknesses, it was possible to show a new distribution of the new industrial plant. By means of analysis on sales in 2010 and 2011, it was determined that four goods with high participation in its production have a rate of participation at 61,195% in those years. That was considered as an important factor to design a new distribution of the plant.

Results showed that profits were increased at \$26.700,06 more than current ones. Its productivity was increased as follows: Distribution boxes in 8,5%, hybrid boxes in 8,85%, polycarbonate boxes in 18,85% and reinforced trolleys in 8.28%. They represent an added profit at 2.56%

The project required an investment of \$14581,63 for buildings, transport and installing of plant facilities in the new factory and this will be recovered in five days.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Empresa ECUAMATRIZ CÍA. LTDA., se encuentra ubicada en la República del Ecuador, en la provincia de Tungurahua, ciudad de Ambato, la compañía fue constituida el 27 de Julio de 1988, y su creación respondió principalmente a la necesidad exigente en el país de contar con una empresa que se especialice en la construcción de todo tipo de matrices para uso industrial.

En 1979 Gustavo Villacrés y Fernando Valencia socios de la compañía, conformaron una sociedad denominada TECNOMETAL que desarrollaba específicamente trabajos de mantenimiento de maquinaria industrial y posteriormente producción de equipos tales como maquinaria para industrias farmacéuticas, maquinaria para lavado de turbinas de helicóptero, dobladoras de tol, maquinaria agroindustrial, construcción de tanques de almacenamiento y producción en serie de válvulas check para admisión.

En el año de 1995 debido al conflicto ecuatoriano – peruano toman la decisión de incursionar en otras líneas como fabricar herramientas marca CLASS, cajas de medidores eléctricos y de distribución antihurto, así como partes para la línea blanca.

ECUAMATRIZ CÍA. LTDA., en la actualidad se encuentra liderada por el Ing. Fernando Valencia - Presidente Ejecutivo, Ing. Alfonso Camacho - Gerente General e Ing. Leonel Zurita - Gerente de Planta.

1.2 Justificación

Debido al crecimiento progresivo de la empresa desde su creación hasta la fecha y ante el insuficiente de espacio físico en la planta de producción actual, ECUAMATRIZ CÍA. LTDA. se ha visto en la necesidad de trasladar sus instalaciones a un emplazamiento ubicado en San Pedro - parroquia Santa Rosa con un área de construcción disponible de 7300m².

Se ha planificado la culminación del proyecto de construcción de las nuevas instalaciones el primer trimestre del año 2013, siendo necesaria la elaboración del presente documento con la mayor rapidez, pues la construcción solo podrá avanzar una vez definida la distribución óptima. Sin embargo la empresa realizará grandes inversiones en la construcción de la infraestructura en la nueva planta, es por ello que no se destinarán recursos a la compra de maquinaria y equipos para efectos de mejora del proceso, es decir que la nueva distribución contempla la instalación y transporte de la maquinaria ya existente.

Con una correcta distribución de planta se tendrá un proceso de producción eficiente mejorando la productividad y calidad de los bienes elaborados, además se proporcionará seguridad y bienestar para todo el personal que labora en la empresa al mejorar el ambiente de trabajo en base al análisis ergonómico.

Este proyecto tendrá como aporte científico el contribuir con el conocimiento mediante la obtención de un documento único el cual se elaborará analizando los factores particulares concernientes a la ubicación, diseño, distribución de planta y puestos de trabajo; su elaboración tiene como propósito favorecer con el desarrollo del país y en particular de la empresa ECUAMATRIZ CÍA.LTDA.; además de servir como guía a la sociedad en la temática “Distribución de plantas industriales”.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Elaborar un proyecto para la distribución de la nueva planta industrial ECUAMATRIZ CÍA. LTDA. de la ciudad de Ambato.

1.3.2 *Objetivos específicos*

Determinar la organización y distribución de la planta actual.

Analizar los factores que afectan a la empresa.

Realizar la propuesta de distribución de la planta en proyecto.

Elaborar el análisis económico de la propuesta.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Guía de elaboración de diagramas para análisis de los procesos

Un diagrama es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes, y sus posibles combinaciones.

2.1.1 Diagrama de proceso tipo material y tipo hombre. Los diagramas de proceso tipo material, se reflejan únicamente las manipulaciones llevadas a cabo con el material. En la denominación de cada acción se emplea la forma pasiva o el infinitivo, por ejemplo: se almacena, se demora, etc., aunque se podría decir también: almacenar, demorar, etc. Mientras en los diagramas de proceso tipo hombre se representan únicamente las acciones llevadas a cabo por el operario, empleándose para su denominación la forma activa: va, carga, lleva, etc.[1].

Tabla 1. Símbolos estándar para diagramas de proceso

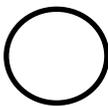
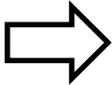
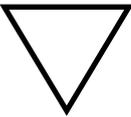
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Operación.- Un círculo representa las actividades fundamentales de cualquier proceso, mismas que propician cambios en los materiales u objetos, transferencia de información o la planeación de algo.
	Transporte.- Una flecha apuntando hacia la derecha indica movimiento; es decir, las personas, materiales y/o equipo son trasladados sin que se les efectúe ningún trabajo adicional.
	Inspección.- Un cuadrado representa las actividades de verificación de los materiales o productos; también simboliza lecturas de algún tipo de indicador o de información impresa. Este tipo de tarea por lo general, no añade valor al producto.

Tabla 1. Continuación

	<p>Demora.- Una figura en forma de “D” indica la ocurrencia de interferencias en las operaciones o en el movimiento de los materiales lo que imposibilita la consecución hacia el siguiente paso del proceso. También representa un trabajo en suspenso o abandono momentáneo del mismo.</p>
	<p>Almacenamiento.- El triángulo invertido representa el depósito del material o producto en algún lugar, idealmente almacenes; aunque es probable que en el método actual se encuentren mercancías almacenadas en pisos o pasillos por error.</p>
	<p>Actividades Combinadas.- Cuando dos de las actividades descritas anteriormente se ejecutan simultáneamente, los símbolos se combinan. El más común es el de la inspección y la operación.</p>

Fuente: BACA, Cruz Cristóbal Introducción a la Ingeniería Industrial

2.1.2 Diagrama de flujo del proceso. Es el diagrama que nos permite observar en una primera instancia las operaciones, inspecciones, almacenajes, trasportes, demoras y actividades combinadas del proceso a las cuales se les añade una breve nota sobre la naturaleza de cada actividad, el tiempo requerido y en caso de trasportes indicamos la distancia recorrida.

2.1.3 Diagrama de análisis del proceso. Es la descripción de forma breve y actividad por actividad (operación, inspección, almacenaje, transporte, demora y actividades combinadas) del desarrollo del proceso en estudio, indicando o que se hace, quién lo hace, los medios empleados, la distancia recorrida (en caso de trasportes) y el tiempo utilizado [2].

2.1.4 Diagrama de recorrido del proceso. Es un diagrama que nos permite observar en dos dimensiones la distribución real del área donde se ejecuta cada una de las actividades que componen el proceso (dibujo de la planta), además de los flujos y distancias recorridas. Esta representación ayuda a visualizar posibles cambios de las áreas (layout), maquinarias, etc., para economizar tiempos y evitar recorridos innecesarios. El diagrama debe estar a escala y, por lo general, se ocupan los planos arquitectónicos de las instalaciones para su realización, sobre éstos se dibujan directamente los símbolos de las actividades que coinciden y se detallan aquellas contenidas en el diagrama de flujo de proceso [3].

2.2 Factores influyentes en la ubicación de la planta

Existe una gran cantidad de factores que pueden influenciar las decisiones de localización, variando su importancia de una industria a otra y para cada empresa particular, en función de sus circunstancias y sus objetivos concretos. Una de las primeras tareas del equipo que realiza el estudio de localización es la determinación de aquellos factores que habrán de ser tenidos en cuenta en cada nivel de análisis, los cuales, en general, serán muy numerosos. Entendiendo que no se puede ser exhaustivo, ni generalizar una lista de factores o criterios importantes para cualquier empresa. No obstante, los principales factores que pueden influir sobre la localización, los cuales, no siempre tienen carácter tangible. Como son:

2.2.1 *Las fuentes de abastecimiento.* Ciertas empresas se localizan próximas a los lugares en los que se obtienen sus materias primas o a sus proveedores y se puede explicar por tres razones:

- Por la necesidad de asegurarse el abastecimiento. Es el caso de las firmas que explotan o extraen recursos naturales.
- Cuando los input son perecederos y debido a ello no pueden transportarse a largas distancias antes de ser procesados.
- Por razones de transporte: Cuando es más fácil o más económico transportar las salidas que las entradas. Por ejemplo, con aquellos procesos en los que hay una pérdida de volumen o peso de los productos, de tal forma que las entradas son más voluminosas o pesadas que las salidas, generándose mucho material de desecho.

2.2.2 *Mercados.* La localización de los clientes o usuarios es también un factor importante en muchos casos, como cuando la entrega rápida de los productos es una condición necesaria para las ventas, siendo fundamental una estrecha relación o conexión con los clientes.

La localización de la competencia también forma parte de las consideraciones estratégicas, sobre todo para los servicios. Así, la existencia de un competidor en una zona puede hacerla inadecuada; otra veces, en cambio, las empresas buscan localizarse cerca de sus competidores con objeto de reforzar su poder de atracción de clientes.

2.2.3 *Los medios de transporte.*

- Por agua. Es en general, el más barato para largas distancias, resultando adecuado para productos voluminosos o pesados. Pero siendo a su vez el más lento.
- Por ferrocarril. Se torna más efectivo que el transporte por agua, llegando a lugares que por agua no tiene accesibilidad. También se puede transportar productos de diversos tamaños, pero tiene un coste unitario mayor.
- Por carretera. Suele realizarse a través de camiones, aunque esto limite el tipo de carga y el coste todavía mayor.
- Aéreo. Es el más rápido de todos, permite reducir tiempo y acorta distancias, pero con desventaja de que es el más caro de todos. Se usa para productos con alto valor añadido, productos perecederos, etc.

2.2.4 *La mano de obra.* Aunque esté perdiendo peso en entornos productivos tecnológicamente desarrollados, suele seguir siendo uno de los factores más importantes en las decisiones de localización, sobre todo para empresas de trabajo intensivo.

2.2.5 *Los suministros básicos.* Cualquier instalación necesita de suministros básicos como el agua y la energía, por ello es especialmente crítico en las plantas de fabricación. Influye notablemente cuando las cantidades requeridas son altas y afectan los costos.

2.2.6 *La calidad de vida.* Es un factor muy apreciado y considerado por las empresas en la localización de instalaciones, pues influye en la capacidad de atraer y retener el personal, resultando más crítico en empresas de alta tecnología o en las dedicadas a la investigación; los aspectos son educación, coste de la vida, las ofertas culturales y de ocio, baja criminalidad, sanidad adecuada, transporte público, clima, etc.

2.2.7 *Las condiciones climatológicas de la zona.* El proceso productivo puede verse afectado por la temperatura, el grado de humedad, etc. Incrementa costos por implementar calefacción y/o por retrasar la producción.

2.2.8 *El marco jurídico.* Las normas comunitarias, nacionales, regionales y locales inciden sobre las empresas, pudiendo variar con la localización. Un marco jurídico favorable puede ser una buena ayuda para las operaciones, mientras que uno

desfavorable puede entorpecer y dificultar las mismas. Restricciones, condiciones medioambientales, permisos de construcción, entre otros.

2.2.9 *Los impuestos y los servicios públicos.* La presión fiscal varía entre las diferentes localidades, si ésta es alta reduce el atractivo de un lugar, tanto para las empresas como para los empleados. Pero, si las tasas son demasiado bajas pueden ser sinónimo de malos servicios públicos.

2.2.10 *Las actitudes hacia la empresa.* En general, las autoridades intentan atraer las empresas a sus dominios, ya que son fuente de riqueza, empleo y contribuciones fiscales. También cuenta la actitud de la comunidad, que puede no coincidir con la de las autoridades; siendo de conformidad o incomodidad.

2.2.11 *Los terrenos y la construcción.* La existencia de terrenos donde ubicarse a precios razonables, así como los moderados costes de construcción, son factores adicionales a considerar, pero ambos pueden variar mucho en función del lugar.

2.2.12 *Otros factores.* Sin duda alguna, se podrían mencionar otros muchos factores que pueden influir en la localización. Así, por ejemplo, aspectos tales como la lengua, la cultura, la estabilidad política y social, la moneda, etc. Pueden resultar muy importantes para las empresas que operan en el ámbito internacional [4].

2.3 Factores que influyen en el diseño de la planta

2.3.1 *Ergonomía.* La ergonomía es la disciplina científica que trata del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas que coinciden con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador. Busca la optimización de los tres elementos del sistema (humano-máquina-ambiente), para lo cual elabora métodos de estudio de la persona, de la técnica y de la organización.

2.3.1.1 *Ergonomía del trabajo.* El diseño ergonómico del puesto de trabajo intenta obtener un ajuste adecuado entre las aptitudes o habilidades del trabajador y los requerimientos o demandas del trabajo. El objetivo final, es optimizar la productividad del trabajador y del sistema de producción, al mismo tiempo que garantizar la satisfacción, la seguridad y salud de los trabajadores. El diseño adecuado del puesto de trabajo debe servir para:

- Garantizar una correcta disposición del espacio de trabajo
- Evitar los esfuerzos innecesarios. Los esfuerzos nunca deben sobrepasar la capacidad física del trabajador
- Evitar movimientos que fuercen los sistemas articulares
- Evitar los trabajos excesivamente repetitivos
- Lograr una correcta visibilidad y una adecuada disposición de los elementos de trabajo [5].

2.3.1.2 Ergonomía física. Características humanas relacionadas con la actividad física

- *Antropometría.* Es la descripción del cuerpo humano por las medidas, es la aplicación al ser humano de métodos fisiocientíficos para el desarrollo de estándares de diseño, de requerimientos específicos productos y para la evaluación de los diseños de ingeniería, modelos a escala y manufacturados, con el fin de asegurar la adecuación de todos ellos a las características de los usuarios [6].

2.3.2 Ventilación. Se ha comprobado experimentalmente que las necesidades de oxígeno para la respiración humana aumentan casi proporcionalmente al aumento de trabajo. Con este fin se debe dotar de un ambiente de trabajo fluido y libre y si no es así debe ser forzado por ventiladores y extractores de aire.

2.3.3 Calefacción. Mejoran las condiciones de trabajo eliminando el frío por medio de la calefacción así como se reducen las bajas por enfermedad y mantiene el rendimiento de trabajo óptimo, las temperaturas más adecuadas son:

- Trabajo sedentario 18°C
- Trabajo moderado 15°C
- Trabajo intenso 13°C

2.3.4 Iluminación. Una buena iluminación es uno de los factores que más contribuye a mejorar un ambiente haciéndolo estimulante y grato para el trabajo. Si evitamos que el obrero tenga que forzar la vista disminuye su cansancio o fatiga, por lo tanto los errores y accidentes.

En los talleres pequeños se recomienda la luz natural con ventanas en las paredes con unos 80 cm mínimos sobre el suelo. Cualquiera que sea la disposición de los huecos se

recomienda que su superficie sea por lo menos un 25% de la planta del taller. Si es imposible cubrir la iluminación naturalmente, se recurre a la luz artificial mediante reflectores que compensen a la luz natural.

2.3.5 Acondicionamiento cromático. Antiguamente el gris oscuro era el más utilizado en los talleres, en cambio ahora casi se ha desterrado por completo por lo menos en sus tonalidades más oscuras porque se ha comprobado que una pintura adecuada además de mejorar la luz natural y artificial tiene gran influencia en el operario. La refracción de la luz en techos y paredes varía según el color de estas en la siguiente proporción:

- Blanco 85 %
- Crema 65%
- Azul celeste 65%
- Verde claro 60%

De acuerdo con esto, se aconseja pintar los locales industriales con las siguientes tonalidades:

- Techos, cubiertas y estructuras: marfil o crema pálida.
- Paredes: amarillo pálido.
- Zócalos: ocre claro.
- Puentes grúas: amarillo cadmio con bandas negras verticales en el centro.
- Maquinaria: verde medio o gris claro destacando los volantes en negro.
- Motores de las máquinas e instalaciones eléctricas: azul oscuro.
- Equipos contra incendios: rojo.

2.3.6 Ruido y vibraciones. Una de las causas de la fatiga y disminución del rendimiento son los ruidos excesivos y vibraciones que afectan al oído llegando a producir sordera progresiva.

2.3.7 Música en la industria. Siempre se ha utilizado la música en muchos trabajos, así; durante la cosecha en los campesinos, marchas militares, etc.; su finalidad es disminuir la fatiga y el aburrimiento en el trabajo pero no podrá ser un sedante en aquellos talleres en los que haya mucho ruido.

Se recomienda efectuar emisiones de 15 a 30 minutos con una intensidad menor a 80 decibeles en los momentos en que disminuye el rendimiento de los trabajadores que suelen coincidir con la mitad de la jornada en la mañana y en la tarde [7].

2.4 Distribución de planta

Por distribución en planta se entiende: “La ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller. La distribución en planta tiene dos intereses claros que son:

- *Interés económico.* Con el que persigue aumentar la producción, reducir los costos, satisfacer al cliente mejorando el servicio y mejorar el funcionamiento de las empresas.
- *Interés social.* Con el que persigue darle seguridad al trabajador y satisfacer al cliente.

2.4.1 Objetivos de la distribución en planta. El objetivo primordial que persigue la distribución en planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados. Además para ésta se tienen los siguientes objetivos:

- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores
- Integrar todos los factores productivos para lograr su utilización efectiva, en las mejores condiciones de productividad y coste.
- Versatilidad y flexibilidad del sistema ante posibles cambios, ampliaciones o mejoras.
- Establecer áreas bien definidas de trabajo, para poder acondicionarlas adecuadamente, mejorar las condiciones de trabajo y facilitar la coordinación.
- Conseguir una ordenación lógica apropiada de los flujos de trabajo.
- Minimizar el número de recorridos, las distancias y las esperas, tanto de los materiales como de los operarios.
- Seguridad en el trabajo, bienestar y satisfacción del personal [8]

2.4.2 Tipos de distribución en planta

2.4.2.1 Distribución por posición fija. Inmoviliza el producto en un lugar y, en consecuencia, las máquinas y operarios se tienen que trasladar a ese sitio, a medida que sean necesarios para llevar a cabo los pasos apropiados en el proceso de transformación. Se ajusta por tanto a la producción por proyecto ya analizada. Los costes del producto obtenido son elevados y la calidad puede variar de unos productos a otros. Sin embargo, la característica esencial de esta distribución es su enorme flexibilidad, pues prácticamente cada proyecto o producto es distinto al anterior. Los equipos suelen ser muy convencionales, incluso aunque se emplee una máquina en concreto no suele ser muy especializada, por lo que no ha de ser muy cualificada.

2.4.2.2 Distribución funcional o por proceso. En la distribución funcional los factores de distribución se agrupan de acuerdo al tipo de función que desempeñan. Su configuración se corresponde con la configuración por talleres, agrupando en unidades homogéneas a las personas y equipos que desarrollan una misma función o actividad.

La decisión fundamental consiste en la colocación de los diferentes talleres dentro del espacio disponible, tratando de disminuir las distancias recorridas por los lotes y los costes de manejo de los materiales. Los procesos que adopten esta distribución suelen tener una menor eficiencia en cuanto al coste y calidad de los productos que la distribución anteriormente analizada. Sin embargo, la flexibilidad del proceso es considerablemente superior.

2.4.2.3 Distribución por producto o en serie. Los componentes se ordenan de acuerdo con las etapas progresivas a través de las cuales avanza la fabricación, con objeto de que la secuencia especializada del proceso de transformación dé como resultado final el producto requerido. Se ajusta a los tipos de proceso en línea y continuo que ya conocemos. Las distintas actividades están próximas entre sí, y la distancia que tiene que recorrer el material para completar la secuencia total de producción es pequeña, por lo que se minimiza el transporte interno. Esta situación puede adoptar distintas formas (en línea, en L, en U, en S, etc.) en función de la colocación de las distintas actividades.

2.4.3 Tipo de fabricación. En principio, y según las clases de fabricaciones, las distribuciones en plantas más adecuadas son las siguientes:

2.4.3.1 Fabricación de tipo continuo. Son las que producen los mismos artículos, que se obtienen montajes, por lo que pueden obtenerse unidades de mayor magnitud por edición de pequeñas. A ese tipo de fabricación pertenecen las de cemento, papel, laminados, etc.

2.4.3.2 Fabricación de tipo repetitivo o fabricación en serie. Son las que fabrican los mismos artículos, pero necesitan montajes, por lo que no pueden obtenerse de mayor magnitud por adición de otras. A este tipo de fabricaciones pertenecen los automóviles, bicicletas, electrodomésticos, muebles metálicos, etc.

2.4.3.3 Fabricación intermitente o bajo pedido. Se caracteriza por hacer pocas unidades iguales, de acuerdo con las peticiones de los clientes, como por ejemplo, la construcción de barcos, locomotoras, grandes transformadores, grandes alternadores o fabricaciones especiales, como la máquina para papeleras, para azucareras, etc.

Según se desplacen los operarios al fabricado (como ocurre con los barcos) o el material al lugar de trabajo de los operarios, se hará una distribución diferente:

- Si se desplaza el operario, la distribución deberá ser de componente fijo.
- Si se desplaza el material, la distribución deberá ser funcional.

Sin embargo, el problema de la elección de la distribución no se resuelve en la práctica con tanta facilidad, pues hay que empezar por determinar cuándo un trabajo puede considerarse como intermitente y cuándo en serie [9].

2.4.4 Criterios para una buena distribución

2.4.4.1 Flexibilidad máxima. Una buena distribución se puede modificar rápidamente para afrontar las circunstancias cambiantes. En este contexto debe prestarse particular atención a los puntos de abastecimiento, los cuales deben ser amplios y de fácil acceso. Generalmente pueden incluirse en forma simple y barata al planear la distribución, y por no hacerlo a menudo es imposible hacer las modificaciones indispensables en distribuciones insatisfactorias, obsoletas o inadecuadas.

2.4.4.2 Coordinación máxima. La recepción y envío en cualquier departamento debe planearse de la manera más conveniente para los departamentos remitentes o receptores. La distribución debe considerarse como un conjunto y no por áreas aisladas.

2.4.4.3 Utilización máxima del volumen. Una planta debe considerarse como un cubo, ya que hay espacio utilizable arriba del piso. Debe utilizarse al máximo el volumen disponible: se pueden instalar transportadores a una altura máxima a la de la cabeza y usarse como almacenes móviles para trabajos en proceso, o pueden suspenderse herramientas y equipos del techo. Este principio se aplica particularmente en los almacenes, donde las mercancías pueden apilarse a alturas considerables sin inconvenientes, especialmente si se emplea carretillas elevadoras modernas. En algunos casos pueden moverse materiales por medio de transportadores que sobresalgan del edificio.

2.4.4.4 Visibilidad máxima. Todos los hombres y materiales deben ser fácilmente observables en todo momento: no debe haber escondrijos en lo que pueden extraviarse los objetos. Este criterio es a veces difícil de satisfacer, particularmente se adquiere una planta ya existente. También un principio que enfrenta fuerte resistencia, y se solicitan a menudo oficinas, almacenes, estantes y recintos cerrados especiales, no por su utilidad sino porque constituyen un símbolo de jerarquía o de categoría. Todo cancel o pared divisoria debe pasar por un cuidadoso escrutinio, porque origina una segregación indeseable y reduce el espacio disponible.

2.4.4.5 Accesibilidad máxima. Todos los puntos de servicio y mantenimiento deben tener acceso fácil. Por ejemplo, no debe colocarse una máquina contra una pared impidiendo que una pistola engrasadora alcance fácilmente las graseras. En tales circunstancias es probable que el mantenimiento se haga descuidadamente, o en el mejor de los casos que ocupen un tiempo excesivo. De modo semejante si se coloca una máquina frente a una caja de fusibles, se impedirá el trabajo de los electricistas y se podría ocasionar una parada innecesaria de la máquina al abrir dicha caja. Cuando sea imposible evitar que un punto de servicio quede obstruido, el equipo en cuestión deberá poderse mover, no deberá ser una instalación permanente.

2.4.4.6 Distancia mínima. Todos los movimientos deben ser a la vez necesarios y directos. El manejo del trabajo incrementa el costo de éste pero no su valor;

consecuentemente deben evitarse los movimientos innecesarios o circulares. Una falla muy común es quitar el material de un banco de trabajo y llevarlo a un lugar de almacenamiento mientras espera pasar finalmente al punto siguiente de almacenamiento. Este sitio intermedio de reposo con frecuencia es innecesario y no está planeado, sino que emplea solamente porque cualquier lugar vacío parece conveniente. Deben cuestionarse concienzudamente y evitarse en lo posible los anaqueles, bancos y extras.

2.4.4.7 Manejo mínimo. El manejo óptimo es el manejo nulo pero cuando es inevitable debe reducirse al mínimo usando transportadores, montacargas, toboganes o rampas, cabrias y carretillas. El material que se esté trabajando debe mantenerse a la altura del trabajo, y nunca colocarse en el piso si ha de tener que levantarse después.

2.4.4.8 Incomodidad mínima. Las corrientes de aire, la iluminación deficiente, la luz solar excesiva, el calor, el ruido, las vibraciones y los olores deben reducirse al mínimo y así es posible contrarrestarse. Las incomodidades aparentemente triviales generan a menudo dificultades desproporcionadamente grandes respecto a la incomodidad misma. La atención dedicada a la iluminación y a la decoración y mobiliario en general puede ser provechosa sin ser costosa.

2.4.4.9 Seguridad inherente. Toda distribución debe ser inherentemente segura y ninguna persona debe estar expuesta a peligro. Debe tenerse cuidado no sólo de las personas que operen el equipo sino también de las que pasen cerca, las cuales pueden tener necesidad de pasar por atrás de una máquina cuya parte trasera no tenga protección. Esta es una exigencia tanto reglamentaria como moral, por lo que se le debe dedicar una atención esmerada. Se debe contar con instalaciones y servicios médicos apropiados a satisfacción de los inspectores de salubridad y seguridad. La experiencia demuestra que el inspector no sólo está capacitado para asesorar sobre estos asuntos, sino que siempre está ansioso por ayudar. El fuego es un riesgo permanente y se pueden obtener muchos consejos útiles en el servicio local de bomberos y en las compañías de seguros.

2.4.4.10 Seguridad máxima. Deben incluirse salvaguardas contra fuego, humedad, robo y deterioro general, hasta donde sea posible, en la distribución original, en vez de agregar posteriormente jaulas, puertas y barreras.

2.4.4.11 Flujo unidireccional. No deben cruzarse las rutas de trabajos con las de transporte. En todo punto de una fábrica, el material debe fluir en una sola dirección solamente y una distribución que no se ajusta a esto ocasionará considerables dificultades, si no es que un verdadero caos, por lo que debe evitarse.

2.4.4.12 Rutas visibles. Deben proveerse rutas definidas de recorrido, y de ser posible deben marcarse claramente. Ningún pasillo debe usarse nunca para fines de almacenamientos, ni aun en forma temporal.

2.4.4.13 Identificación. Siempre que sea posible debe otorgarse a los grupos de trabajadores su “propio” espacio de trabajo. La necesidad de un territorio definido parece ser básica en el ser humano, y el otorgamiento de un espacio defendible con el que pueda identificarse una persona puede a menudo levantar la moral y despertar un sentimiento de cohesión muy real [10].

2.4.5 Distribuciones parciales. Es un registro de todas las actividades que constituyen una planta y la relación existente entre ella. Además, indica el grado de importancia de su proximidad y las razones de esta. Una vez recopilada la información necesaria y analizada, se procede a elegir en función del tipo de fabricación el tipo de distribución más adecuada.

Se describe la secuencia a seguir cuando en la empresa se realiza varios productos, siguiendo para este fin los siguientes procedimientos:

- Determinar qué productos elaborados por la empresa son los más importantes, los que tienen más demanda y por consiguiente representan mayor volumen de producción.
- Numerar las áreas y maquinaria de toda la planta.
- Formar un cuadrado de doble entrada, en el que se deberá ubicar el número correspondiente a cada área de trabajo anteriormente elaborada, tanto en la primera fila como en la primera columna, contando las veces que cada material se dirige de un área hacia otra y anotándola en el casillero correspondiente, se elabora para cada producto por separado.
- Con los datos obtenidos se forma las tablas triangulares para cada producto, con la suma de los movimientos en los dos sentidos, entre cada dos puestos de trabajo.

- Formar una nueva tabla triangular con la suma de los movimientos ponderados con porcentajes señalados, entre cada lugar de trabajo, en la fabricación de los productos, los valores obtenidos en las tablas triangulares de cada producto se multiplican por el porcentaje que cada uno representa en la empresa; de la suma se toman los resultados y se ubican en la tabla triangular, si estos tienen decimales 0.5 o más se asume el valor inmediato superior.
- Realizar una tabla de resumen ordenando de mayor a menor el número de movimientos.
- Iniciar el planteamiento de la distribución de los puestos de trabajo empleando hexágonos que representan cada uno de los puestos de trabajo.

Se debe procurar dejar en contacto los hexágonos que representen los puestos de trabajo que tengan los mayores movimientos de relación entre ellos, hacer varias combinaciones, escoger la mejor [11].

2.4.6 Factores que afectan al diseño de la planta. Dentro de este aspecto es importante recordar los factores que pueden afectar al crecimiento futuro de la empresa, estos aspectos son:

- El tamaño
- Altura requerida de techos
- Cargas por soportar
- Acceso
- Iluminación
- Ventilación y calefacción
- Servicios
- Eliminación de desperdicios

Todos los puntos anteriores anotados deberán ser indicados en forma explícita de las proyecciones a futuro, comúnmente se entrega un bosquejo de sumario al arquitecto, quien prepara los planos preliminares para obtener algunas estimaciones tentativas.

2.4.6.1 El tamaño. La identificación con el lugar de trabajo y la confianza en él, son fuerzas que incrementan la productividad. En el caso de los galpones, estos deben tener

una distancia bastante generosa, resulta así que cuando esta quiera expandirse lo puede hacer sin ningún inconveniente.

2.4.6.2 Alturas requeridas de los techos. A menudo una fábrica ésta formada por dos capas, una del piso hacia arriba y otra del techo hacia abajo. Con frecuencia puede ganarse espacio temporal para almacenamientos y oficinas construyendo mezanines. Como la altura inadecuada no puede remediarse fácilmente después de terminado el edificio, y en vista del incremento de costos por aumento de altura es relativamente pequeño, es irrazonable limitar la distancia entre el piso y el techo considerándose una altura libre mínima de seis metros o si el producto es grande por lo menos el doble de altura del producto terminado.

2.4.6.3 Cargas a soportar. Las cargas que existen en un área de trabajo no se originan solamente por el equipo de producción, sino por el almacenamiento de materia prima, productos en proceso y terminados, así como por cualquier equipo de manejo de materiales (camiones etc.) que se puede utilizar ocasionalmente. Estas cargas se denominan cargas vivas, dichas cargas están reguladas por reglamentos de construcción urbana.

Las cargas vivas ocasionadas por nieve o trabajadores que deben hacer reparaciones en techos, deben considerarse al menos 146 Kg/m^2 para pendientes de hasta 15° y $0,45 \text{ Kg/m}^2$ menor por cada grado adicional hasta llegar a 45° . Las cargas muertas se deben al peso de la estructura, divisiones y todo el equipo permanente que no incluye las cargas vivas. El diseño de vigas, armaduras y pórticos estará en función de ciertas cargas, adicionalmente debe considerarse las fuerzas ejercidas por el viento.

2.4.6.4 Acceso. El libre movimiento de las mercancías desde adentro hacia afuera de la unidad es tan importante como dentro de la planta. El arquitecto necesitará conocer la frecuencia prevista y el peso de todos los bienes que circulen entre la unidad y su entorno.

2.4.6.5 Iluminación. La frecuencia de accidentes en la productividad son afectadas por la iluminación, y todo alumbrado debe ser suficiente para el trabajo que se vaya a efectuar. La iluminación artificial puede causar efectos indeseables a parte de las dificultades obvias de la preparación de colores. La efectividad de la iluminación puede mejorarse eligiendo colores claros para las paredes y techos, y usando colores

contrastantes en la planta y en los accesorios. La mugre reduce rápidamente la eficiencia de cualquier elemento de alumbrado, por lo que todos ellos deben diseñarse para limpiarse con facilidad y seguridad.

2.4.6.6 Ventilación y calefacción. Debe hacerse el máximo esfuerzo por conservar y distribuir en forma útil tanto el calor como el aire fresco. El aislamiento, las pantallas para corriente de aire, las capas de aire tibio y los conductos de calefacción se instalan mejor en la construcción y no posteriormente cuando su instalación puede resultar costosa, dar mal aspecto y causar molestias. Dependiendo del uso que se le vaya a dar a la planta, puede ser necesario incorporar equipos de filtración, secado (humidificación) de aire al sistema de ventilación.

La ubicación de los procesos nocivos debe determinarse al principio, para que las chimeneas queden bastante lejos de cualquier punto de admisión de aire fresco, o de cualquier lugar donde las emisiones pueden ser perjudiciales.

2.4.6.7 Servicios. Antes de iniciar el diseño se debe estimar el tipo y la cantidad de potencia y demás servicios que se usarán. El gas, la electricidad y el aire comprimido necesitan estar disponibles en la medida necesaria y deben tomarse providencias para instalar terminales de computadoras, sistemas de sincronización, sistemas de alarmas contra robos, sistemas de aspersores, mangueras, salidas de emergencia.

2.4.6.8 Eliminación de desperdicios. Todos los productos de desecho y emisión deben dispersarse con rapidez y sin causar daños o inconvenientes a nadie [12].

2.4.7 Diagrama de proximidad y chitefol. La forma en la que se encuentran organizados los puestos de trabajo en la planta de producción, se describe mediante un diagrama de proximidad representado mediante hexágonos que simbolizan los puestos y almacenajes. En el diagrama de proximidad se puede evidenciar la interacción de movimientos entre puestos de trabajo.

Las formas de las plantas pueden recordarse con el vocablo CHITEFOL, cada letra de este vocablo representa una forma de la planta. En forma de C, de H, de I (una nave recta), de F, de E, de T, de O (rectangular) y de L [13].

2.5 Descripción de los procesos manejados

2.5.1 Matricería. Estudia y desarrolla las técnicas de diseño y fabricación de utillajes adecuados para obtener piezas en serie, generalmente de chapa metálica, sin arranque de viruta. El sector de los moldes, está relacionado con el diseño y la fabricación de útiles para la transformación de materiales plásticos y también de materiales metálicos de bajo punto de fusión.

2.5.1.1 Inyección de plásticos. El moldeo por inyección es un proceso semicontínuo que consiste en inyectar un polímero o cerámico en estado fundido en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta. En ese molde el material se solidifica, comenzando a cristalizar en polímeros semicristalinos. La pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada.

2.5.1.2 Embutición. Es un proceso de conformado en frío de los metales, por el que se transforma un disco o piezas recortada, según el material, en piezas huecas, e incluso partiendo de piezas previamente embutidas, estirarlas a una sección menor con mayor altura. El objetivo es conseguir una pieza hueca de acuerdo con la forma definida por la matriz de embutición que se utilice, mediante la presión ejercida por la prensa. La matriz de embutición también es conocida como molde.

2.5.1.3 Troquelado. Es la operación mecánica que se utiliza para realizar agujeros en chapas de metal, láminas de plástico, papel o cartón. Para realizar esta tarea, se utilizan desde simples mecanismos de accionamiento manual hasta sofisticadas prensas mecánicas de gran potencia. Los elementos básicos de una troqueladora lo constituyen el troquel que tiene la forma y dimensiones del agujero que se quiera realizar, y la matriz de corte por donde se inserta el troquel cuando es impulsado de forma energética por la potencia que le proporciona la prensa mediante un accionamiento de excéntrica que tiene y que proporciona un golpe seco y contundente sobre la chapa, produciendo un corte limpio de la misma [14].

2.5.1.4 Doblado. La operación de doblado consiste, en realizar una transformación plástica de una lámina o plancha metálica de material y convertirla en una pieza con forma o geometría distinta a la anterior. En cualquiera de las operaciones de doblado, siempre deberá tenerse en cuenta los factores que puedan influir sobre la forma de la pieza

a obtener, como por ejemplo: elasticidad del material, radios interiores y ángulos de doblado.

2.5.1.5 Estampado. Los elementos claves de la estampación lo constituyen una prensa (prensa mecánica, neumática o hidráulica), que puede tener tamaño, forma y potencia muy variada, y una matriz o un molde, donde se da la forma del estampado requerido, o un troquel donde está grabado el dibujo que se desea acuñar en la chapa, y que al dar un golpe seco sobre la misma queda grabado. El estampado de los metales se realiza por presión, donde la chapa se adapta a la forma del molde.

2.5.2 Pintura electrostática. Es un tipo de recubrimiento que se aplica como un fluido, de polvo seco; es una pintura ecológica y horneable, de aplicación electrostática; que funciona cargando eléctricamente las partículas de polvo mientras la pieza a pintar está conectada a tierra. Obteniendo una atracción electrostática que permite adherirle al producto una película de polvo suficiente para recubrir toda su superficie. La pintura electrostática, tiene mayor resistencia a la corrosión, abrasión, impacto y a la deformación lenta, permitiendo obtener mejores acabados a costos más reducidos en comparación con las pinturas líquidas horneables.

2.5.3 Taladrado. Se llama taladrado a la operación de ajuste que tiene por objeto hacer agujeros cilíndricos, con formación de viruta, por medio de una herramienta giratoria llamada broca o mecha. Las máquinas de taladrar más difundidas son las siguientes:

- Portátiles
- Fijas normales
- Especiales[15].

2.5.4 Soldadura. Es el procedimiento por el cual dos o más piezas de metal se unen por aplicación de calor, presión, o una combinación de ambos, con o sin aporte de otro metal, llamado metal de aportación, cuya temperatura de fusión es inferior a la de las piezas que se han de soldar.

La mayor parte de procesos de soldadura se pueden separar en dos categorías: soldadura por presión, que se realiza sin la aportación de otro material mediante la aplicación de la presión suficiente y normalmente ayudada con calor, y soldadura por fusión, realizada mediante la aplicación de calor a las superficies, que se funden en la zona de contacto,

con o sin aportación de otro metal. El tipo de soldadura más adecuado para unir dos piezas de metal depende de las propiedades físicas de los metales, de la utilización a la que está destinada la pieza y de las instalaciones disponibles.

2.5.4.1 Soldadura oxiacetilénica. La soldadura oxiacetilénica es la forma más difundida de soldadura autógena. En este tipo de soldaduras no es necesario aporte de material. Si se van a unir dos chapas metálicas, se colocan una junto a la otra. Se procede a calentar rápidamente hasta el punto de fusión solo la unión y por fusión de ambos materiales se produce una costura.

2.5.4.2 Soldadura por arco con electrodo recubierto. En este tipo de soldadura el electrodo metálico, que es conductor de electricidad, está recubierto de fundente y conectado a la fuente de corriente. El metal a soldar está conectado al otro borne de la fuente eléctrica. Al tocar con la punta del electrodo la pieza de metal se forma el arco eléctrico. El intenso calor del arco funde las dos partes a unir y la punta del electrodo, que constituye el metal de aportación. Este procedimiento, desarrollado a principios del siglo XX, se utiliza sobre todo para soldar acero.

2.5.4.3 Soldadura MIG/MAG o GMAW. Este procedimiento, conocido también como soldadura MIG/MAG, consiste en mantener un arco entre un electrodo de hilo sólido continuo y la pieza a soldar. Tanto el arco como el baño de soldadura se protegen mediante un gas que puede ser activo o inerte. El procedimiento es adecuado para unir la mayoría de materiales, disponiéndose de una amplia variedad de metales de aportación.

El procedimiento es muy utilizado en espesores delgados y medios, en fabricaciones de acero y estructuras de aleaciones de aluminio, especialmente donde se requiere un gran porcentaje de trabajo manual. La introducción de hilos tubulares está encontrando cada vez más, su aplicación en los espesores fuertes que se dan en estructuras de acero pesadas.

2.5.4.4 Soldadura GTAW/TIG. La soldadura TIG, es un proceso en el que se utiliza un electrodo de tungsteno, no consumible. El electrodo, el arco y el área que rodea al baño de fusión, están protegidos de la atmósfera por un gas inerte. Si es necesario aportar material de relleno, debe de hacerse desde un lado del baño de fusión. La soldadura TIG, proporciona unas soldaduras excepcionalmente limpias y de gran calidad, debido a

que no produce escoria. De este modo, se elimina la posibilidad de inclusiones en el metal depositado y no necesita limpieza final. La soldadura TIG puede ser utilizada para soldar casi todo tipo de metales y puede hacerse tanto de forma manual como automática. La soldadura TIG, se utiliza principalmente para soldar aluminio, y aceros inoxidable, donde lo más importante es una buena calidad de soldadura.

2.5.4.5 Soldadura por puntos. Se trata del proceso de soldadura por resistencia más conocido. Generalmente se destina a la soldadura de chapas o láminas metálicas. La soldadura se limita a uno o varios puntos en los que las dos piezas solapan una con otra. Como norma se usan las puntas de los electrodos por donde la corriente circula, ésta al pasar por las láminas metálicas genera aumento de calor debido a la resistencia eléctrica propia del material fundiendo las mismas [16].

2.6 Costos

2.6.1 Concepto general de costos. El costo se define como el valor sacrificado para adquirir bienes o servicios mediante la reducción de activos o al incurrir en pasivos en el momento en que se obtienen los beneficios. Entre los objetivos y funciones de la determinación de costos, se encuentran los siguientes:

- Controlar los gastos de gestión de cada centro de responsabilidad, y por tanto, el costo unitario del mismo.
- Presupuestar el costo de la gestión económica futura, mediante la proyección de valores históricos.
- Mantener actualizadas las previsiones y presupuestos, cuando la frecuencia de variación de los precios de los insumos es elevada.
- Servir de base para fijar precios de venta y para establecer políticas de comercialización.
- Facilitar la toma de decisiones y controlar la eficiencia de las operaciones.
- Los costos varían de acuerdo con los cambios en el volumen de producción, este se enmarca en casi todos los aspectos del costeo de un producto, estos se clasifican en fijos y variables.

2.6.1.1 Costos variables. Son aquellos en los que el costo total cambia en proporción directa a los cambios en el volumen, en tanto que el costo unitario permanece constante.

2.6.1.2 Costos fijos. Son aquellos en los que el costo fijo total permanece constante mientras que el costo fijo unitario varía con la producción.

2.6.1.3 Costos mixtos. Estos tienen la característica de ser fijos y variables.

2.6.2 Elementos del costo. Los tres elementos del costo de fabricación son:

- Materias primas
- Mano de obra directa
- Carga fabril

2.6.3 Materia prima o materiales. Los materiales que realmente forman parte del producto terminado se conocen con el nombre de materias primas o materiales principales. Los que no se convierten físicamente en parte del producto o tienen importancia secundaria se llaman materiales o materiales auxiliares [17].

2.6.4 Mano de obra. La mano de obra de producción se utiliza para convertir las materias primas en productos terminados. La mano de obra es un servicio que no puede almacenarse y no se convierte, en forma demostrable, en parte del producto terminado.

2.6.5 Carga fabril. Las cargas fabriles son todos los costos de producción, excepto los de materia prima y mano de obra directa.

La materia prima y la mano de obra directa dan origen a desembolsos, los cuales forman parte de las cargas fabriles. La primera supone costos de manipuleo, inspección, conservación, seguros. La segunda obliga a habilitar servicios sociales, oficinas de personal, oficinas de estudios de tiempos, etc.

2.7 Productividad

Se denomina así a la producción obtenida con relación a algunos elementos utilizados para obtenerla.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Número de elementos empleados}} \quad (1)$$

El objetivo de toda empresa industrial no es sólo fabricar lo programado sino hacerlo con el menor costo posible, dentro de una calidad prefijada, que pueda competir

satisfactoriamente con otras fábricas, así como el menor empleo de capital, materiales y menor tiempo de fabricación con mínimo trabajo [18].

$$\text{Mayor productividad} = \frac{\text{Mayor producción}}{\text{Igual cantidad de elementos empleados}} \quad (2)$$

$$\text{Mayor productividad} = \frac{\text{Igual producción}}{\text{Menor cantidad de elementos empleados}} \quad (3)$$

$$\text{Mayor productividad} = \frac{\text{Mayor producción}}{\text{Menor cantidad de elementos empleados}} \quad (4)$$

2.8 Ventas

Representa la cuantificación monetaria de los productos/servicios demandados por los clientes a precio de mercado.

2.9 Inversión

Es el acto mediante el cual se adquieren ciertos bienes con el ánimo de obtener unos ingresos o rentas a lo largo del tiempo. La inversión se refiere al empleo de un capital en algún tipo de actividad o negocio con el objetivo de incrementarlo. Dicho de otra manera, consiste en renunciar a un consumo actual y cierto a cambio de obtener unos beneficios futuros y distribuidos en el tiempo [19].

2.10 Período de recuperación de capital (PRC)

Si se espera que una inversión produzca un flujo uniforme de efectivo a través del tiempo, el período de repago se calcula dividiendo el monto de la inversión inicial por los ingresos netos esperados mensualmente o anualmente, en este caso se lo hará anualmente.

$$\text{Período de recuperación del capital} = \frac{\text{Inversión neta}}{\text{Utilidad adicional anual}} \quad (5)$$

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Información general de la empresa



3.1.1 *Reseña histórica.* Ecuamatrix Cía. Ltda. se encuentra ubicada en la ciudad de Ambato, ésta compañía fue constituida el 27 de Julio de 1988, y su creación respondió principalmente a la necesidad existente en el Ecuador de contar con una empresa que se especialice en la construcción de todo tipo de matricería para usos industriales, y además ensamblajes y producciones en serie.

En el año 1979 Gustavo Villacrés y Fernando Valencia, conformaron una sociedad denominada TECNOMETAL, que desarrollaba específicamente trabajos de mantenimiento de maquinaria industrial y posteriormente producción de equipos como:

- Maquinarias para industrias farmacéuticas.
- Maquinarias para lavado de turbinas de helicópteros.
- Construcción de dobladoras de tol.
- Construcción de maquinaria agroindustrial.
- Construcción de tanques de almacenamiento.
- Piezas para automóviles ensamblados en Ecuador.

Los socios promotores de Ecuamatrix Cía. Ltda.; con una visión futurista viajan a España con el fin de realizar maestrías en la especialidad de matricería de corte, estampado y embutido de metales, inyección y soplado de plástico. Al obtener sus títulos a principios del año 1988, retornan al país con un conocimiento más claro y preciso sobre estos temas y de la forma cómo se puede cubrir la demanda insatisfecha existente, lo que obligaba a las empresas nacionales a la importación de matrices. Es así

que inician la reestructuración de la compañía, con el objetivo concreto de elevar la calidad en la empresa nacional. A partir de la reestructuración, esta empresa ha trabajado con el objetivo permanente de alcanzar y obtener un desarrollo industrial, organizacional y administrativo, que cumpla rigurosamente con las exigencias y expectativas esperadas por los clientes.

El desarrollo industrial y tecnológico que han alcanzado hasta el momento, ha permitido que Ecuamatrix Cía. Ltda., obtenga un prestigio importante en el Ecuador, en todo lo que comprende el área de matricería.

Con estos antecedentes Ecuamatrix Cía. Ltda., considera que dispone de los recursos humanos, industriales y tecnológicos que le permiten ampliar su campo de acción, razón fundamental que les ha permitido ofertar sus servicios y productos al exterior; con la convicción de que los mismos reúnen todas las características de calidad que sus clientes necesitan.

3.1.2 *Valores corporativos*

- Dar a todas las personas un trato respetuoso.
- Ser creativos, apoyan las ideas y la innovación individual.
- Ser responsables, actúan con ética, seriedad y cumplimiento de sus compromisos.
- Ser perseverantes, no se doblegan ante los problemas que se presentan.
- Creer en todo el equipo de Ecuamatrix, confían en la capacidad de su gente.

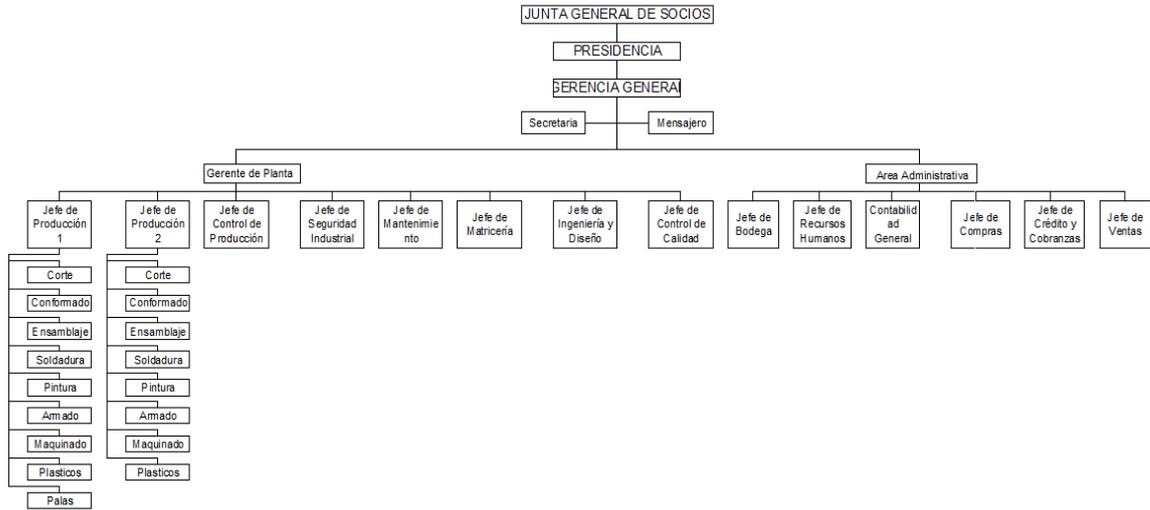
3.1.3 *Base legal.* La empresa es legalmente una “Compañía limitada”, con su respectivo RUC 1890108241001, asignado por el Servicio de Rentas Internas (SRI).

Cumple además con todos los requisitos que exige la ley como la afiliación de sus trabajadores al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social a más de otros beneficios correspondientes.

3.1.4 Estructura administrativa

3.1.4.1 Organigrama estructural

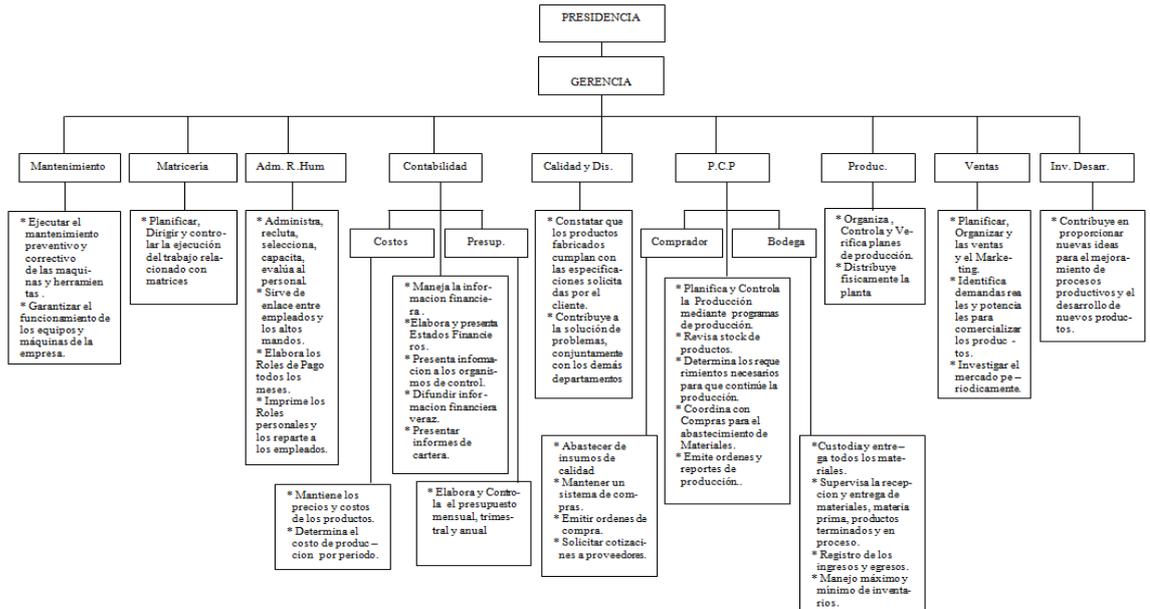
Figura 1. Organigrama estructural



Elaborado por: Ecuamatrix Cía. Ltda.

3.1.4.2 Organigrama funcional

Figura 2. Organigrama funcional



Elaborado por: Ecuamatrix Cía. Ltda.

3.1.5 *Direccionamiento estratégico*

3.1.5.1 Misión. “Somos una empresa que desarrolla y comercializa productos de calidad internacional para sus clientes, sin distinción, utilizando tecnologías apropiadas, adaptadas o desarrolladas internamente, respetando el medio ambiente y buscando satisfacer a su personal, proveedores y accionistas a través de una relación equitativa que proporcione los beneficios esperados por cada uno”.

3.1.5.2 Visión. “Ser una organización de apoyo permanente, ofreciendo soluciones efectivas a las necesidades de sus clientes con productos que faciliten su desempeño y contribuyan a impulsar su desarrollo”.

3.2 **Procesos de producción actual de los productos de mayor demanda**

Para realizar un correcto estudio de la situación actual de producción en la empresa Ecuamatrix Cía. Ltda., es necesario partir con el análisis de datos históricos de ventas, con la finalidad de encontrar los productos de mayor demanda y así dirigir el análisis hacia los mismos.

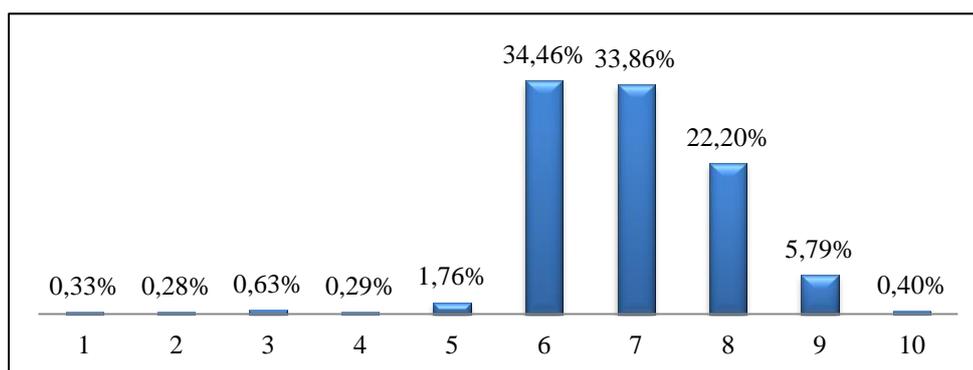
3.2.1 Ventas 2010 y 2011. Las tablas a continuación muestran las ventas efectuadas en los años 2010 y 2011

Tabla 2. Ventas 2010

VENTAS 2010 ECUAMATRIZ			
DESCRIPCIÓN		TOTAL (\$)	PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN
1	Elementos chimeneas	23900,3	0,33%
2	Palas	19985,51	0,28%
3	Molduras	45369,2	0,63%
4	Marcos	20710,75	0,29%
5	Bisagras	126129,1	1,76%
6	Línea de cajas metálicas	2463592	34,46%
7	Línea de cajas híbridas	2420571,86	33,86%
8	Línea de cajas de policarbonato	1587075	22,20%
9	Carretillas	413696,11	5,79%
10	Llaves para perno	28348,5	0,40%
TOTAL		7149378,3	100,00%

Fuente: Departamento de ventas Ecuamatrix Cía. Ltda.

Figura 3. Ventas 2010



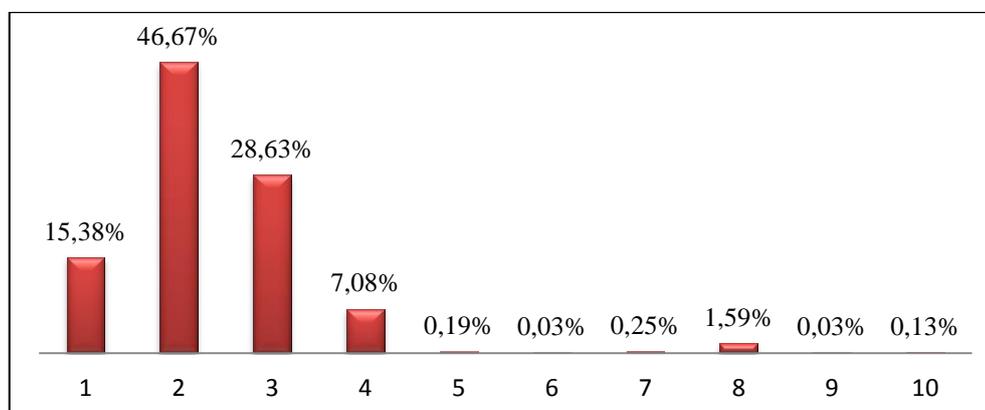
Fuente: Autores

Tabla 3. Ventas 2011

VENTAS 2011 ECUAMATRIZ			
DESCRIPCIÓN		TOTAL(\$)	PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN
1	Línea de cajas híbridas	945788,74	15,38%
2	Línea de cajasmetálicas	2869965,3	46,67%
3	Línea de cajas de policarbonato	1760727	28,63%
4	Línea de carretillas metálicas	435464	7,08%
5	Bisagras	11413,5	0,19%
6	Marcos para medidor de agua	2067,63	0,03%
7	Palas	15451,9	0,25%
8	Elementos MABE	97911,3	1,59%
9	Primer travesaño Mazda 4*4	2063,6	0,03%
10	Otros	8112	0,13%
TOTAL		6148964,965	100,00%

Fuente: Autores

Figura 4. Ventas 2011



Fuente: Autores

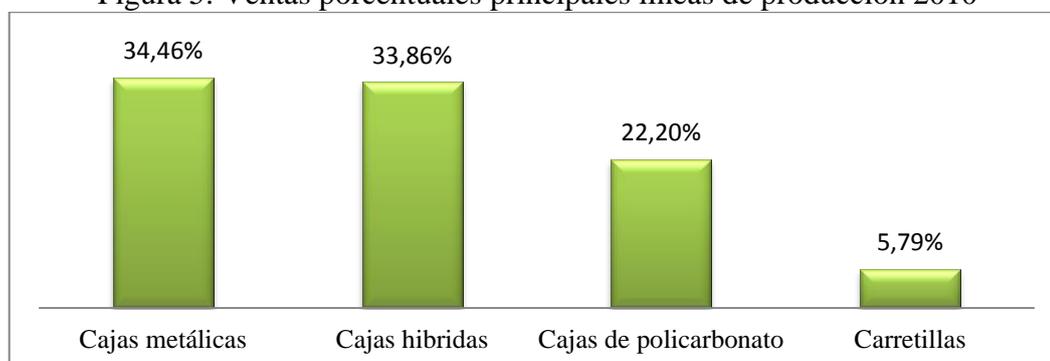
3.2.1.1 Principales líneas de producción año 2010. Las principales líneas de fabricación en el 2010 abarcan un 96,30% de la producción total como se muestra a continuación:

Tabla 4. Ventas principales líneas de producción 2010 Ecuamatriz

VENTAS: PRINCIPALES LÍNEAS DE PRODUCCIÓN 2010 ECUAMATRIZ		
DESCRIPCIÓN	TOTAL (\$)	PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN
Línea de cajas metálicas	2463592,00	34,46%
Línea de cajas híbridas	2420571,86	33,86%
Línea de cajas de policarbonato	1587075,00	22,20%
Línea de carretillas	413696,11	5,79%
TOTAL	7149378,33	96,30%

Fuente: Autores

Figura 5. Ventas porcentuales principales líneas de producción 2010



Fuente: Autores

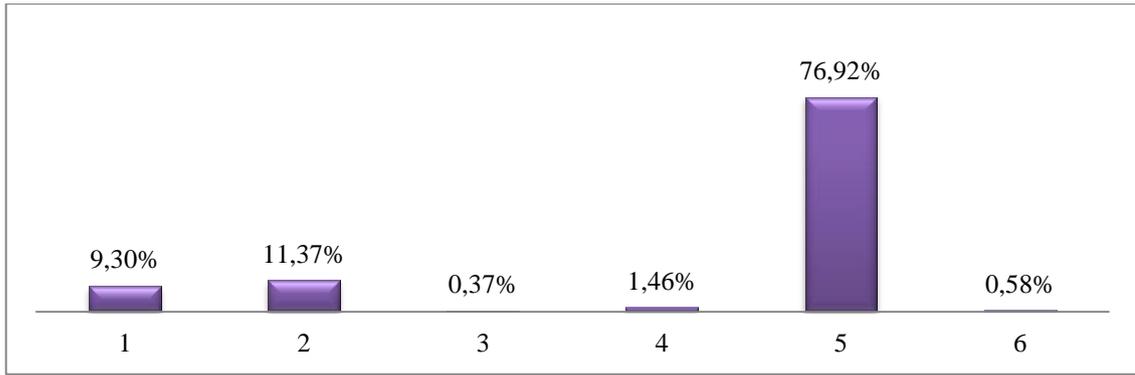
- *Línea de cajas metálicas para distribución.*

Tabla 5. Ventas 2010 línea de cajas metálicas

VENTAS 2010 ECUAMATRIZ		
CAJAS METÁLICAS	TOTAL (\$)	PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN
1 Caja de medidor monofásica 300*200*145 híbrida 3 tapones 44mm y remaches	229110,00	9,30%
2 Caja de medidor monofásica plana 300*200*90 vidrio 175x146	280170,00	11,37%
3 Caja de protección para medidor de 450x220x190	9081,00	0,37%
4 Caja de protección para medidor trifásica plana 450*220*115	36000,00	1,46%
5 Cajadistribuciónbifásica 300*200*105 ELEPCO	1894996,00	76,92%
6 Cajamedidor de agua 400x220x136	14235,00	0,58%
TOTAL	2463592,00	100,00%

Fuente: Autores

Figura 6. Ventas 2010 línea de cajas metálicas



Fuente: Autores

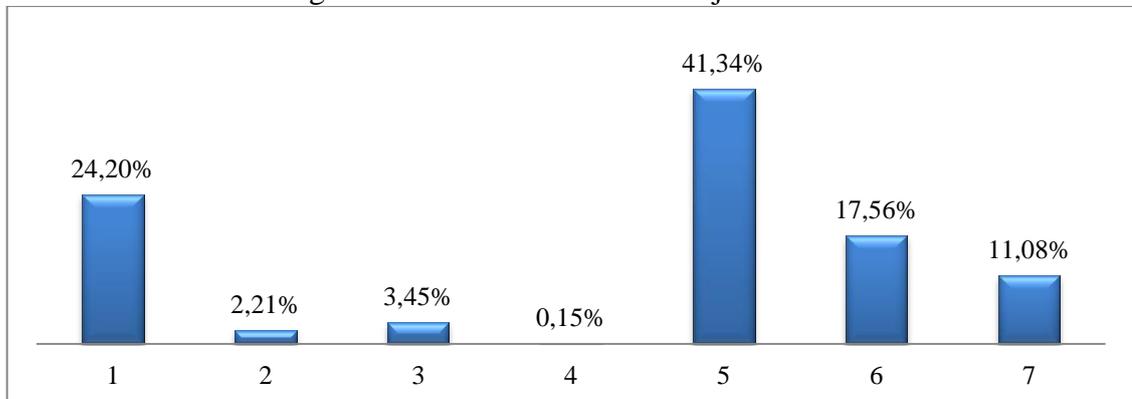
▪ *Línea de cajas híbridas.*

Tabla 6. Ventas 2010 línea de cajas híbridas

VENTAS 2010 ECUAMATRIZ			
CAJAS HÍBRIDAS		TOTAL (\$)	PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN
1	Caja de medidor monofásica híbrida 4 tapones 1 pulgada 300*200*145	585874,00	24,20%
2	Caja de medidor monofásica electrónica híbrida 250*200*100	53400,00	2,21%
3	Caja de medidor monofásica híbrida 300*200*150	83616,00	3,45%
4	Caja de protección híbrida 450x220x130	3674,55	0,15%
5	Caja de protección polifásica híbrida 4 tapones de 1 plg. 450*220*170	1000758,04	41,34%
6	Caja para medidor polifásica híbrida 450*220*120	425010,16	17,56%
7	Caja para medidor monofásica híbrida 250*200*90	268239,11	11,08%
TOTAL		2420571,86	100,00%

Fuente: Autores

Figura 7. Ventas 2010 línea de cajas híbridas



Fuente: Autores

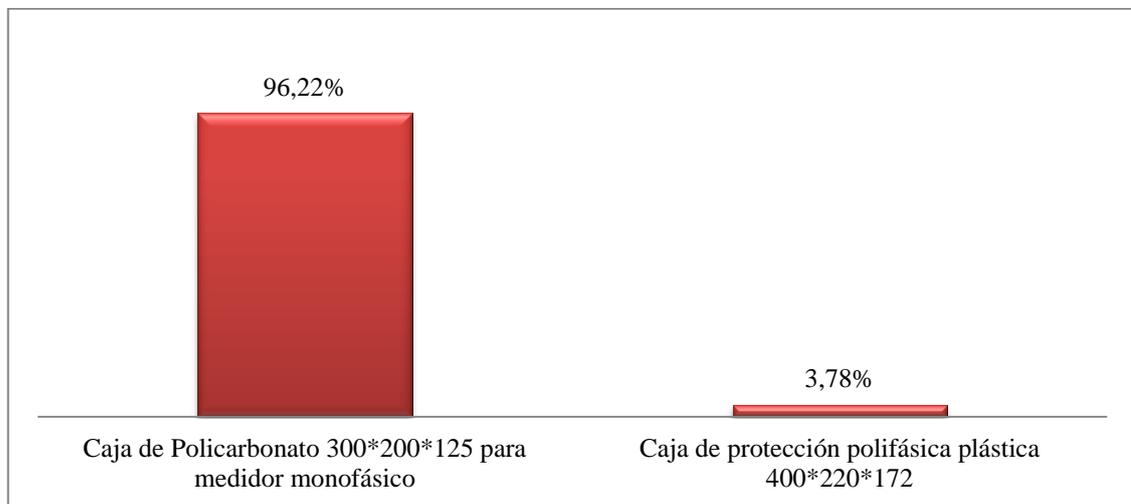
▪ *Línea de cajas de policarbonato.*

Tabla 7. Ventas 2010 cajas de policarbonato

VENTAS 2010 ECUAMATRIZ		
CAJAS DE POLICARBONATO	TOTAL (\$)	PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN
Caja de policarbonato 300*200*125 para medidor monofásico	1527075,00	96,22%
Caja de protección polifásica plástica 400*220*172	60000,00	3,78%
TOTAL	1587075,00	100,00%

Fuente: Autores

Figura 8. Ventas 2010 cajas de policarbonato



Fuente: Autores

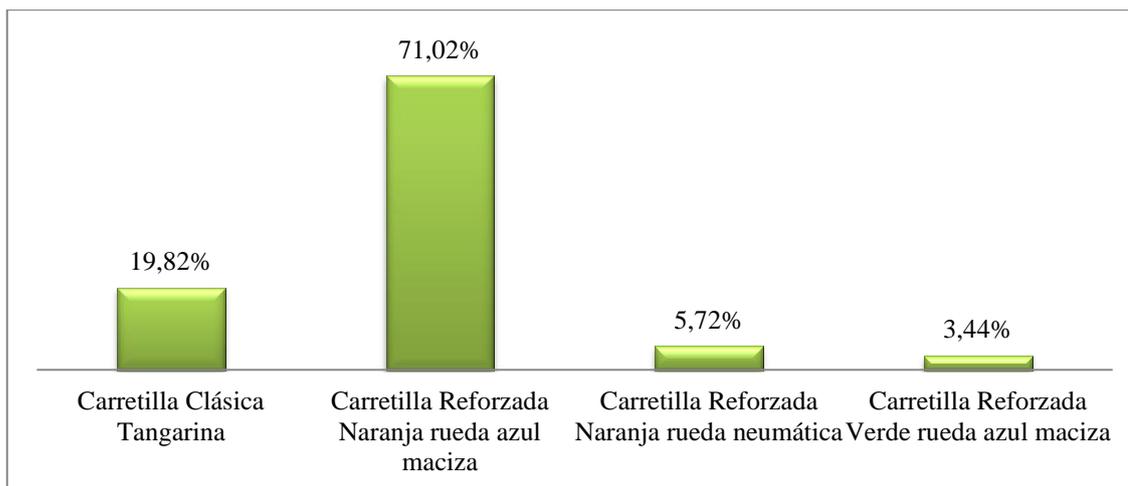
▪ *Línea de carretillas.*

Tabla 8. Ventas 2010 carretillas

VENTAS 2010 ECUAMATRIZ		
CARRETILLAS	TOTAL (\$)	PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN
Carretilla clásica tangerina	82013,50	19,82%
Carretilla reforzada naranja rueda azul maciza	293818,00	71,02%
Carretilla reforzada naranja rueda neumática	23647,61	5,72%
Carretilla reforzada verde rueda azul maciza	14217,00	3,44%
TOTAL	413696,11	100,00%

Fuente: Autores

Figura 9. Ventas 2010 carretillas



Fuente: Autores

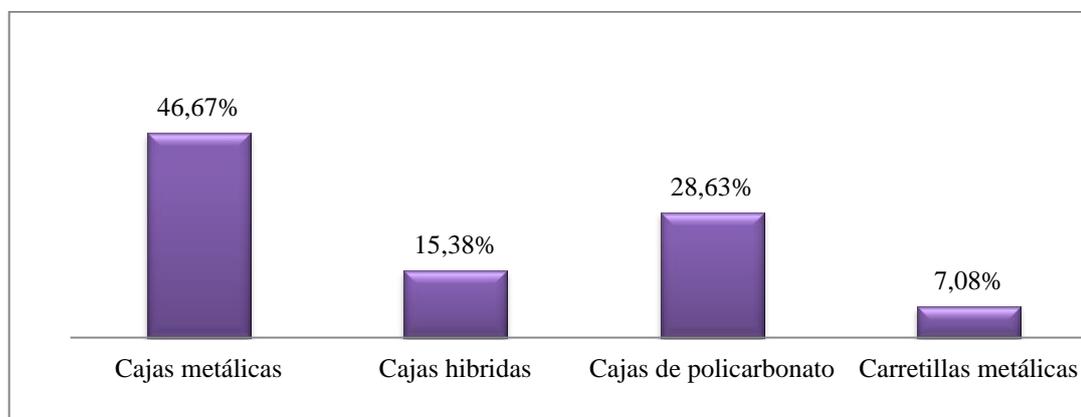
3.2.1.2 Principales líneas de producción año 2011. Las principales líneas de fabricación en el 2011 abarcan un 97,77% de la producción total como se muestra a continuación:

Tabla 9. Ventas: principales líneas de producción 2011

VENTAS: PRINCIPALES LÍNEAS DE PRODUCCIÓN 2011 ECUAMATRIZ		
DESCRIPCIÓN	TOTAL (\$)	PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN
Cajas metálicas	2869965,3	46,67%
Cajas híbridas	945788,74	15,38%
Cajas de policarbonato	1760727	28,63%
Carretillas metálicas	435464	7,08%
TOTAL	6148964,965	97,77%

Fuente: Autores

Figura 10. Ventas porcentuales principales líneas de producción 2011



Fuente: Autores

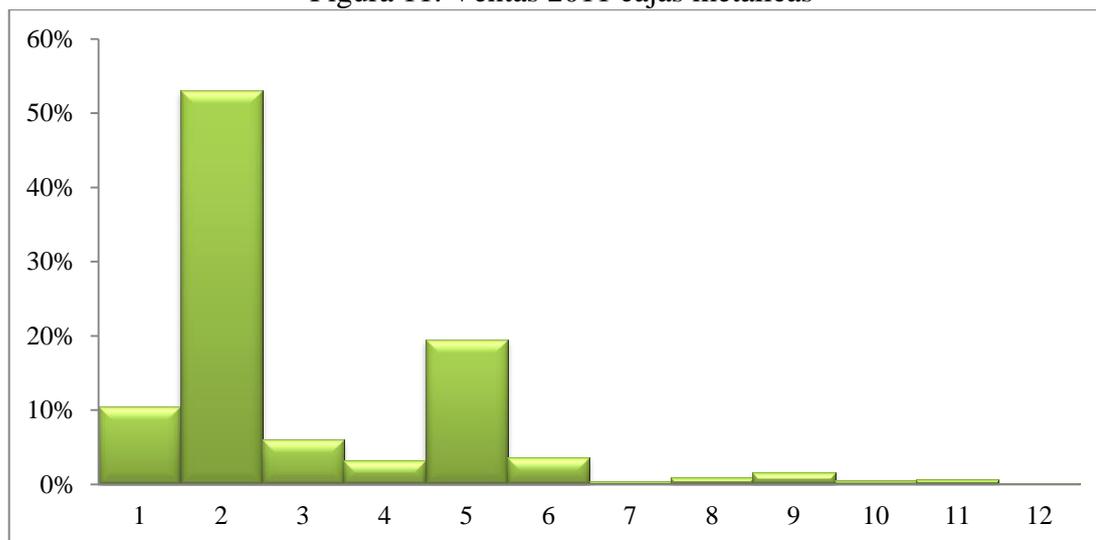
- Línea de cajas metálicas para distribución.

Tabla 10. Ventas 2011 de cajas metálicas

VENTAS 2011 ECUAMATRIZ			
CAJAS METÁLICAS		TOTAL (\$)	PARTICIPACIÓN
1	Caja medidor monofásica electrónica 250*200*100, 3 tapones de 44mm, con fecha de fabricación en la tapa	300000,00	10,45%
2	Caja de distribución bifásica 300x200x105 con tapones de 32 mm 3 barras	1521731,80	53,02%
3	Caja para medidor trifásica plana 450*220*115 vidrio pegado con tapones de 44 y 32 mm	172000,00	5,99%
4	Caja de medidor monofásica plana 300*200*90 vidrio 175x146	90000,00	3,14%
5	Cajade distribución trifásica 400x200x105 con tapones de 44 mm 4 barras	560121,00	19,52%
6	Caja de protección polifásica inclinada 450*220*190 para medidor electrónico polifásico	104870,00	3,65%
7	Cajametálica para medidor monofásico 300*200*125 EEA	13000,00	0,45%
8	Cajametálica vertical 2 medidores 450*220*90, vidrio 320*115*4, (4 tapones 44mm, 6 contraembutidos)	25500,00	0,89%
9	Cajamedidor de agua 400x220x136	44876,50	1,56%
10	Cajamedidor electrónico 2 medidores vertical 455*230*120	14841,00	0,52%
11	Cajas de distribución bifásicas 370*300*140 con barras de aluminio EEQ	18150,00	0,63%
12	Cajametálica para medidor de agua 450*220*136	4875,00	0,17%
TOTAL		2869965,30	100,00%

Fuente: Autores

Figura 11. Ventas 2011 cajas metálicas



Fuente: Autores

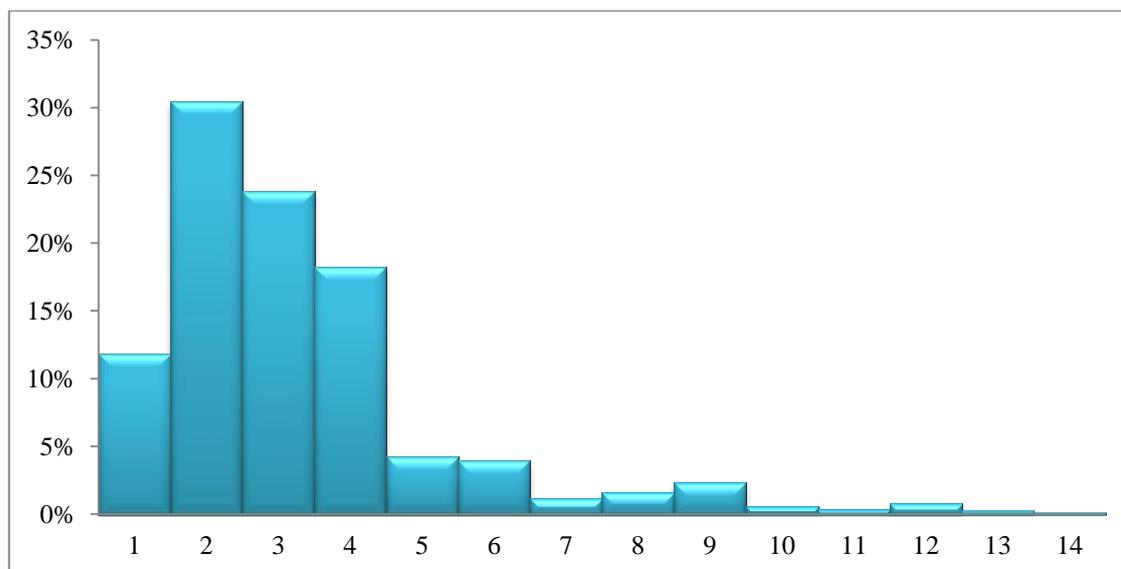
- Línea de cajas híbridas.

Tabla 11. Ventas 2011 cajas híbridas

VENTAS 2011 ECUAMATRIZ			
CAJAS HÍBRIDAS		TOTAL	PARTICIPACIÓN
1	Caja híbrida monofásica de 300*200*145 con tapones de 32mm	112000,00	11,84%
2	Caja híbrida para medidor polifásico de 400*220*160	288321,00	30,48%
3	Caja monofásica híbrida 300*200*110 con 4 tapones de 32mm	225800,00	23,87%
4	Caja de medidor monofásica híbrida 300*200*150 soportes	172335,63	18,22%
5	Caja para medidor monofásica híbrida 250*200*90	39898,86	4,22%
6	Caja antifraude híbrida 250*200*90 ciega	37520,00	3,97%
7	Caja de medidor monofásica híbrida 300*200*150 soportes	11290,00	1,19%
8	Caja híbrida para medidor monofásico electrónico de 250x200x90 ELEPCO	15523,75	1,64%
9	Caja de medidor polifásica híbrida 450*220* 170 soportes	22270,00	2,35%
10	Caja híbrida para medidor monofásico de 300*200*145 con tapón de 32mm	5645,00	0,60%
11	Caja para medidor bifásica híbrida 400*220*115 EEASA	3600,00	0,38%
12	Caja de medidor polifásica híbrida 450*220* 170 soportes	7794,50	0,82%
13	Caja de medidor monofásica híbrida plana 300x200x92	2590,00	0,27%
14	Caja híbrida para medidor polifásico de 450*220*120 ELEPCO	1200,00	0,13%
TOTAL		945788,74	100,00%

Fuente: Autores

Figura 12. Ventas 2011 cajas híbridas



Fuente: Autores

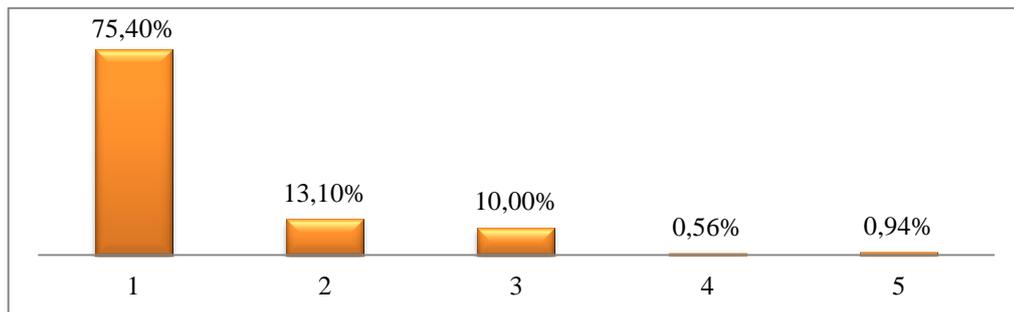
- Línea de cajas de policarbonato.

Tabla 12. Ventas 2011 cajas de policarbonato

VENTAS 2011 ECUAMATRIZ			
	CAJAS DE POLICARBONATO	TOTAL (\$)	PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN
1	Cajade policarbonato para medidor monofásico 300*200*80	1327607,00	75,40%
2	Cajade policarbonato para medidor monofásico 300*200*125	230612,50	13,10%
3	Caja de policarbonato polifásica 400*220*125 EEQ	175994,00	10,00%
4	Tapa ciega de policarbonato de 300*200 con logo CNEL para tuerca fusible	9900,00	0,56%
5	Caja de medidor monofásica de policarbonato de 300x200x80 con riel dín de 7mm	16613,50	0,94%
TOTAL		1760727,00	100,00%

Fuente: Autores

Figura 13. Ventas 2011 cajas de policarbonato



Fuente: Autores

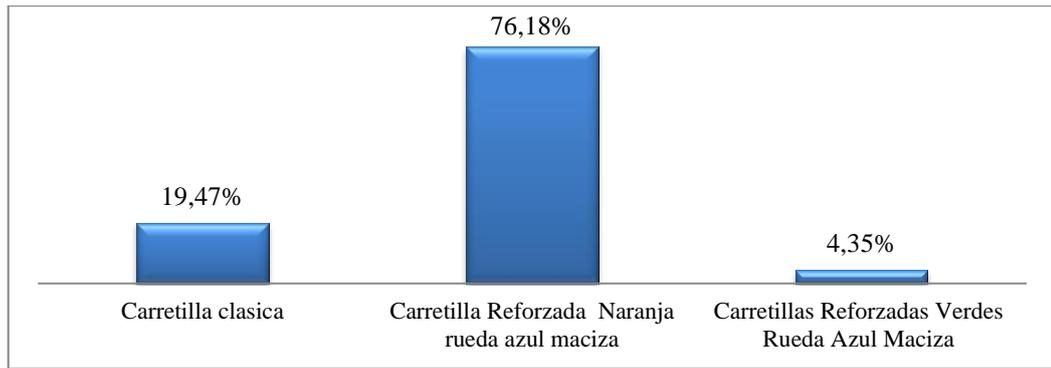
▪ Línea de carretillas.

Tabla 13. Ventas 2011 carretillas

VENTAS 2011 ECUAMATRIZ		
CARRETILLAS	TOTAL (\$)	PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN
Carretilla clásica	84778,00	19,47%
Carretilla reforzada naranja rueda azul maciza	331730,00	76,18%
Carretillas reforzadas verdes rueda azul maciza	18956,00	4,35%
TOTAL	435464,00	100,00%

Fuente: Autores

Figura 14. Ventas 2011 carretillas



Fuente: Autores

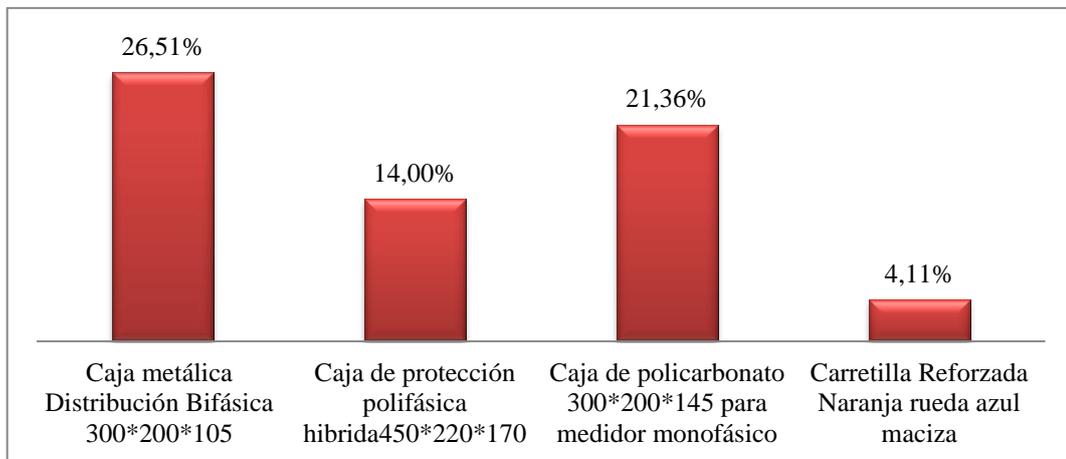
Después de haber realizado el análisis se concluyó que los productos de mayor demanda, dentro de cada una de las líneas de fabricación son:

Tabla 14. Productos de mayor demanda 2010

PRODUCTOS DE MAYOR DEMANDA 2010		
DESCRIPCIÓN	TOTAL (\$)	PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN
Cajametálica distribución bifásica 300*200*105	1894996,00	26,51%
Caja de protección polifásica híbrida 450*220*170	1000758,04	14,00%
Caja de policarbonato 300*200*145 para medidor monofásico	1527075,00	21,36%
Carretilla reforzada naranja rueda azul maciza	293818,00	4,11%
TOTAL		65,97%

Fuente: Autores

Figura 15. Productos de mayor demanda 2010



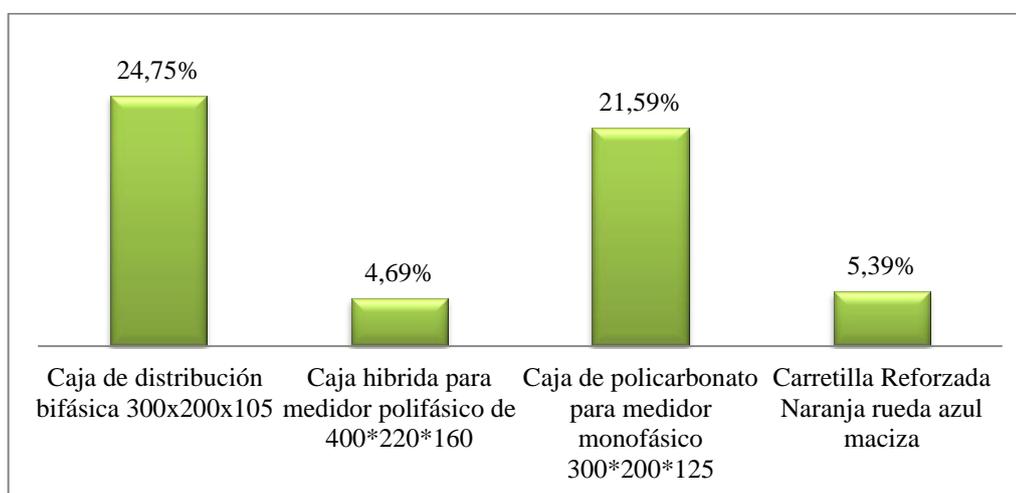
Fuente: Autores

Tabla 15. Productos de mayor demanda 2011

PRODUCTOS DE MAYOR DEMANDA 2011		
DESCRIPCIÓN	TOTAL (\$)	PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN
Caja de distribución bifásica 300x200x105	26,51%	24,75%
Caja híbrida para medidor polifásico de 400*220*160	14,00%	4,69%
Caja de policarbonato para medidor monofásico 300*200*125	21,36%	21,59%
Carretilla reforzada naranja rueda azul maciza	4,11%	5,39%
TOTAL		56,42%

Fuente: Autores

Figura 16. Productos de mayor demanda 2011



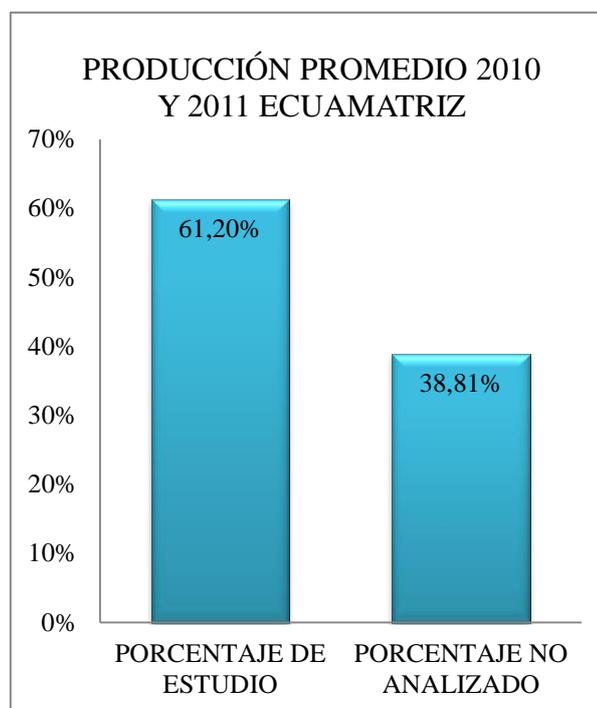
Fuente: Autores

3.2.2 Productos de mayor demanda. Debido a la naturaleza de los bienes que se elaboran en la empresa es necesario una constante renovación e innovación en el diseño de cada producto, es por esto que se han dado transformaciones en cuanto a los modelos: caja de protección polifásica híbrida 450*220*170 por cajahíbrida para medidor polifásico de 400*220*160 y las cajas de policarbonato 300*200*145 y 300*200*125 (años 2010 y 2011 respectivamente) para medidor monofásico por caja de policarbonato para medidor monofásico 300*200*80 pero siempre siguiendo un mismo patrón en el proceso; es por ello que el análisis estará enfocado a los productos mencionados en la tabla inferior. Estos productos tienen un porcentaje promedio entre el año 2010 y 2011 de 61,195% correspondientes a su participación en la producción.

Tabla 16. Porcentaje de participación en la producción de productos de mayor demanda 2010-2011

PRODUCTOS DE MAYOR DEMANDA 2010-2011			
DESCRIPCIÓN	PARTICIPACIÓN 2010	PARTICIPACIÓN 2011	PARTICIPACIÓN PROMEDIO
Caja de distribución bifásica 300x200x105	26,51%	24,75%	25,6%
Caja híbrida para medidor polifásico de 400*220*160	14,00%	4,69%	9,4%
Caja de policarbonato para medidor monofásico 300*200*80	21,36%	21,59%	21,5%
Carretilla reforzada naranja rueda azul maciza	4,11%	5,39%	4,8%
TOTAL	65,97%	56,42%	61,2 %

Figura 17. Producción de los cuatro productos de mayor demanda



Fuente: Autores

A partir de este punto denominaremos a la caja de distribución bifásica 300x200x105 como “Caja de distribución”, a la caja híbrida para medidor polifásico de 400*220*160 como “Caja híbrida”, a la caja de policarbonato para medidor monofásico 300*200*80 como “Caja de policarbonato” y a la carretilla reforzada naranja rueda azul maciza como “Carretilla reforzada”.

3.2.2.1 Descripción de productos de mayor demanda

- *Caja de distribución.* Utilizada para distribución de instalaciones eléctricas bifásicas, se encuentran ubicadas en todo el país.

Tabla 17. Elementos caja de distribución

ELEMENTOS			
Nº	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANT.
1	Base Hi= 75 mm.	Lf 0,9mm.	1
2	Tapa Hi=28 mm.	Lf 0,9mm.	1
3	Barra de conectores 17x16 (6-2)	Aleación Cu-Al	3
4	Tuerca M4	Hierro galvanizado	1
5	Ángulo de seguridad	Lf 1,4 mm	1
6	Perno de seguridad matrizado CA	Bronce	1
7	Tubo de seguridad	Tubo 1/2"x 1 mm.	1
8	Vincha de seguridad	Ac. muelle	1
9	Aislante	Plástico	6
10	Tapones o sellos D=14mm	Polietileno	6
11	Arandela plana 1/4"	Lf 1/8"	12
12	Pernos de sujeción 1/4 x 1"	Acero	6
13	Pernos de suj. barras-base 1/2 x 1/2"	Acero	6
14	Perno conector 5/16 x 5/8"	Acero	25
15	Sello de peligro eléctrico	Plástico	1
16	Ojal para zunchos	Lf 0,9mm.	2
17	Talón conector para puesta a tierra	Aleación Cu-Al	1
18	Adhesivo indicador	Adhesivo indicador	1
19	Tornillo M4 x 6	Tornillo M4 X 6	1



Fuente: Ecuamatrix Cía. Ltda.

Plano I. Caja metálica de distribución bifásica 300x200x105

- *Caja híbrida.* Su denominación se debe a la unión de una base metálica y tapa de policarbonato utilizada para la colocación de medidores de consumo eléctrico domiciliario.

Tabla 18. Elementos caja híbrida

ELEMENTOS			
N°	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANT.
1	Base Hi= 116 mm.	Lf 0,9mm.	1
2	Tapa plástica 400x220x40	Policarbonato	1
3	Rejilla polifásica	Lf 0,9mm.	1
4	Compuerta de interruptor	Policarbonato	1
5	Riel trifásico	Lf 0,9mm.	1
6	Barra neutro 17x16x65 D=8cm	Aleación Cu-Al	1
7	Ángulo de seguridad	Lf 1,4 mm	1
8	Perno de seguridad maquinado	Bronce	1
9	Ojales para zunchos	Lf 0,9mm.	2
10	Remache de golpe	Polietileno	4
11	Remache 3/16 x 5/16 "	Aluminio	2
12	Vincha de seguridad	Policarbonato	1
13	Tapones para agujero D=44mm	Polietileno	3
14	Tornillo de suj. Barra M4x20	Acero	2
15	Tornillo 1/4 x 1/2	Acero	4
16	Tornillo M4 x 6	Acero	2
17	Compuerta de perno seguridad	Policarbonato	1
18	Ovalo logotipo	Polietileno	1
19	Sello de seguridad eléctrica	Plástico	1
20	Tuerca M4	Acero	4
21	Alza de riel Dín (H=41,5 mm.)	Lf 1,4 mm	1
22	Kit de tornillos	Varios	1



Fuente: Ecuamatrix Cía. Ltda.

Plano II. Caja híbrida para medidor polifásico de 400x220x160

- *Caja de policarbonato.* Formada por una base y tapa de policarbonato, utilizada para la colocación de medidores de consumo eléctrico domiciliario.

Tabla 19. Elementos caja de policarbonato

ELEMENTOS			
N°	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANT.
1	Base Hi= 65 mm.	Policarbonato	1
2	Tapa Hi= 15mm	Policarbonato	1
3	Rejilla multimedia monofásica	Policarbonato	1
4	Tornillo de suj. Barra M4x10	Acero	6
5	Barra neutro M4 14 x 9,5 x 47"	Aleación Cu-Al	1
6	Tornillo 1/4 x 1/2"	Acero galvanizado	4
7	Perno maquinado	Bronce	1
8	Vincha de seguridad	Plástico	1
9	Compuerta de perno seguridad	Policarbonato	1
10	Remache 3/16 x 5/16 "	Aluminio	2
11	Logotipo ovalo "CNEL"	Policarbonato	1
12	Sello de peligro seguridad	Plástico	1
13	Tornillos autoroscantes 12 x 1/2"	Acero galvanizado	4
14	Tuerca 1/4" galvanizada	Acero galvanizado	1
15	Tuerca M4	Acero galvanizado	6
16	Tapones multimedia D=32-25,4 mm	Polietileno BD.	4
17	Ojales para zunchos	Polipropileno	2
18	Riel Dín monofásico (h=7 mm)	Lf 0,9mm.	1
19	Compuerta de acero a disyuntor	Policarbonato	1
20	Tornillo M4 x 6	Acero galvanizado	2



Fuente: Ecuamatrix Cía. Ltda.

Plano III. Caja de policarbonato para medidor monofásico 300x200x80

- *Carretilla reforzada*

Características generales. La carretilla está constituida por: platón, chasis, patas, y rueda que se acoplan uniformemente de forma ergonómica. Las medidas determinadas para este tipo de carretilla son largo 143 cm ancho, 68 cm y altura 53 cm, ésta carretilla forma parte de un conjunto de herramientas que sirven de ayuda para el sector de la construcción pública y privada del Ecuador.

- *Platón.* Está construido en acero SAE 1010 laminado en frío de un espesor de 0,91 mm, conformada por el proceso de embutición, para un volumen de 2,54 ft³.
- *Chasis.* Construido con tubo rolado en frío de Ø 1 1/4"x1,5", de características similares al platón en cuanto a materiales, diseño, y pintura. El chasis lleva perforaciones para poder ensamblar al platón de 2,54 ft³ de capacidad.
- *Patas.* Elaboradas de tool de 2,0 mm laminado en caliente.
- *Rueda reforzada.* La rueda consiste de un conjunto de piezas como son: El eje de rueda de diseño cuadrada y redonda en los extremos que permite sujetar a la rueda. Un bocín interno que a su vez llevan internamente dos bocines de nylon para proteger el rozamiento del metal. Dos bocines laterales para alinear el movimiento de la rueda. Un juego de discos metálicos de unión empernada.
- *Llanta de caucho.* Labrada por una prensa de vulcanizado.

Figura 18. Carretilla reforzada



Fuente: Ecuamatrix Cía. Ltda.

3.2.2.2 Determinación del tiempo tipo actual de los productos de mayor demanda

▪ *Diagramas de trabajo.* La elaboración de este tipo de diagramas tiene como objetivo definir el proceso de producción por medio de la identificación de actividades, distancias y tiempos de producción de cada producto, para ello se hicieron una serie de tomas de tiempos de operaciones, almacenajes, transportes, e inspecciones. Se utilizaron tres tipos de diagramas de trabajo.

- Diagramas de análisis de proceso
 - Diagramas de flujo de procesos
 - Diagramas de recorrido
- *Diagramas de análisis de los procesos.* En ellos podemos encontrar cada una de las actividades necesarias para la fabricación de los 4 productos de mayor demanda, además del tiempo necesario en cada caso.

Pasos:

- Se describió detalladamente el proceso de producción de cada una de las partes que conforman el producto en estudio.
- Se identificó, numeró y asignó los diferentes símbolos a cada actividad.
- Se realizó la toma de tiempos de cada actividad.
- *Toma de tiempos.* Se utilizó el método repetitivo para la toma de datos, estos tiempos fueron registrados en el Anexo C.

Existen distintas formas para calcular el tamaño de la muestra; se utilizó el método estadístico, que presenta algunas variantes dependiendo del autor. La OIT recomienda utilizar la siguiente fórmula para el caso de un nivel de confianza de 95% y un margen de error de +5%, es decir, se pretende que 95% de las mediciones con cronómetro tengan, cuando mucho 5% de error del dato real. Las mediciones de tiempos fueron tomadas mediante filmaciones establecidas con pleno conocimiento de los operarios.

$$N' = \left\{ \frac{40\sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right\}^2 \quad (6)$$

N' = Número necesario de observaciones

X = Lectura de tiempos del elemento medido

N = número de lecturas ya realizadas

En el Anexo D podemos encontrar los diagramas de análisis de procesos de los productos de mayor demanda para el método actual, que por efectos de organización no serán incluidos dentro del cuerpo de la tesis, sin embargo se mostrará un fragmento del proceso de producción de la caja de policarbonato para ejemplificar cada uno de los diagramas.

▪ *Diagrama de análisis del proceso: Caja de policarbonato*

Figura 19. Diagrama de proceso: Caja de policarbonato, método actual.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO <i>Tipo material</i>										
Empresa:		Operación: FABRICACIÓN DE UNA CAJA DE POLICARBONATO PARA				Estudio		Hoja N° 1		
ECUAMATRIZ		MEDIDOR MONOFÁSICO 300X200X 125 CON RIEL Y COMPUERTA PARA BREAKER				N° 1				
Departamento:		Operario:		Analistas:		Método:		Fecha:		
Producción		Máquina:		Miranda, Montesdeoca		ACTUAL		12/04/2012		
Plano N°						Equivalencias:				
Pieza N°										
SÍMBOLOS	N°	Distancia (m)	TIEMPO (seg)						Und. Consid.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
BASE PLÁSTICA										
	1							---	1	Almacenaje Bodega de materia prima
	1	51,7		0,26					1	Llevar policarbonato desde la Bodega de materia prima hasta la sección de plásticos (INY-03)
	1	40,78							1	Injectar base plástica (INY-03)
	1					2			1	Colocar tuerca para perno de seguridad en la base plástica (INY-03) y A. temporalmente previo ST8
	2	7		0,27					1	Llevar desde la sección de plásticos (INY-03) hasta la sección de armado (ST8)
	2							---	1	Almacenar temporalmente base plástica ST8
	1			10,7					1	Inspeccionar base (proceso de inyectado)
	2					36,37			1	Perforar para riel la base plástica (ST8) y almacenar temporalmente previo colocado de tornillos
	3					29,6			1	Colocar tornillos en la base plástica para rejilla (ST8) y A. temporalmente previo colocado de riel
	7					35,55			1	Colocar riel en la base plástica (ST8) y almacenar temporalmente previo colocado de barra de neutro
	17					37,57			1	Colocar barra de neutro en la base plástica (ST8) y almacenar temporalmente previo colocado de rejilla
	18					30,42			1	Colocar rejilla en la base de plástico (ST8) y almacenar temporalmente previo armado total
	3			15,1					1	Inspeccionar base armada (proceso de armado) ST8
	9							---	1	Almacenar temporalmente base plástica previo armado total
	28					118,9			1	Armado total de la caja de polic. para medidor monofásico 300x200x125 (ST8) y alm. Temp. previo Cerrado de cajas
	6			7,3					1	Inspeccionar caja de polic. para medidor monofásico 300x200x125 (proceso de armado) ST8

Fuente: Autores

El tiempo tipo de fabricación de los productos de mayor demanda trabajando al paso normal se muestran a continuación, suplementos por fatiga, retrasos y necesidades personales están incluidos y registrados en los diagramas de proceso tipo material, los cuales se resumen en las tablas de resumen del diagrama de análisis de proceso, aquí se encuentra a más del tiempo la totalidad de actividades y distancias necesarias para elaborar cada producto.

Tabla 20. Tiempo tipo actual para la elaboración de una caja de distribución

RESUMEN			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg)	DISTANCIA (m)
Operación 	12	120,1	---
Transporte 	54	20,2	1154,25
Demora 	---	---	---
Inspección 	7	52,6	---
Almacenaje 	29	---	---
Operación Combinada 	73	1870,0135	---
TOTAL	175	2062,8	1154,25
Tiempo (min)		34,38	

Fuente: Autores

Tabla 21. Tiempo tipo actual para la elaboración de una caja híbrida

RESUMEN			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg)	DISTANCIA (m)
Operación 	15	221,8	---
Transporte 	52	27,0	1330,82
Demora 	---	---	---
Inspección 	7	77,15	---
Almacenaje 	39	---	---
Operación Combinada 	60	1537,75	---
TOTAL	173	1863,7	1330,82
Tiempo (min)		31,06	

Fuente: Autores

Tabla 22. Tiempo tipo actual para la elaboración de una caja de policarbonato

RESUMEN			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg)	DISTANCIA (m)
Operación 	10	258,8	---
Transporte 	30	7,7	891,4
Demora 	---	---	---
Inspección 	6	63,1	---
Almacenaje 	33	---	---
Operación Combinada 	30	758,01	---
TOTAL	109	1087,6	891,4
Tiempo (min)		18,13	

Fuente: Autores

Tabla 23. Tiempo tipo actual para la elaboración de una carretilla reforzada

RESUMEN			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg)	DISTANCIA (m)
Operación 	18	736,7	---
Transporte 	102	545,1	2653,3
Demora 	---	---	---
Inspección 	12	179,56	---
Almacenaje 	49	---	---
Operación Combinada 	89	5446,46	---
TOTAL	270	6907,84	2653,3
Tiempo (min)		115,13	

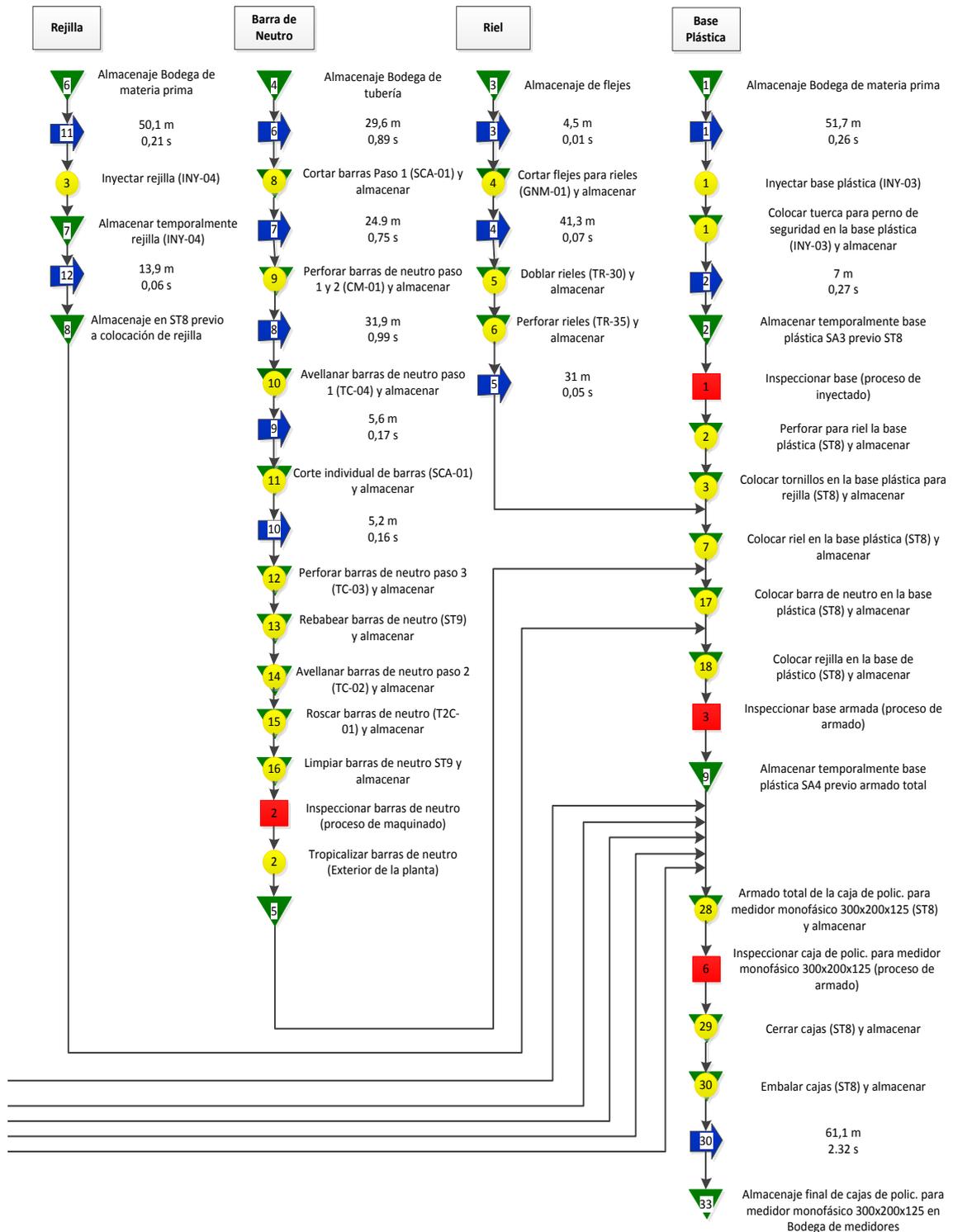
Fuente: Autores

- *Diagramas de flujo de procesos.* Permiten visualizar de manera simplificada el número de elementos que conforman, en este caso, la caja de policarbonato, la secuencia del proceso y ensamblaje. En el Anexo E se encuentran los diagramas de flujo de procesos tipo material productos de mayor demanda método actual

Pasos:

- Se tomó como referencia el proceso descrito en el diagrama de análisis del proceso para graficar la disposición de cada uno de los símbolos con una breve descripción.
- Se detalló la distancia y el tiempo de cada transporte.

Figura 20. Diagramas de flujo de proceso: Caja de policarbonato



Fuente: Autores

3.3 Descripción de áreas de trabajo

A continuación tenemos las áreas y puestos de trabajo al igual que sus dimensiones cúbicas.

Tabla 24. Puestos y áreas de trabajo

ÁREAS DE TRABAJO			
NÚMERO	ÁREA (m²)	ALTURA (m)	DESCRIPCIÓN
1	22,26	3,6	Cabina de pintura CCP-01
2	17,2	3,6	Área de secado
3	55,13	3,6	Tinas de tratamiento superficial (fosfatizado)
4	9,2	3,6	Almacenaje y limpieza previo a fosfatizado
5	46,8	3,6	Horno continuo
6	15,12	3,6	Horno estacionario HC-02
7	19,74	3,6	Área de mantenimiento
8	17,86	2,8	Baños
9	17,39	2,8	Oficina de control de calidad
10	9,84	3,6	Biblioteca, cafetería (planta alta)
11	9,84	3,6	Dispensario médico (planta alta)
12	30,55	2,8	Departamento de ingeniería (planta alta)
13	20,12	3,6	Superficie de almacenaje 1 (SA1)
14	35,64	3,6	Cortadora de plasma
15	48,38	3,6	Estantería de matrices grandes
16	25,26	4,5	Troqueladora TR-140
17	21,88	6	Troqueladora TR1-150
18	5,23	3,6	Perforadora PPP-01
19	2,85	3,6	Mesa de control
20	18,88	4,5	Troqueladora TR2-150
21	2,5	3,6	Entenalla
22	20,7	4,5	Almacenaje de matrices
23	15,05	5,5	Prensa hidráulica PH-250
24	6,44	3,5	Prensa hidráulica PH-80
25	5,04	3,5	Troqueladora TR-12
26	2	2,5	Mesa de trabajo ST-10
27	4,56	3,5	Troqueladora TR-25
28	6,8	4,5	Estantería de matrices pequeñas 1
29	4,8	3,5	Troqueladora TR-35
30	7,4	3,5	Troqueladora TR-30
31	12,9	3,6	Estantería de matrices pequeñas 2
32	6,46	3,5	Troqueladora TR1-40
33	5,78	3,5	Troqueladora TR2-40
34	7,14	3,5	Troqueladora TR-55
35	7,82	3,5	Troqueladora TR-80
36	8,75	4,5	Troqueladora TR-130
37	9,62	4,5	Troqueladora TR-100
38	7,77	3,5	Troqueladora TR-135
39	8,14	3,5	Prensa hidráulica PH-150
40	13,4	5	Tableros de mando

Tabla 24. Continuación

41	15,01	3,6	Equipo auxiliar inyectoras
42	5,59	4,5	Soldadora de punto SP-03
43	8,6	3,5	Soldadora de punto SP-02
44	7,5	3,5	Superficie de almacenaje 2 (SA2)
45	7,68	3,5	Soldadora de punto SP-01
46	4	3,5	Mesa desmontable
47	7,2	4,5	Armado de ruedas
48	37,83	3,5	Mesa de pegado (ST7)
49	3,36	3,5	Remachadora RM-01
50	12,5	4,5	Superficie de almacenaje 4 (SA4)
51	17,16	3	Dobladora de tubos DT-02
52	10,4	3	Dobladora de tubos DT-01
53	34	3,5	Superficie de trabajo ST8
54	6,5	4,5	Producto en proceso
55	41,3	4,6	Inyectora MILACRON INY-02
56	33,6	4,6	Inyectora HAITIANINY-03
57	21,12	4,6	Inyectora VAN DORN INY-04
58	2,9	3	Molino de plástico MOL-01
59	17,4	4,5	Inyectora VAN DORN INY-05
60	12,1	4,5	Inyectora KAWAGUCHI INY-01
61	28,4	3,6	Superficie de soldadura 1
62	27	3,6	Superficie de soldadura 2
63	19,4	3,6	Superficie de almacenaje (SA5)
64	4,5	3,6	Almacenaje de viruta
65	4,5	3,6	Equipos obsoletos
66	2,66	4	Taladro TAL-04
67	2,6	4	Taladro de pedestal TC-04
68	3	3	Sierra
69	2,4	3	Taladro de pedestal TC-03
70	24	3,6	Superficie para taladrado (ST4)
71	3,6	3,5	Taladro de pedestal TC-05
72	3,84	3,5	Superficie de trabajo 9 (ST9)
73	1,54	3,5	Taladro de pedestal TC1-02
74	2,7	3,5	Taladro de pedestal TC2-02
75	3,6	3,5	Taladro de columna de 2 cabezas T2C-01
76	1,75	3,5	Sierra de corte de aluminio SCA-01
77	4,4	3,5	Torno revólver TRV-01
78	1,26	3,5	Almacenaje de rebabas
79	5,15	3,5	Superficie de almacenaje (SA6)
80	10,9	2,5	Almacenaje de retazos y flejes
81	26,13	3,5	Guillotina GM-01
82	16,34	3,5	Guillotina GNM-01
83	29,8	4,5	Punzonadora AMADA PZ-01
84	224	4,5	Área de matricería
85	357	4,5	Bodega general/materia prima
86	70	3	Área administrativa (planta baja)
87	70	3	Área administrativa (planta alta)
88	103	3,6	Zona de embarque
89	32,94	3,6	Comedor
90	27	3,6	Área de descanso

Tabla 24. Continuación

91	15,1	3,6	Horno estacionario HC-03
92	12,4	3,6	Compresor de tornillo
93	24	4	Madera
94	29,45	3,6	Línea automotriz
95	20,46	3,6	Cabina de pintura CCA-02
96	20,46	3,6	Cabina de pintura CCA-03
97	20	3,6	Molino MOL-02
100	13,2	3,5	Almacenaje de oxígeno, CO2 y aceite
101	16,1	3,5	Vestidores
102	8,25	4,5	Chatarra
103	12	4,5	Torre de enfriamiento de agua
104	14,5	4,5	Chatarra
105	50	3	Patio exterior
106	3,8	4	Dobladora manual DB-01
107	1,9	4	Baroladora
108	1,32	3,5	Esmeril ES-03
109	1,65	3,5	Esmeril ES-01
110	3	3,5	Registro

Fuente: Autores

3.4 Distribución inherente actual de los puestos de trabajo

Como parte de la metodología utilizada para el análisis de puestos y áreas de trabajo será necesario determinar el tipo de trabajo realizado, las herramientas utilizadas y las dimensiones con la finalidad de generar mejoras y eliminar falencias que afectan al proceso de producción. A continuación se detallan las características propias de cada sección de la empresa además se describió un área o puesto de trabajo de cada una, para ver la descripción de la totalidad de áreas y puestos de trabajo referirse al Anexo G. Distribución inherente actual y propuesta de áreas y puestos de trabajo.

Listado de secciones Ecuamatrix

- Armado
- Bodega
- Conformado
- Corte
- Curvado
- Ensamblaje
- Inyección
- Maquinado
- Matricería
- Soldadura
- Pintura
- Administración
- Ingeniería

3.4.1 Sección de armado. Existen cinco puestos de trabajo con seis o más operarios.

- Puesto de trabajo 47
- Puesto de trabajo 48
- Puesto de trabajo 49
- Puesto de trabajo 53
- Puesto de trabajo 54

3.4.1.1 Tareas realizadas. Armado de carretillas y todo tipo de cajas, sean estas de distribución, o para medidores eléctricos.

3.4.1.2 Puesto de trabajo 53. El puesto de trabajo se realiza trabajos secuenciales de armado, pegado de logotipos y empaclado, realizado por uno a tres operarios según las condiciones lo requieran. Cuando existen tres operarios trabajando simultáneamente el área de trabajo resulta inadecuada.

Figura 21. Sección de armado



Fuente: Autores

3.4.2 Sección bodega. Existen dos áreas de trabajo

- Almacenaje de producto terminado y materia prima (A 85)
- Almacenaje de producto terminado (A100)

3.4.2.1 Descripción. Estas dos áreas resultan inadecuadas para la finalidad que fueron creadas, el A85 debe al menos duplicar su tamaño para que exista el espacio suficiente para almacenaje en especial de producto terminado, mientras que A100 se encuentra a la interperie, junto a la torre de enfriamiento, esta genera gran cantidad de humedad que afecta todo tipo de producto almacenado en la zona.

Figura 22. Sección de bodegas



Fuente: Autores

3.4.3 Sección de conformado. Existen cinco puestos de trabajo con seis o más operarios.

- Puestos de trabajo 16, 17, 20, 23, 24 en que operan uno o dos operarios de pie.
- Puesto de trabajo 25, 27, 28, 29, 30, 32-39 donde siempre existe un operario sentado.

3.4.3.1 Tareas realizadas. Troquelado, estampado y embutición de chapas metálicas.

3.4.3.2 Puesto de trabajo 32. Este puesto de trabajo se encuentra distribuido de manera inadecuada pues no cumple los más mínimos requerimientos ergonómicos, organizacionales y de seguridad, los operarios se deben acomodar en un espacio confinado y donde no existe margen de seguridad entre el puesto de trabajo y las líneas de circulación, el almacenamiento de productos en proceso se lo realiza sobre los pasillos además los puestos no tienen medidas antropométricas adecuadas.

Figura 23. Sección de conformado



Fuente: Autores

3.4.4 Sección de corte. Existen cinco áreas de trabajo y siete operarios.

- Área de almacenaje de flejes 80
- Área de trabajo 81
- Área de trabajo 83
- Área de trabajo 82
- Área de trabajo 14

3.4.4.1 Tareas realizadas. Corte de planchas y perfiles de acero.

3.4.4.2 Área de trabajo 81. Almacenaje de producto en proceso ligeramente insuficiente. Falta de orden y limpieza.

Figura 24. Sección de corte



Fuente: Autores

3.4.5 Sección de curvado. Existen tres áreas de trabajo y cuatro operarios.

- Área de almacenaje 50
- Puesto de trabajo 52
- Puesto de trabajo 51

3.4.5.1 Tareas realizadas. Doblado y curvado de tubería para chasis de carretillas.

3.4.5.2 Puesto de trabajo 51. El dimensionamiento del puesto es inadecuado para el elevado tráfico propio de estos puestos de trabajo, el área de almacenaje necesita una ampliación además debemos tener en cuenta que el operario debe ocupar el espacio designado a pasillos para realizar ciertas operaciones.

Figura 25. Sección de curvado



Fuente: Autores

3.4.6 Sección de ensamblaje. Existen cinco áreas de trabajo y tres operarios.

- Puesto de trabajo 42
- Puesto de trabajo 43
- Puesto de trabajo 45
- Puesto de trabajo 46
- Área de almacenaje44

3.4.6.1 Tareas realizadas. Soldadura de punto y colocación de pasador de seguridad

3.4.6.2 Puesto de trabajo 42. El puesto de trabajo de la soldadora de punto SP-03 no cuenta con buena distribución y además el almacenaje se realiza en un área muy alejada del proceso.

Figura 26. Sección de ensamblaje



Fuente: Autores

3.4.7 Sección de inyección. Existen siete áreas de trabajo y seis operarios.

- Puesto de trabajo 55
- Puesto de trabajo 56
- Puesto de trabajo 57
- Puesto de trabajo 58
- Puesto de trabajo 59
- Puesto de trabajo 60
- Área para equipo auxiliar 41

3.4.7.1 Tareas realizadas. Inyección de elementos plásticos para cajas de distribución y medidores eléctricos.

3.4.7.2 Puesto de trabajo 60. El espacio en la parte posterior de la inyectora es limitado para realizar labores de mantenimiento, además el operario tiene un espacio reducido para movilizarse y está expuesto a grandes riesgos debido a la ubicación del enfriador sobre una estantería como se muestra en la imagen.

Figura 27. Sección de inyección



Fuente: Autores

3.4.8 Sección de maquinado. Existen trece áreas de trabajo y diez operarios.

- Área de almacenaje de equipos obsoletos y viruta 64-65
- Puesto de trabajo 66 al 69
- Puesto de trabajo 71 al 77

3.4.8.1 Tareas realizadas. Taladrado de barras, rieles y tubos.

3.4.8.2 Áreas de trabajo 66-69. Almacenaje de producto en proceso insuficiente, espacios confinados, falta de orden y limpieza, puestos de trabajo irrumpen pasillos de circulación.

Figura 28. Sección de maquinado



Fuente: Autores

3.4.9 Sección de matricería. Se detalla a continuación los equipos de esta sección.

Tabla 25. Maquinarias sección de matricería

Nº	Código	Descripción
1	AFB-01	Afiladora de buriles
2	EE-01	Electro erosionadora de hilo
3	EE-02	Electro erosionadora de hilo
4	EE-03	Electro erosionadora de penetración
5	ES-04	Esmeril
6	FV-11	Fresadora
7	FV-13	Fresadora
8	FV-17	Fresadora vertical
9	FV-18	Fresadora
10	FV-19	Fresadora
11	HT-01	Horno de temple
12	MAN-01	Mandrinadora
13	PHM-01	Prensa hidráulica manual
14	RE-01	Rectificadora con mesa magnética plana
15	RE-02	Rectificadora con mesa magnética plana
16	SM-01	Sierra de vaivén
17	TC-12	Taladro de pedestal
18	TMG-01	Taladro magnético
19	TP-20	Torno paralelo
20	TP-21	Torno universal paralelo
21	TP-22	Torno universal paralelo
22	CM-01	Centro de mecanizado
23	CM-02	Centro de mecanizado
24	CM-03	Centro de mecanizado

Fuente: Autores

3.4.9.1 Tareas realizadas. Construcción de matrices para estampado, corte, inyección de polímeros y embutido.

3.4.9.2 Descripción de área. Espacios reducidos, falta de orden y limpieza. La distribución es adecuada, el tipo de trabajo que se realiza es aleatorio no responde a ningún tipo de patrón.

Figura 29. Sección de matricería



Fuente: Autores

3.4.10 Sección de soldadura. Existen cuatro áreas de trabajo y cuatro o más operarios.

- Área de trabajo 61
- Área de trabajo 62
- Área de almacenaje 63 (Sa-5)
- Área de trabajo 94
- Área de trabajo 97

3.4.10.1 Tareas realizadas. Soldadura de elementos para carretillas y cajas metálicas utilizando método TIG, MIG y electrodo consumible.

3.4.10.2 Puesto de trabajo 61. Encontramos el área llena de equipos obsoletos y dañados interrumpiendo el proceso, el operario se desplaza desde la mesa, al jig de soldadura y a almacenaje.

Figura 30. Sección de soldadura



Fuente: Autores

3.4.11 Sección de Pintura. Existen nueve puestos de trabajo y doce operarios.

- Puesto de trabajo 01
- Puesto de trabajo 02-06
- Puesto de trabajo 95, 96
- Puesto de trabajo 09

3.4.11.1 Puesto de trabajo 3. El puesto de trabajo de tratamientos superficiales no cuenta con una adecuada área para la circulación del operador, de igual manera no existe espacio en la parte posterior para mantenimiento.

Figura 31. Sección de pintura



Fuente: Autores

3.4.12 Sección de administración. Existen dos áreas ubicadas en la planta baja y alta.

- Área 86 (planta baja)
- Área 87 (planta alta)

3.4.12.1 Tareas realizadas. Administración de Ecuamatriz Cía. Ltda.

3.4.12.2 Descripción. El espacio es muy limitado para que puedan desarrollar sus actividades, sobre todo por la falta de espacio para los archivos muertos. La oficina de presidencia que trabaja en su mayoría con el área de contabilidad y gerencia general está ubicada en la primera planta.

Figura 32. Sección de administración



Fuente: Autores

3.4.13 Sección de ingeniería. Existen dos áreas ubicadas en la planta baja y alta.

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| ▪ <i>Planta baja</i> | ▪ <i>Planta alta</i> |
| Área 7 mantenimiento | Área 10 biblioteca y cafetería |
| Área 8 baños. | Área 11 departamento médico |
| Área 9 oficina de control de calidad | Área 12 departamento de ingeniería |

3.4.13.1 Tareas realizadas. Supervisa, controla, inspecciona y coordina la producción; diseña los productos.

3.4.13.2 Descripción. La segunda planta del bloque de ingeniería no tiene una visibilidad completa hacia toda el área de producción. El área dispuesta para la segunda planta del bloque es limitada. El dispensario médico es inadecuado.

Figura 33. Sección de ingeniería



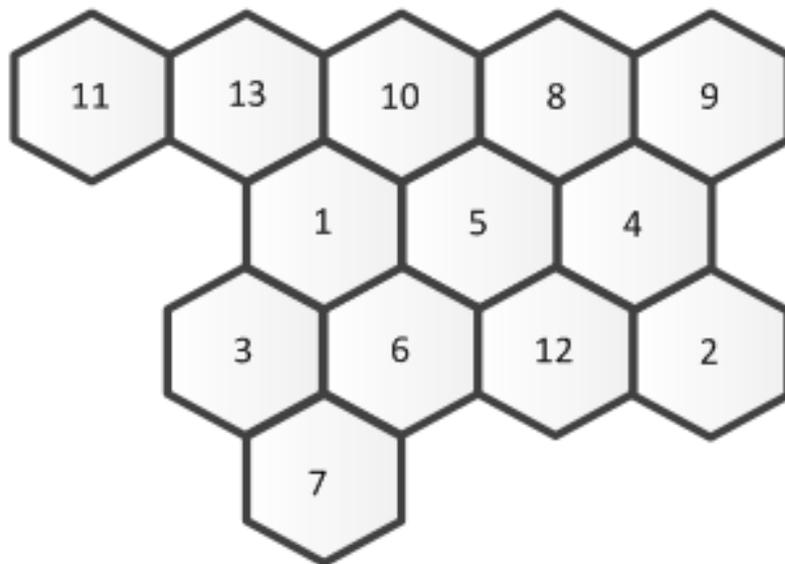
Fuente: Autores

3.5 Diagrama de proximidad y chitefol

3.5.1 Diagrama de proximidad por secciones

- | | |
|--------------|-------------------|
| 1 Armado | 8 Maquinado |
| 2 Bodega | 9 Matricería |
| 3 Conformado | 10 Soldadura |
| 4 Corte | 11 Pintura |
| 5 Curvado | 12 Administración |
| 6 Ensamblaje | 13 Ingeniería |
| 7 Inyección | |

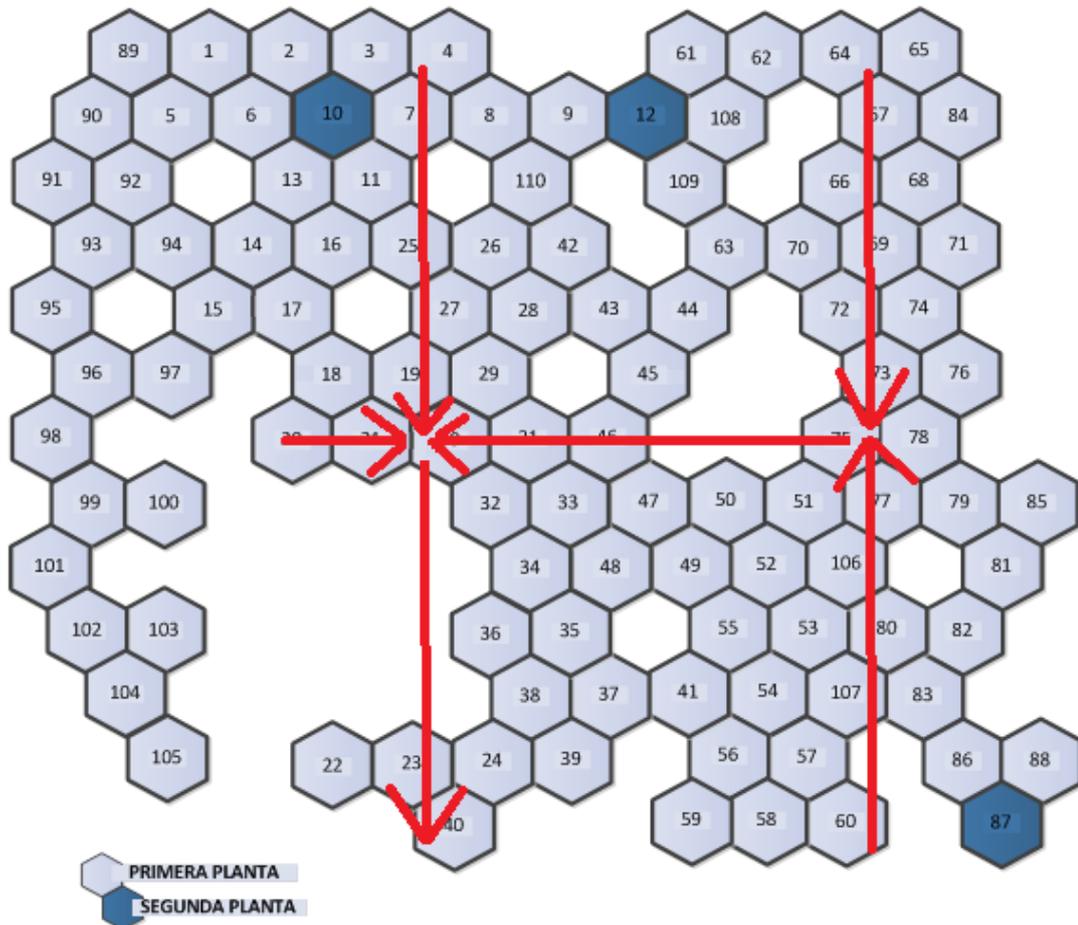
Figura 34. Diagrama de proximidad por secciones



Fuente: Autores

3.5.2 Diagrama de proximidad de áreas y puestos de trabajo

Figura 35. Diagrama de proximidad método actual



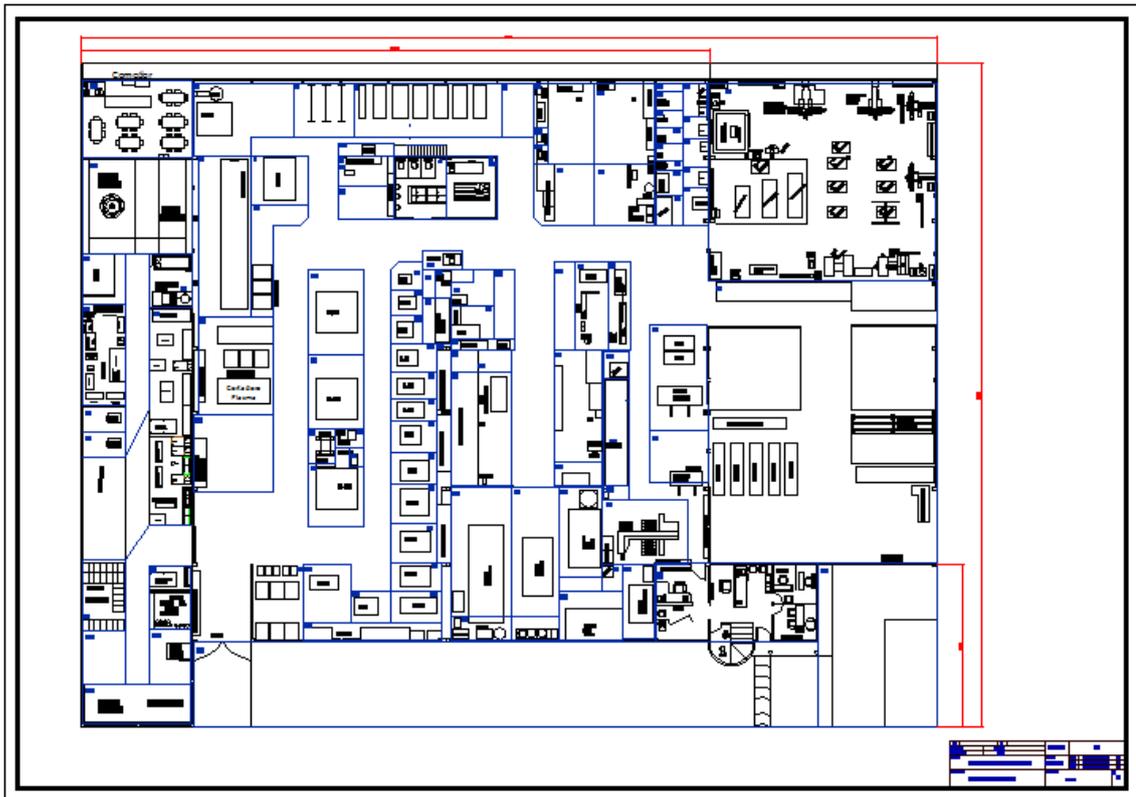
Fuente: Autores

Como podemos apreciar el movimiento de materiales se da en forma de H según las letras del CHITEFOL, esta distribución presenta grandes falencias por la presencia de gran cantidad de movimientos en varias direcciones y sentidos.

3.6 Distribución actual de la planta

El plano de la planta fue elaborado por personal de la empresa, con líneas azules podemos ver las áreas y puestos de trabajo, la planta cuenta con 3087m².

Figura 36. Layout distribución actual



Fuente: Ecuamatrix Cía. Ltda.

Plano IV. Distribución actual de la planta Ecuamatrix Cía. Ltda.

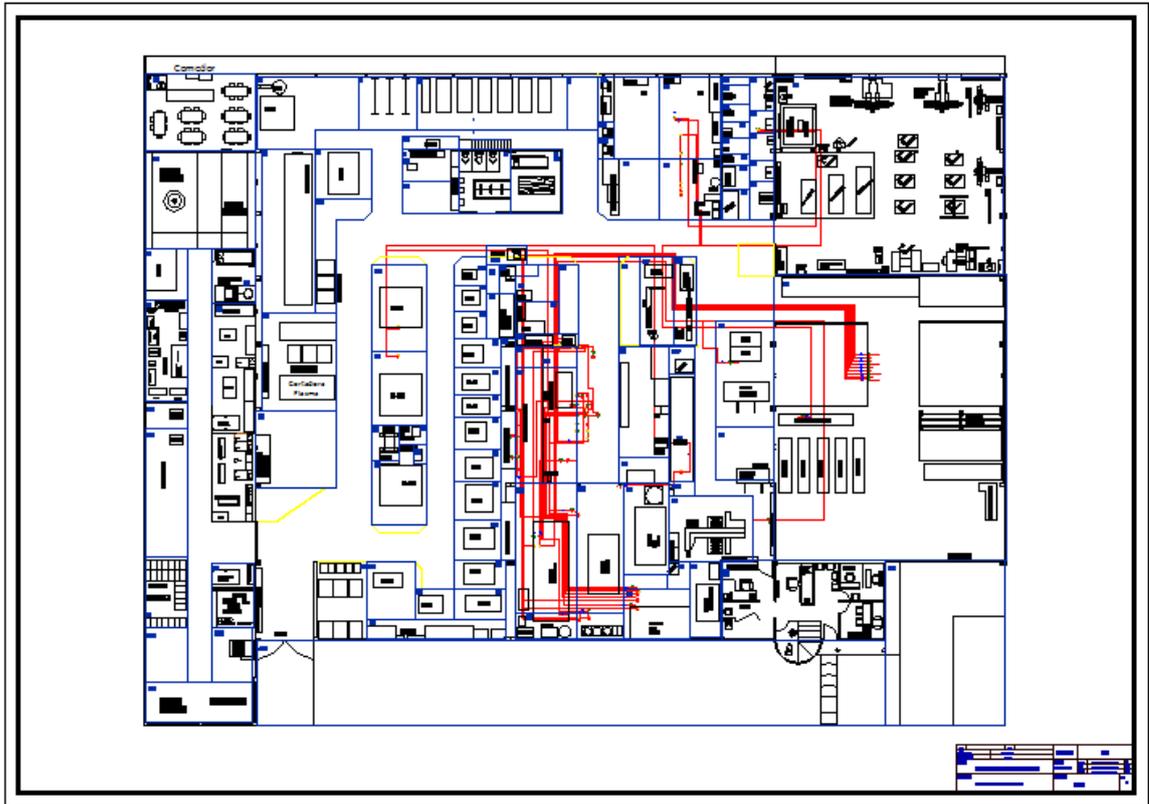
3.6.1 Diagramas de recorrido tipo material. Permiten visualizar sobre el layout el recorrido de cada elemento que conforma, en este caso, la caja de policarbonato, e identificar los puntos críticos que a simple vista serían imposibles de determinar. En el Anexo F se pueden visualizar los diagramas de recorrido tipo material de los productos de mayor demanda para el método actual.

Pasos

- Se tomó como referencia el proceso descrito en los diagramas de análisis y flujo de procesos para graficar cada símbolo en el sitio exacto donde se realiza las actividades sobre el layout.
- Se enlazaron las actividades en función a su numeración indicando la dirección y sentido que el producto en proceso debe recorrer en su fabricación.

- Se realizaron los diagramas de recorrido de cada producto por separado y de los cuatro en conjunto, y se identificaron los puntos críticos que ayudan a determinar embotellamientos, congestión y circulación caótica en distintas direcciones.

Figura 37. Diagrama de recorrido tipo material caja de policarbonato



Fuente: Autores

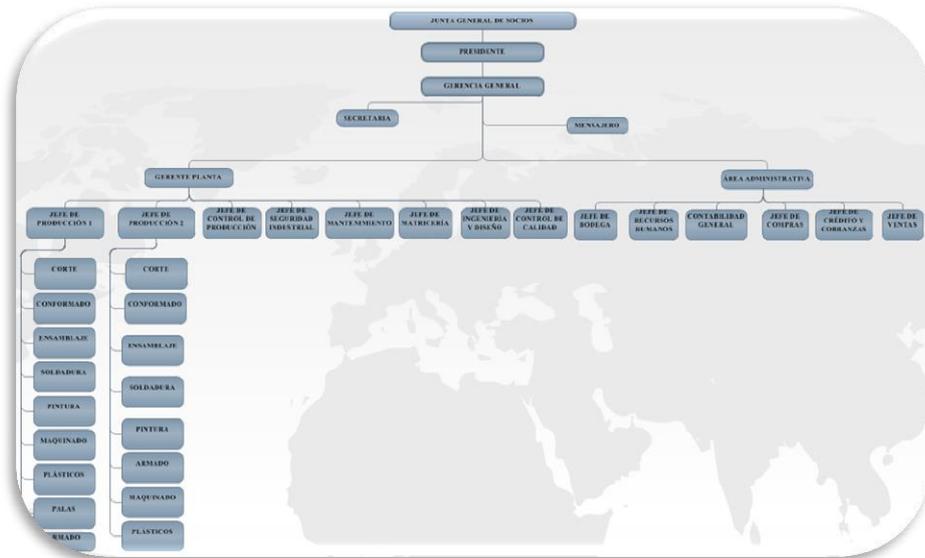
CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN

4.1 Estructura administrativa

4.1.1 Organigrama estructural

Figura 38. Organigrama estructural propuesto

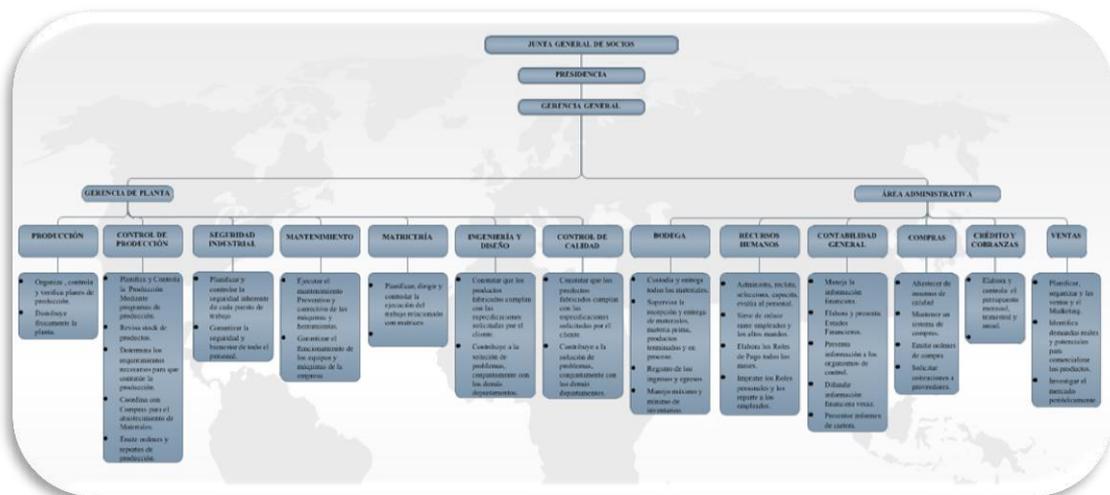


Fuente: Autores

Para mejor visualización ver el Anexo A

4.1.2 Organigrama funcional

Figura 39. Organigrama funcional propuesto



Fuente: Autores

Para mejor visualización ver el Anexo B

4.2 Proceso de producción propuesto de los productos de mayor demanda

4.2.1 Método propuesto de producción para puestos críticos. Se consideró realizar pequeños pero trascendentales cambios en los procesos que manifestaron grandes falencias, que por inconvenientes logísticos no pudieron ser resueltos. Es por ello que se realizó un pequeño estudio de tiempos con un sistema de trabajo mejorado con el objeto de demostrar el gran beneficio generado realizando estos pequeños cambios.

- En puestos de trabajo del área de armado el trabajo es netamente manual, operaciones como colocado de rejillas, rieles, barras y en el cerrado y armado de cajas se utilizan destornilladores manuales, en este caso en particular se analizó la producción de operarios trabajando con un taladro destornillador durante una semana.
- En el área de inyección gracias a la colocación de materia prima junto a las inyectoras y la colocación de dos molinos el tiempo de recarga de materia prima disminuyó lo cual infirió en una reducción de tiempos de inyección de tapas y bases en general.
- Por falta de disponibilidad o por el mal estado de accesorios como brocas, brochas los procesos de perforado y pintado de pernos se realizan de manera ineficiente, mejorando estas condiciones se obtuvieron mejoras considerables.
- Se utiliza remachadoras manuales por falta de instalaciones neumáticas en el área, para ello se realizaron estos trabajos con remachadoras neumáticas durante una semana.
- El curvado de tubos al igual que en el proceso de soldadura por falta de espacio, orden, limpieza y la acumulación de elementos en el área de operación, los operarios deben interrumpir constantemente sus actividades principales para dedicarse a labores de reordenamiento constante, eliminando estos factores y trabajando en un ambiente con mejores condiciones su productividad aumenta de manera drástica.
- El proceso de limpieza se realiza con dos esmeriles que trabajan con piedras abrasivas en mal estado, por esto se midió el tiempo de estos procesos con el uso de amoladoras pequeñas y piedras de pulir en perfectas condiciones.

Tabla 26. Toma de tiempos para el método propuesto de puestos críticos “Caja de distribución”

TOMA DE TIEMPOS MÉTODO PROPUESTO								
PRODUCTO:	Caja de distribución bifásica 300x200x105						HOJA:	1
PROCESO		Días laborados					Total	Tiempo unitario (s)
		1	2	3	4	5		
Colocar barra de terminales en bases	Unidades	261	264	286	0	0	811	53,27
	Horas de trabajo	4	4	4	0	0	12	
Pintar cabezas de pernos	Unidades	1740	634	0	0	0	2374	15,16
	Horas de trabajo	8	2	0	0	0	10	
Armado total de cajas	Unidades	196	192	174	118	201	881	138,93
	Horas de trabajo	8	8	6	4	8	34	
Cerrado de cajas	Unidades	691	715	0	385	0	1791	40,20
	Horas de trabajo	8	8	0	4	0	20	

Fuente: Autores

Tabla 27. Toma de tiempos para el método propuesto de puestos críticos “Caja híbrida”

TOMA DE TIEMPOS MÉTODO PROPUESTO								
PRODUCTO:	Caja híbrida para medidor polifásico de 400*220*160						HOJA:	1
PROCESO		Días laborados				Total	Tiempo unitario (s)	
		1	2	3	4			
Colocado de riel en bases	Unidades	392	417	0	0	809	53,40	
	Horas de trabajo	6	6	0	0	12		
Colocado de barras	Unidades	392	418	419	404	1633	35,27	
	Horas de trabajo	4	4	4	4	16		
Colocado de rejillas	Unidades	472	508	0	0	980	14,69	
	Horas de trabajo	2	2	0	0	4		
Inyectado de tapa	Unidades	321	329	0	0	650	44,31	
	Horas de trabajo	4	4	0	0	8		
Perforado para seguro	Unidades	2046	0	0	0	2046	12,32	
	Horas de trabajo	7	0	0	0	7		
Remachado de compuerta de perno	Unidades	1643	1583	1507	0	4733	13,69	
	Horas de trabajo	6	6	6	0	18		
Remachado de compuerta de breaker	Unidades	597	0	0	2498	3095	11,63	
	Horas de trabajo	2	0	0	8	10		

Fuente: Autor

Tabla 28. Toma de tiempos método propuesto de puestos críticos “Caja de policarbonato”

TOMA DE TIEMPOS MÉTODO PROPUESTO									
PRODUCTO:	Caja de policarbonato para medidor monofásico 300*200*80						HOJA:	1	
PROCESO		Días laborados					Total	Tiempo unitario (s)	
		1	2	3	4	5			
Inyección de base de policarbonato	Unidades	689	865	832	738	527	3651	35,50	
	Horas de trabajo	8	8	8	7	5	36		
Perforado de base de policarbonato	Unidades	673	845	1167	634	1057	4376	18,10	
	Horas de trabajo	3	4	6	3	6	22		
Colocado de tornillos en base para rejilla	Unidades	2119	1425	1356	1785	1693	8378	14,18	
	Horas de trabajo	9	5	5	7	7	33		
Colocado de riel	Unidades	2657	1773	1845	1854	920	9049	15,12	
	Horas de trabajo	10	8	8	9	3	38		
Colocado de barra de neutro	Unidades	1654	1593	1643	1855	1265	8010	18,43	
	Horas de trabajo	10	9	8	8	6	41		
Colocado de rejilla en la base	Unidades	1735	1805	1793	1592	1805	8730	14,85	
	Horas de trabajo	7	7	7	7	8	36		
Inyección de tapa	Unidades	257	195	195	0	0	647	72,33	
	Horas de trabajo	5	4	4	0	0	13		
Perforado ángulo de compuerta	Unidades	2477	1634	755	0	0	4866	11,10	
	Horas de trabajo	8	5	2	0	0	15		
Remachado compuerta de perno	Unidades	2719	1568	0	0	0	4287	12,60	
	Horas de trabajo	10	5	0	0	0	15		
Remachado de compuerta de breaker	Unidades	735	792	735	723	745	3730	19,30	
	Horas de trabajo	4	4	4	4	4	20		

Fuente: Autores

Tabla 29. Toma de tiempos método propuesto de puestos críticos “Carretilla reforzada”

TOMA DE TIEMPOS MÉTODO PROPUESTO									
PRODUCTO:	Carretilla reforzada rueda azul maciza						HOJA:	1	
PROCESO		Días laborados					Total	Tiempo unitario (s)	
		1	2	3	4	5			
Curvar tubo para chasis 2 paso	Unidades	78	43	51	45	0	217	320,18	
	Horas de trabajo	7,3	3,5	4,5	4	0	19,3		
Rematar chasis	Unidades	125	0	0	0	0	125	230,40	
	Horas de trabajo	8	0	0	0	0	8		
Limpiar, lijar patas	Unidades	125	110	0	0	0	235	168,51	
	Horas de trabajo	6	5	0	0	0	11		
Limpiar, lijar discos de rueda	Unidades	418	0	0	0	0	418	17,22	
	Horas de trabajo	2	0	0	0	0	2		

Fuente: Autores

4.2.2 Diagramas de trabajo propuestos. Posterior al análisis del método actual y con el objetivo de optimizar recursos, se consideraron tres criterios, lo cual que permitirá la reducción del tiempo de producción en todas las líneas de productos.

- Realizar mejoras en el método de trabajo en puestos críticos.
- Eliminar transportes innecesarios mediante la ubicación de puestos que realizan tareas sucesivas de manera contigua.
- Reducir distancias mediante un completo estudio de distribuciones parciales.

4.2.2.1 Diagramas de análisis de los procesos tipo material. Se manifiestan los cambios generados por la incorporación de equipos actualmente en desuso y mantenimiento. De igual manera que en la situación actual de presentará a manera de ejemplo una fracción del diagrama de la caja de policarbonato. En el Anexo H encontramos todos los diagramas de análisis de procesos tipo material de productos de mayor demanda para el método propuesto.

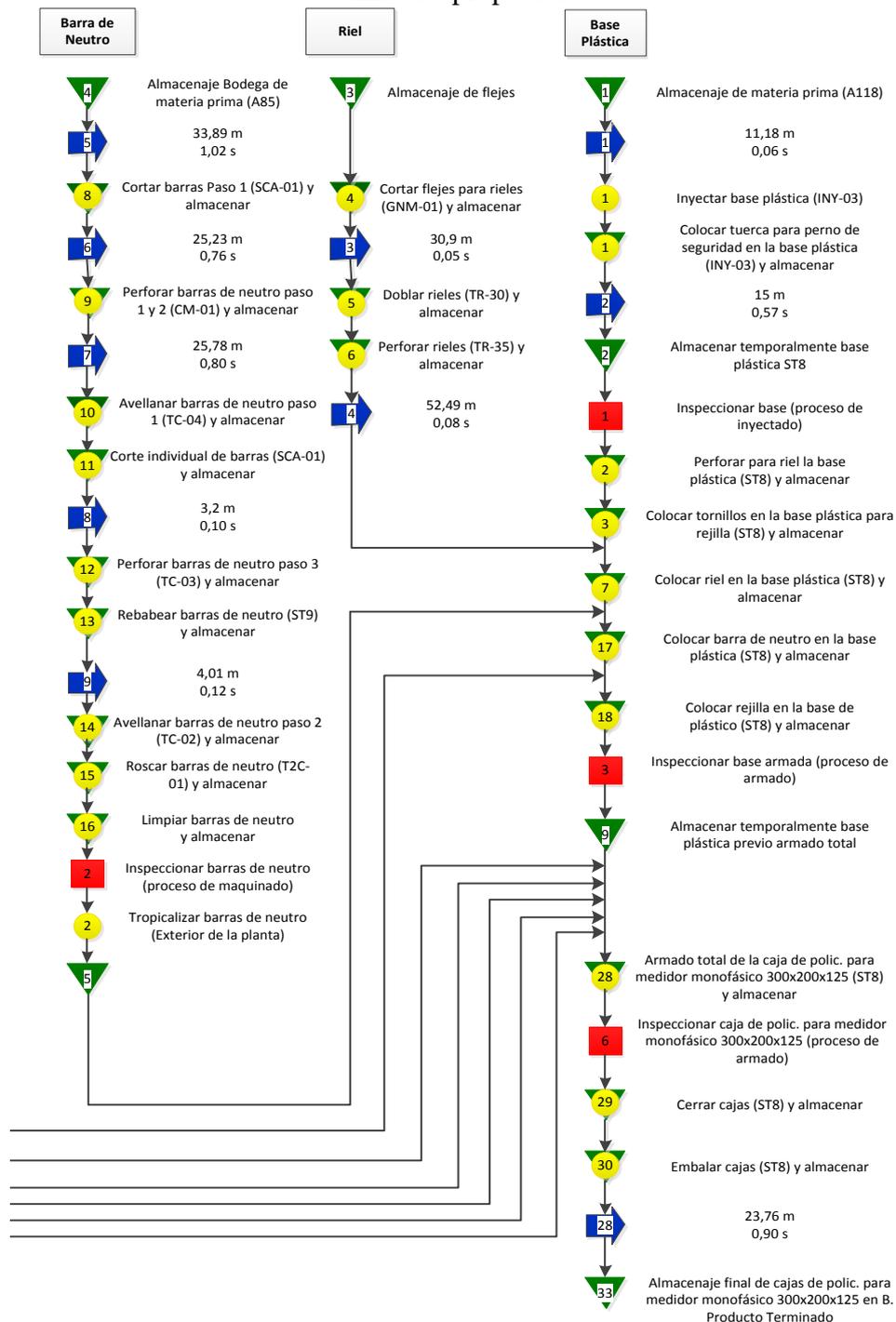
Figura 40. Diagrama de proceso: Caja de policarbonato

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO Tipo material										Anexo H.3
Empresa:		Operación: FABRICACIÓN DE UNA CAJA DE POLICARBONATO PARA					Estudio			
ECUAMATRIZ		MEDIDOR MONOFÁSICO 300X200X125					Nº 1			
Departamento:		Operario:		Analistas:		Método:		Fecha:		
Producción		Máquina:		Miranda, Montesdeoca		PROPUESTO		12/06/2012		
Plano N°					Equivalencias:					
Pieza N°										
SÍMBOLOS	Nº	Distancia (m)	TIEMPO (seg)						Und. Consid.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
			●	➡	■	▼	○	▽		
BASE PLÁSTICA										
○➡□▼D▼	1							---	1	Almacenaje de materia prima (A118)
○➡□▼D▼	1	11,18		0,06					1	Llevar policarbonato desde A118 hasta (INY-03)
●➡□▼D▼	1		35,5						1	Injectar base plástica (INY-03)
○➡□▼D▼	1					2			1	Colocar tuerca para perno de seguridad en la base plástica (INY-03) y A. temporalmente previo ST8
○➡□▼D▼	2	15		0,57					1	Llevar desde la sección de plásticos (INY-03) hasta la sección de armado (ST8)
○➡□▼D▼	2							---	1	Almacenar temporalmente base plástica ST8
○➡■▼D▼	1				10,7				1	Inspeccionar base (proceso de inyectado) ST8
○➡□▼D▼	2					18,1			1	Perforar para riel la base plástica (ST8) y almacenar temporalmente previo colocado de tornillos
○➡□▼D▼	3					14,2			1	Colocar tornillos en la base plástica para rejilla (ST8) y A. temporalmente previo colocado de riel
○➡□▼D▼	7					15,1			1	Colocar riel en la base plástica (ST8) y almacenar temporalmente previo colocado de barra de neutro
○➡□▼D▼	17					18,4			1	Colocar barra de neutro en la base plástica (ST8) y almacenar temporalmente previo colocado de rejilla
○➡□▼D▼	18					14,9			1	Colocar rejilla en la base de plástico (ST8) y almacenar temporalmente previo armado total
○➡■▼D▼	3				15,1				1	Inspeccionar base armada (proceso de armado) ST8
○➡□▼D▼	9							---	1	Almacenar temporalmente base plástica previo armado total
○➡□▼D▼	28					118,9			1	Armado total de la caja de polic. para medidor monofásico 300x200x125 (ST8) y alm. Temp. previo Cerrado de cajas
○➡■▼D▼	6				7,3				1	Inspeccionar caja de polic. para medidor monofásico 300x200x125 (proceso de armado) ST8
○➡□▼D▼	29					25,77			1	Cerrar cajas (ST8) y almacenar temporalmente previo embalado
○➡□▼D▼	30					5,8			1	Embalar cajas (ST8) y almacenar temporalmente en Cartones
○➡□▼D▼	28	23,76		0,90					1	Llevar cajas de polic. para med. monof. 300x200x125 desde la S. de armado (ST8) hasta B. de producto terminado
○➡□▼D▼	33							---	1	Almacenaje final de cajas de polic. para medidor monofásico 300x200x125 en B. de producto terminado

Fuente: Autores

4.2.2.2 Diagramas de flujo de los procesos tipo material. Permiten visualizar de manera simplificada el número de elementos que conforman, en este caso, la caja de policarbonato, la secuencia del proceso y ensamblaje con sus respectivas modificaciones. En el Anexo I se encuentran los diagramas de flujo de procesos tipo material productos de mayor demanda para el método propuesto.

Figura 41. Diagramas de flujo de los procesos tipo material: Caja de policarbonato, método propuesto



Fuente: Autores

4.3 Distribución inherente propuesta de los puestos de trabajo

4.3.1 Diagramas de distribución ergonómica de cada puesto de trabajo. Para una correcta distribución de planta fue indispensable la aplicación de directrices ergonómicas en el diseño de puestos de trabajo y adecuación de áreas, es por ello que se realizó un análisis físico-ergonómico y organizacional, los sistemas antropométricos se relacionan principalmente con la estructura, composición y constitución corporal y con las dimensiones del cuerpo humano en relación con las dimensiones del lugar de trabajo, las máquinas, el entorno industrial y la ropa.

La metodología LCE es una lista de comprobación (check-list) de principios ergonómicos básicos que propone intervenciones ergonómicas sencillas y de bajo coste, permitiendo aplicar mejoras prácticas a condiciones de trabajo ya existentes. Para obtener datos antropométricos referenciales utilizados para el diseño de los puestos de trabajo, hemos obtenido mediciones de operarios de 1,65m de altura teniendo en cuenta que el 95% de las personas se encuentran entre 1,7 y 1,6 m.

Tabla 30. Medidas antropométricas operario promedio

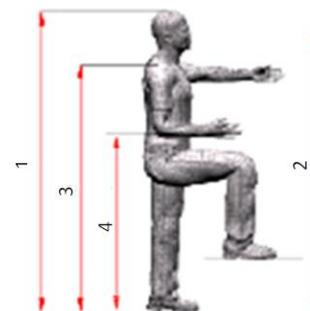
ANTROPOMETRÍA TRABAJADORES ECUAMATRIZ																				
ALTURA	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
160	150	150	132	97	76	79	70	51	18	15	22	42	44	56	108	70	33	42	46	35
170	170	157	139	105	76	89	79	65	29	17	22	45	49	63	121	74	36	47	50	36
165	160	154	136	101	76	84	75	58	24	16	22	44	47	60	115	72	35	45	48	36

Fuente: Autores

▪ *Dimensiones antropométricas*

1. Altura
2. Altura de los ojos
3. Altura de los hombros
4. Altura del codo

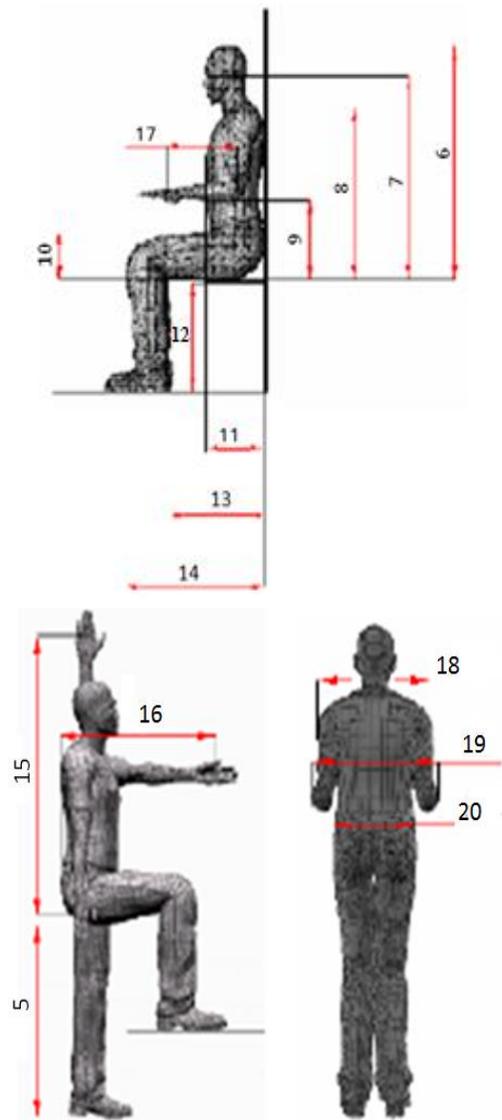
Figura 42. Dimensiones antropométricas



Fuente: Guía del monitor del INSHT

6. Altura sentado Figura 42. Continuación

- 7. Altura de los ojos
- 8. Altura de los hombros
- 9. Altura del codo
- 10. Espesor del muslo
- 11. Espesor del abdomen
- 12. Altura poplíteica
- 13. Longitud poplíteo-trasero
- 14. Longitud rodilla-trasero
- 17. Longitud codo-puño
- 15. Alcance máximo
- 16. Alcance del puño
- 18. Anchura entre hombros
- 19. Anchura entre codos
- 20. Anchura de caderas
- 5. Altura de puño



Fuente: Guía del monitor del INSHT

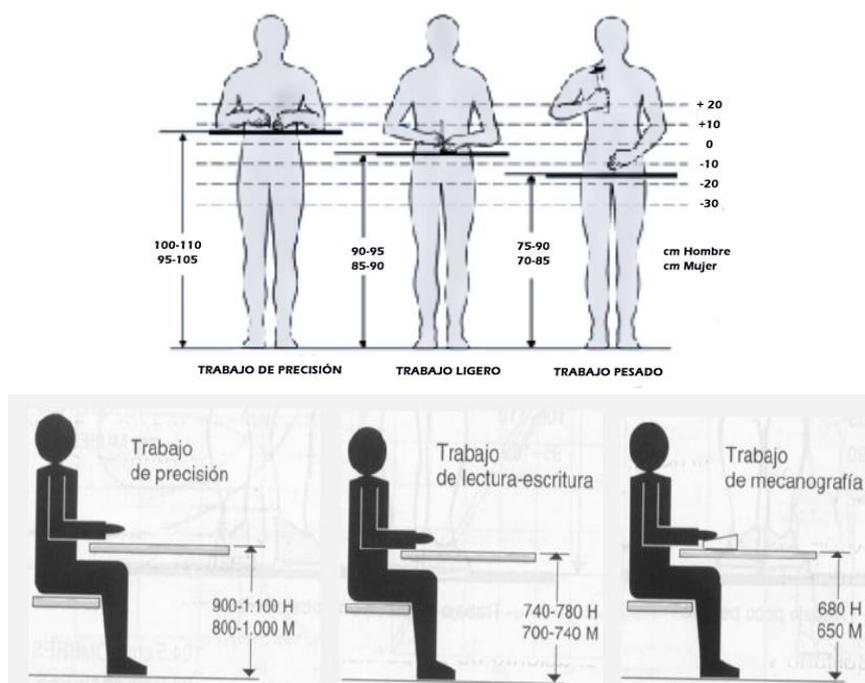
▪ *Altura de trabajo* (regla del codo)

Nivel del codo = altura del codo con brazo en posición relajada.

- Trabajo que exige una alta precisión visual: 10-12 cm sobre el nivel del codo.
- Trabajo que exige apoyo manual: 5-7 cm sobre el nivel del codo.
- Trabajo que exige poder mover libremente las manos: ligeramente por debajo del nivel del codo.
- Manejo de materiales pesados: 10-30 cm por debajo del nivel del codo.

Si el trabajo incluye diferentes demandas (por ejemplo, mantenimiento o tareas combinadas diferentes) la altura de trabajo se determina por la tarea más exigente.

Figura 43. Espacio normal y preferente para las manos (hombres y mujeres)



Fuente: Ergonomía INSHT Pág. 42

Tomando como base estos datos se detallarán a continuación una serie de medidas que deben considerarse para la adecuación de puestos de trabajo de manera que ellos cumplan con los reglamentos básicos para realizar un trabajo de manera adecuada y así evitar problemas causados por malas posturas.

Tabla 31. Efecto de las posturas de trabajo

ZONA CORPORAL	RIESGOS DEL TRABAJO	LESIONES
1. Cuello	Cuello flexionado constantemente mirando al plano de trabajo Cabeza inclinada	Dolor Espasmo muscular Lesiones discales
2. Hombros	Manipulación y traslado de cargas por encima de la cintura Brazos extendidos hacia delante	Tendinitis Periartritis Dolor en el cuello
3. Espalda	Manipulación de cargas pesadas Traslado de piezas torciéndose Tronco hacia delante Posición mantenida	Dolor muscular Hernia discal Lumbalgias Protusión discal
4. Codos	Trabajo repetitivo Sujeción de objetos por un mango	Codo de tenis
5. Manos	Trabajo con las muñecas dobladas, flexión repetitiva de las muñecas, manipulación de cargas, fuerza con las manos.	Síndrome del túnel carpiano, Entumecimiento
6. Piernas	Posición de pie en toda la jornada	Pies entumecidos

Fuente: Guía de monitor ergonomía INSHT

Tomando en cuenta todas estas directrices hemos realizado un estudio minucioso de cada puesto y áreas de la empresa, se detallará a continuación una serie de medidas que se consideró para la adecuación de puestos de trabajo de manera que ellos cumplan con los reglamentos básicos para realizar un trabajo de manera óptima. A continuación se describirán las deficiencias en cada sección además de un área en cada caso, para ver la totalidad de áreas y puestos de trabajo referirse al Anexo G.

4.3.1.1 Sección de armado

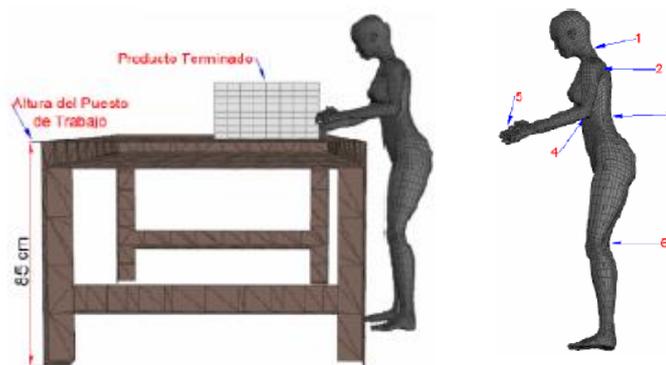
▪ Deficiencias

1. Orden y limpieza
2. Postura incomoda
3. Movimientos repetitivos
4. Movimientos innecesarios

▪ Zonas corporales afectadas

1. Cuello
2. Hombros
3. Espalda
4. Codos
5. Manos
6. Piernas

Figura 44. Postura de operarios del área de armado



Fuente: Autores

- *Propuesta: Puesto de trabajo 053.* Fue necesario el diseño de este puesto de trabajo para tres operarios, para lo cual se implementará de una mesa de trabajo con altura de 85cm ideal para trabajo pesado de pie.

4.3.1.2 Sección de bodega

▪ Deficiencias

1. Orden y limpieza
2. Falta de espacio
3. Materiales almacenados peligrosamente a gran altura

Figura 45. Método de trabajo bodegas



Fuente: Autores

▪ *Propuesta.* La bodega general será remplazada por dos bodegas de materia prima y de producto terminado (A85 y A118 respectivamente) que contarán con aproximadamente el doble de espacio que en la actualidad, solucionando los problemas ya mencionados. El almacenaje de materiales peligrosos contará con un espacio mayor y cerrado, alejado del proceso, y de cualquier contaminante o situación que genere riesgos para los involucrados directa e indirectamente.

4.3.1.3 Sección de conformado

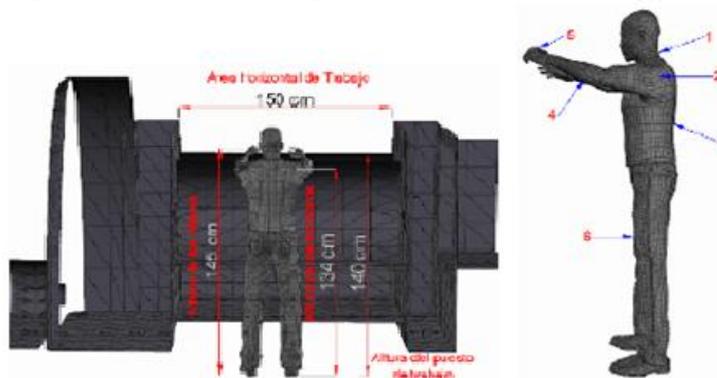
▪ Deficiencias

1. Orden y limpieza
2. Postura incomoda
3. Movimientos repetitivos
4. Movimientos innecesarios
5. Falta de espacio

▪ Zonas corporales afectadas

1. Cuello
2. Hombros
3. Espalda
4. Codos
5. Manos
6. Piernas

Figura 46. Postura del operario: Sección de conformado

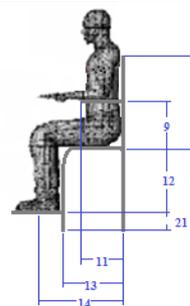


Fuente: Autores

- *Propuesta: Puesto de trabajo 32.* Se corrigió las distancias entre máquinas, entre los operarios y las líneas de circulación. Además se construirán sillas diseñadas para cada puesto con las siguientes características.

Tabla 32. Dimensiones sillas ergonómicas

Dimensiones de sillas ergonómicas (cm)							
Área de trabajo	8	9	11	12	13	14	21
25	58	24	22	42	44	56	0
27	58	24	22	42	44	56	0
28	58	24	22	42	44	56	10
29	58	24	22	42	44	56	10
30	58	24	22	42	44	56	10
32	58	24	22	42	44	56	10
33	58	24	22	42	44	56	20
34	58	24	22	42	44	56	20
35	58	24	22	42	44	56	20
36	58	24	22	42	44	56	25
37	58	24	22	42	44	56	30
38	58	24	22	42	44	56	30
39	58	24	22	42	44	56	25



Fuente: Autores

4.3.1.4 Sección de corte

▪ Deficiencias

1. Orden y limpieza
2. Falta de espacio para almacenaje
3. La maquinaria se encuentra junto a pasillos sin un margen de seguridad
4. Alejada de la sección de conformado con la cual tiene una gran interacción, además de existir un solo pasillo de 2,5m de ancho.

Figura 47. Ubicación sección de corte y conformado



Fuente: Autores

▪ *Propuesta*

1. Para su ubicación de A16 dentro de la planta se tuvo en cuenta que esta maquinaria trabaja con planchas de 122x244 cm., es por ello que se situó junto a la bodega de materia prima.
2. Retazos y flejes que se obtienen de GM-01 y GMN-01 serán almacenados en dos lugares diferentes. A80 y A80.1
3. A80.1 será ubicada en la zona de conformado junto a las principales troqueladoras.
4. Se realizó una ampliación del área 81 y debido a su gran importancia para el proceso se ubicó en un lugar de gran facilidad para transportes hacia y desde el puesto de trabajo.
5. Se implementó un espacio adicional para A82 desde el puesto de trabajo hasta los caminos de circulación de 0,8m.
6. Se redistribuyó el área 83 tomando en cuenta las dimensiones del equipo que será adquirido para evitar futuros inconvenientes, además se amplió el área para producto en proceso, almacenaje y mantenimiento.

4.3.1.5 *Sección de curvado*

▪ *Deficiencias*

1. Orden y limpieza
2. Espacios confinados
3. Almacenaje sobre pasillos
4. Falta de espacio para mantenimiento

▪ *Zonas corporales afectadas*

1. Espalda
2. Codos
3. Manos
4. Piernas

Figura 48. Postura del operario: Sección de curvado



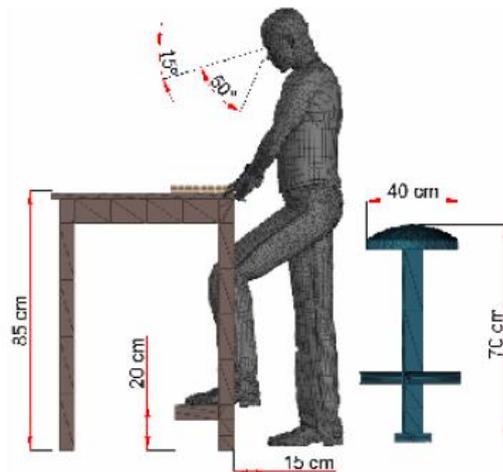
Fuente: Autores

- *Propuesta: Puesto de trabajo 51.* El dimensionamiento del puesto es inadecuado para el elevado tráfico propio de estos puestos de trabajo, se incrementó el espacio de almacenajes además se dispuso un área para operación del equipo, en cuanto a las medidas verticales no se realizó ningún cambio.

4.3.1.6 Sección de ensamblaje

- *Deficiencias*
 1. Orden y limpieza
 2. Postura incomoda
 3. Movimientos repetitivos
 4. Exposición riesgosa a gases

Figura 49. Postura del operario: Sección de ensamblaje



Fuente: Autores

- *Propuesta: Puesto de trabajo 042.* Se eliminó las distancias de recorrido innecesarias, el puesto 42 cuenta con área de almacenaje que en el método actual se encontraba alejada, en cuanto a la mesa de trabajo esta posee una altura de 80cm ideal para trabajo pesado.

4.3.1.7 Sección de inyección

- *Deficiencias*
 1. Orden y limpieza
 2. Movimientos repetitivos
 3. Movimientos innecesarios
 4. Espacios limitados
 5. Almacenaje sobre cabeza de equipos pesados
 6. Almacenaje sobre pasillos
 7. Falta de espacio para mantenimiento

Figura 50. Postura del operario: Sección de inyección



Fuente: Autores

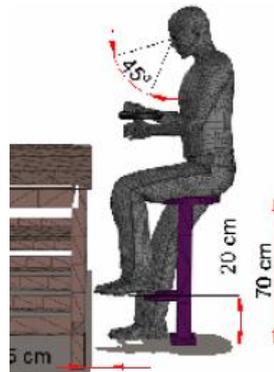
- *Propuesta. Puesto de trabajo 60.* Se estableció un espacio para la movilización del operario y almacenamiento de producto en proceso. Se designó un área para ubicar el enfriador directamente sobre el piso. La inyectora está diseñada biomecánicamente para que un operario de 1,65m pueda realizar sus labores normalmente.

4.3.1.8 Sección de maquinado

- *Deficiencias*

1. Orden y limpieza
2. Espacios confinados

Figura 51. Postura del operario: Sección de maquinado



Fuente: Autores

- *Propuesta.* Ampliación y adecuación de puestos de trabajo incluyendo áreas de mantenimiento y almacenaje. Ampliación de pasillos.

4.3.1.9 Sección de matricería

- *Deficiencias*

- Falta de espacio
- Orden y limpieza

- *Propuesta.* Fue necesaria su ampliación, mientras que se distribución general varió en menor medida. El rediseño del área se basó en el análisis en conjunto con jefes y operarios de este departamento.

4.3.1.10 Sección de soldadura

- *Deficiencias*

1. Orden y limpieza
2. Movimientos innecesarios
3. Exposición riesgosa a gases.

▪ *Zonas corporales afectadas*

1. Cuello
2. Espalda
4. Manos
5. Piernas

Figura 52. Postura del operario: Sección de soldadura



Fuente: Autores

- *Propuesta: Puesto de trabajo 61.* Conservando el área limpia, al mismo tiempo los equipos dañados serán llevados al área de mantenimiento de esta manera se puede mantener la misma área que en la actualidad que es de 24m². El área 61, 62 y 63, fueron agrupadas de manera que ocupan una misma mesa de trabajo y el proceso se realizará con mayor eficacia.

4.3.1.11 *Sección de pintura*

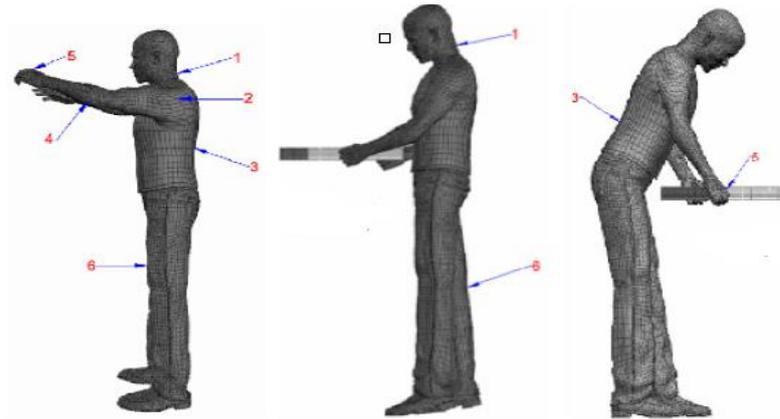
▪ *Deficiencias*

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. Orden y limpieza | 4. Exposición riesgosa a gases químicos |
| 2. Postura incomoda | 5. Movimientos innecesarios |
| 3. Movimientos repetitivos | 6. Diseño inadecuado del puesto |

▪ *Zonas corporales afectadas*

- | | | |
|------------|------------|------------|
| 1. Cuello | 3. Espalda | 5. Manos |
| 2. Hombros | 4. Codos | 6. Piernas |

Figura 53. Áreas afectadas en proceso de pintura



Fuente: Autores

- *Propuesta: Puesto de trabajo 3.* Se corrigieron los problemas de movilidad del operario y mantenimiento, el área fue ubicada junto a la pared lateral derecha para permitir una correcta ventilación y extracción de gases a su vez evitando el excesivo calor.

4.3.1.12 Sección de administración

- *Deficiencias*

- | | |
|---------------------------|--|
| 1. Orden y limpieza | 3. Problemas ergonómico-organizacionales |
| 2. Espacios muy limitados | |

- *Propuesta.* Se ha designado un área más amplia disponiendo las oficinas de la siguiente manera:

- Área 86 (planta baja)

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 1. Gerencia de planta | 7. Dispensario médico |
| 2. Ventas y comercialización | 8. Sala de reunión 1 y 2 |
| 3. Secretaria | 9. Dispensario médico |
| 4. Recursos humanos | 10. Cocina |
| 5. Compras | 11. Comedor |
| 6. Bodega | |

- Área 87 (planta alta)

- | | |
|----------------------|-------------------|
| 1. Sala de espera | 4. Contabilidad |
| 2. Sala de reuniones | 5. Presidencia |
| 3. Gerencia general | 6. Oficinas 1 y 2 |

De este modo las comunicaciones entre oficinas va a ser más fluida habiendo sido agrupadas de acuerdo a la interacción entre departamentos; además se deberá mejorar el sistema informático y de comunicación (internet) para un mejor desempeño laboral individual y grupal.

4.3.1.13 Sección de ingeniería

- *Deficiencias*

1. Orden y limpieza
2. Espacios muy limitados
3. Problemas ergonómico-organizacionales
4. Calor producido por emanaciones en el proceso de fosfatado y la deficiente ventilación presente.

Figura 54. Emanaciones de área de fosfatado y ventilación



Fuente: Autores

- *Propuesta*

1. Se ha ubicado el bloque de ingeniería en el centro de la planta permitiendo la visibilidad total del área de producción, para ello se han dispuesto varios ventanales en la segunda planta.
2. Se debería mejorar el sistema informático y de comunicación (internet) para un mejor desempeño laboral individual y grupal.

3. El departamento médico fue reubicado en la planta baja para que los operarios tengan mayor acceso en el caso de presentarse un incidente o accidente.
4. El departamento de control de calidad se encuentra en la planta baja puesto que es muy importante su interacción con el área de producción.

4.4 Determinación del tiempo tipo propuesto

La diferencia de tiempos entre el método actual y el propuesto se da debido a tres factores:

- Reducción de distancias en los recorridos,
- Eliminación de ciertos recorridos por la ubicación de puestos que realizan tareas sucesivas de manera contigua.
- Cambio del método de trabajo en puestos críticos

Tabla 33.Caja de distribución

RESUMEN			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg)	DISTANCIA (m)
Operación 	12	109,2	---
Transporte 	47	14,8	776
Demora 	---	---	---
Inspección 	7	49,5	---
Almacenaje 	27	---	---
Operación Combinada 	73	1727,1135	---
TOTAL	166	1900,7	776
Tiempo (min)		31,68	

Fuente: Autores

Tabla 34.Caja híbrida

RESUMEN			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg)	DISTANCIA (m)
Operación 	15	202,0	---
Transporte 	46	15,2	762,95
Demora 	---	---	---
Inspección 	7	77,15	---
Almacenaje 	39	---	---
Operación Combinada 	60	1418	---
TOTAL	167	1712,3	762,95
Tiempo (min)		28,54	

Fuente: Autores

Tabla 35. Caja de policarbonato

RESUMEN			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg)	DISTANCIA (m)
Operación 	10	225,3	---
Transporte 	28	5,7	418,95
Demora 	---	---	---
Inspección 	6	63,1	---
Almacenaje 	33	---	---
Operación Combinada 	30	620,83	---
TOTAL	107	914,9	418,95
Tiempo (min)		15,25	

Fuente: Autores

Tabla 36. Carretilla reforzada

RESUMEN			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (seg)	DISTANCIA (m)
Operación 	18	736,7	---
Transporte 	83	329,7	1476,5
Demora 	---	---	---
Inspección 	12	179,56	---
Almacenaje 	38	---	---
Operación Combinada 	89	5136,82	---
TOTAL	240	6382,76	1476,5
Tiempo (min)		106,38	

Fuente: Autores

4.5 Comparación de los tiempos tipo actual y propuesto

La tabla a continuación nos muestra el tiempo en minutos que se necesita para elaborar cada producto analizado para el método actual y el propuesto, y finalmente obtenemos reducción total de 16,85 minutos en la elaboración de estos cuatro productos.

Tabla 37. Reducción de tiempos de producción método actual y propuesto

PRODUCTOS	Resumen de tiempos de producción método actual/propuesto		
	Tiempo en minutos		
	ACTUALES	PROPUESTOS	REDUCCIÓN
Caja de distribución bifásica 300x200x105	34,38	31,68	2,7
Caja híbrida para medidor polifásico de 400*220*160	31,06	28,54	2,52
Caja de policarbonato para medidor monofásico 300*200*80	18,13	15,25	2,88
Carretilla reforzada naranja rueda azul maciza	115,13	106,38	8,75
TOTAL	198,7	181,85	16,85

Fuente: Autores

4.6 Distribución propuesta de la planta

4.6.1 Análisis de los factores que afectan a la planta

4.6.1.1 Ubicación de la planta

▪ *Las fuentes de abastecimiento.* Ecuamatrix Cía. Ltda. se localiza próxima a los lugares en los que se obtienen sus materias primas, los proveedores brindan grandes facilidades y se localizan en las cercanías del Parque Industrial Ambato.

Tabla 38. Proveedores

N°	NOMBRE	Artículos que Proveen
1	Abracol	Abrasivos
2	Acero Comercial Ecuatoriano S.A.	Maquinarias-herramientas
3	Aceros Boada & León	Planchas-tubos
4	Aceros Bohler	Aceros especiales
5	Aceros Emanuel	Planchas-tubos
6	Aceros ivanvohman	Aceros especiales
7	Aeroandestrans S.A.	Transporte nacional e internacional
8	Aga	Gases
9	Almogas	GLP
10	Ambatol	Planchas-tubos

Fuente: Autores

La nueva localización de Ecuamatrix Cía. Ltda. por encontrarse en Santa Rosa una zona industrial no presentará inconvenientes para su abastecimiento, puesto que sus proveedores manifiestan su completa disposición para la entrega de materia prima.

▪ *Mercados.* La localización de los clientes es un factor importante, para realizar la entrega rápida de los productos siendo esta una condición necesaria para las ventas, manteniendo de esta manera una estrecha relación de beneficio mutuo. Los productos elaborados por Ecuamatrix Cía. Ltda. son distribuidos a todas las provincias del Ecuador, al encontrarse la planta de producción en el centro del país, se convierte en un punto estratégico para la distribución.

Su nueva planta de producción seguirá situada en la ciudad de Ambato, por lo cual este factor sigue siendo favorable.

▪ *Medios de transporte.* Todos los envíos se los realizan por carretera, dependiendo del volumen del material transportado se selecciona el tipo de vehículo necesario, camiones

de la empresa, contenedores, tráiler, etc. El vehículo de la empresa es un camión Chevrolet NPR 2007, se encuentra en buenas condiciones.

En cuanto al transporte del producto terminado las distancias de recorrido no se ven afectadas de manera relevante. La movilización del personal se dará de manera ágil ya que los buses urbanos tienen su recorrido por las cercanías de la planta industrial.

- *Mano de obra.* Cuenta con la mano de obra necesaria para cumplir con las entregas de producto terminado sin que se presenten dificultades, tomando en cuenta que el tipo de mano de obra en ocupación no calificada labora en las áreas de producción, mientras que en áreas administrativas y de ingeniería el personal debe ser muy calificado, siendo necesarios títulos de tercer nivel o superior.

- *Suministros básicos.* Las instalaciones actuales cuentan con todos los suministros básicos como el agua y la energía. En la nueva planta está asegurado el aprovisionamiento de suministros básicos al encontrarse en una zona industrial donde se tiene todas las facilidades para acceder a ellos.

- *Calidad de vida.* Influye en la capacidad de atraer y retener el personal en ciertos aspectos como son educación, coste de vida, ofertas culturales y de ocio, baja criminalidad, sanidad adecuada, transporte público, clima, etc. La planta actual está localizada en el Parque Industrial Ambato, alejada de centros escolares y lugares de ocio, las cuales no son un impedimento para mantener al personal. Se cuenta con transporte público, CEPIA que es el centro que se encarga del mantenimiento del parque industrial y de su seguridad, los sueldos y salarios son adecuados y el personal en general recibe una justa remuneración por su trabajo.

El ambiente de trabajo mejorará considerablemente pues a los alrededores de la planta encontramos grandes extensiones de áreas verdes y centros de recreación, con una vista privilegiada de la ciudad, además cuenta con servicios de transporte público e instalaciones sanitarias adecuadas en un ambiente de trabajo confortable.

- *Condiciones climatológicas de la zona.* El proceso de producción no es afectado por las condiciones climáticas que se presentan en el lugar y no generan ningún impedimento para que se retrase la producción, la planta ubicada en Santa Rosa deberá ser diseñada de manera que el proceso no se vea afectado por las condiciones

climáticas, tomando en cuenta las respectivas consideraciones para contrarrestar el frío de la zona y la presencia ocasional de polvo que en caso de ingresar a la planta ocasionaría problemas en la maquinaria en general y principalmente el proceso de pintura.

▪ *Marco jurídico.* Las normas o reglamentos a las que se rige la empresa son las impuestas por CEPIA que es la entidad encargada de la administración del Parque Industrial Ambato. Además se cuenta con los permisos correspondientes, como permisos ambientales y los otorgados por el Cuerpo Bomberos de la ciudad de Ambato. A la fecha la empresa se encuentra tramitando los permisos correspondientes para su traslado y operación, no existirá inconvenientes para su adquisición debido a que el diseño de las nuevas instalaciones se rige a las normas nacionales vigentes y su distribución toma como consideración las normas INEN, Decreto Ejecutivo 2393 y la “Ordenanza para la prevención y control de la contaminación ambiental ocasionada por las actividades agroindustriales, industriales, artesanales, domésticos y de servicios en el cantón Ambato”.

▪ *Impuestos y los servicios públicos.* Toda ciudad busca el crecimiento a nivel industrial para ser más competitiva en el medio, por la misma razón la municipalidad brinda su apoyo a las empresas sin dificultar su desarrollo, a su vez Ecuamatrix Cía. Ltda. cumple con todos los pagos previstos para su funcionamiento.

▪ *Actitudes hacia la empresa.* La comunidad no presenta inconvenientes con respecto a la empresa. Su nueva ubicación de igual manera no deberá generar actitudes negativas de la comunidad debido estará ubicada en una zona industrial.

▪ *Terrenos y construcción.* La existencia de terrenos donde ubicarse a precios razonables, así como los moderados costes de construcción, son factores adicionales a considerar, pero ambos pueden variar mucho en función del lugar. Un factor preponderante que fue analizado para la toma de decisión de traslado de la planta es el gran costo de arriendo del local actual que en la actualidad es de seis mil dólares mensuales. El punto principal a considerar para la ubicación de la nueva planta en este caso particular por parte de la presidencia de la empresa, fue el hecho de contar con un terreno propio en el sector de Santa Rosa el cual presenta condiciones favorables para la construcción de la misma.

4.6.1.2 *Diseño de la planta*

▪ *Tamaño.* Debido al incremento de la productividad a lo largo los años la empresa ha visto necesaria la implementación de varios equipos los mismos que han sido ubicados conforme a su llegada teniendo algunos inconvenientes por la falta de espacio, sin embargo en el caso de que la empresa quiera acrecentar su producción no tiene lugar a ampliaciones futuras siendo éste un gran inconveniente para su desarrollo. A diferencia de la planta actual que cuenta con 2268m² donde el espacio es realmente inadecuado, la nueva planta de producción tendrá 3900m² que se encuentra ya en construcción y de acuerdo con la presente distribución será utilizado en un 95% considerando ya la adquisición inmediata de equipos, además el terreno total nos brinda un espacio adicional 500m² para futuras ampliaciones.

▪ *Altura requerida de techos.* La fábrica está formada por dos capas, las que han sido aprovechadas para ganar espacio, tanto para oficinas como también para ciertas instalaciones como gas y aire comprimido; la altura de los techos es la adecuada (H min=6 metros). La nueva planta industrial estará formada por tres naves de altura entre los 6 y 9 metros, el único inconveniente que se genera respecto a este punto es la ubicación de la prensa PH-250 de 6 metros de altura, esta debe ser necesariamente ubicada en el centro de una de estas tres naves donde la altura del techo sea superior a la de la máquina.

▪ *Cargas por soportar.* Debido a que las cargas que existen en un área de trabajo no son originadas solamente por el equipo de producción, sino por el almacenamiento de materia prima, productos en proceso y terminados, así como por cualquier equipo de manejo de materiales (camiones, montacargas, etc.), se debe tomar en cuenta todo lo que a cimentación y edificación respecta. La cimentación en la planta de producción ha causado dificultades en los años que se ha venido trabajando debido al traslado e ingreso de nueva maquinaria no considerada en su construcción inicial, problemas tales como hundimientos y fisuras de gran consideración.

La cimentación en la nueva planta deberá ser realizada para soportar cargas de gran magnitud, para la selección de esta cimentación ingenieros civiles considerarán datos de cargas vivas y muertas propias de los equipos y almacenamiento de materiales además de su margen de seguridad, cabe mencionar que se tendrá consideraciones especiales en

el área de conformado e inyección, el espesor de la capa de cimentación será mayor en el lugar donde serán ubicadas las troqueladoras TR-150, TR2-150, TR-140, prensa PH-250 e inyectoras pues un problema causaría graves daños a la maquinaria.

Tabla 39. Cargas a soportar

INSTALACIONES	CARGAS (Kg/m²)
Cuartos para habitación	195
Oficinas y salones con asientos fijos	244
Pasillos y otros espacios	488
Fábricas textiles	244 a 488
Talleres mecánicos	244 a 976
Funciones y bodegas	976 a 1464
Sítios donde se tenga vibraciones	1464 más un 25%

Fuente: AGUDELO, L. y ESCOBAR, J. Gestión por procesos

▪ *Acceso.* La materia prima con mayor participación en la producción son las planchas de tol, tubos y ejes por lo que se requiere de libre movimiento, además se debe tomar en cuenta la movilización del producto en proceso. En ciertos casos es evidente dentro de la empresa la falta de lugares para circular fácilmente por la acumulación de productos terminados y la falta de un lugar más amplio para su almacenamiento.

La circulación de materiales será en una y dos direcciones, y basados en el Art. 130. Circulación de vehículos, del Decreto Ejecutivo 2393. El transporte de elementos de mayor tamaño será desde la salida de bodega general hacia los equipos de corte, en esta área se ha creído conveniente la implementación de pasillos para circulación en dos direcciones de 4m y para pasillos unidireccionales tendrán un ancho mínimo de 3m, se han dispuesto espacios exclusivos para el almacenaje de materiales y productos en proceso para que de ninguna manera se utilicen los espacios designados para pasillos limitando la circulación, mientras que el número de ingresos está en concordancia con el Art.146. Pasillos, corredores, puertas y ventanas del Decreto Ejecutivo 2393. Para la accesibilidad de las personas con discapacidad y movilidad reducida, a las áreas administrativas, se tendrá como consideración la NTE INEN 2 243:2010.

▪ *Iluminación.* Se debe considerar el alumbrado como un beneficio significativo. El disponer de una planta de un solo piso nos permite obtener la luz del día no solamente por las ventanas sino también por las claraboyas o tragaluces, este aspecto debe ser mejorado, puesto que no se aprovecha de una manera óptima la luz natural. La

iluminación artificial debe ser mejorada en ciertos puntos de la empresa para prevenir cualquier tipo de accidente, en especial por el tipo de maquinaria que se maneja.

Las ventanas ocuparan el 25% de las superficies de pared; claraboyas o tragaluces cubrirán el 35% de techo para asegurar la presencia óptima de luz natural y mejorará el ambiente de trabajo, considerando siempre los niveles de iluminación mínimos en el día y la noche conforme a los artículos 56, 57 y 58 del Decreto Ejecutivo 2393 y la NTE INEN 1 150-1154 Iluminación natural de edificios.

- *Ventilación y calefacción.* Se consideran necesarias debiendo conservar y distribuir tanto el calor como el aire fresco. Los procesos nocivos que se manejan dentro de la empresa y que afectarían son el de pintura, fosfatado y soldadura, pudiendo mitigarse usando mejores sistemas de ventilación y el equipo de protección adecuado, en la actualidad únicamente el área de soldadura cuenta con un extractor de humo inhabilitado inadecuado.

En estas áreas será imprescindible la utilización de medios de aislamiento y además de sistemas de ventilación forzada acatando lo estipulado en el Título 11, Capítulo V del Decreto Ejecutivo 2393, además de la NTE INEN 1 125-1126. Será necesaria la ambientación de oficinas para evitar molestias causadas por bajas temperaturas, mientras en la planta de producción el movimiento físico propio del trabajo además de la inexistencia de frío industrial y la presencia de equipos que emiten calor, no será necesario un sistema de calefacción.

- *Servicios.* El diseño de la planta fue realizado de tal manera que los servicios como: gas, electricidad y aire comprimido estén disponibles en la medida necesaria mediante un correcto dimensionamiento y selección y tomando en cuenta las normativas de seguridad providencias para su instalación así como en el caso de los terminales de computadoras y cableado. De la misma manera las instalaciones de la nueva planta deberán ser adecuadas, además se debe tomar en cuenta los sistemas de alarmas contra robos, salidas de emergencia, etc. para mayor seguridad de las personas que laboran en la misma.

- *Eliminación de desperdicios.* Todos los productos de desecho metálico son vendidos como chatarra para su posterior reciclado es por ello que no generan daños o

inconvenientes al ambiente, para ello se ha considerado una superficie para su fácil almacenaje y transportación en la parte posterior de la planta; los residuos de emisión como son los emanados por el proceso de fosfatado son desechados por el alcantarillado para lo cual se está realizando un estudio de impacto ambiental por parte de CEPIA, tomando como base este estudio estos residuos serán desechados por el alcantarillado previo a un proceso de tratamiento de aguas por medios físicos y químicos.

- *Acomodos de oficinas.* La manera en la que están distribuidas las oficinas dentro de la planta no ha presentado ningún inconveniente, puesto que cumplen con lo estipulado en el Decreto Ejecutivo 2393. Art. 22. Superficies y cubicación en los locales y puestos de trabajo además su disposición dependerá del análisis de viajes entre departamentos.

4.6.1.3 Distribución de la planta

- *Flexibilidad máxima.* En la distribución actual de planta el espacio disponible no permite la ampliación de la planta de producción, se puede modificar la disposición de la maquinaria con gran dificultad. En este contexto también debe prestarse particular atención a los puntos de abastecimiento, los cuales deben ser amplios y de fácil acceso, como es el caso de la bodega que es la encargada de la entrega de materias primas y recepción de productos terminados, su obstaculización dificulta el trabajo dentro de la planta con gran frecuencia. La distribución propuesta permite ampliaciones, existen espacios disponibles libres para futuros cambios, es posible modificar la disposición de la maquinaria con relativa facilidad mas no se considera necesario además permitirá la entrega de suministros de manera ágil y oportuna.

- *Coordinación máxima.* La fluidez de circulación nos permite una reducción en tiempos y movimientos, teniendo la posibilidad de agilizar la recepción y envío del producto en proceso. Debido al proceso que siguen los productos, se puede obtener una coordinación máxima mediante la organización de cada puesto de trabajo es por ello que se analiza la circulación y recorridos entre puestos de trabajo en el proceso de producción y los movimientos entre departamentos para su óptima ubicación.

- *Utilización máxima del volumen.* Una planta debe considerarse como un cubo, este principio se aplica particularmente en los almacenes, donde las mercancías pueden

apilarse a alturas considerables sin inconvenientes realizando parte del almacenamiento de productos en proceso y materiales en áreas elevadas.

Con el objeto de aprovechar el espacio tridimensional disponible en las nuevas instalaciones se han considerado para ciertas áreas su disposición en una segunda planta como administración, almacenajes de materias primas livianas, al igual que de productos ya elaborados principalmente cajas para medidores eléctricos y el área de ingeniería, las demás áreas estarán ubicadas en la planta baja porque existen equipos pesados y gran cantidad de movimientos entre departamentos que serían entorpecidos si se sitúa de diferente manera.

- *Visibilidad máxima.* Todos los hombres y materiales deben ser fácilmente observables en todo momento, este criterio es imposible satisfacer ya que existen acumulaciones de producto terminado dentro del área de producción debido a la falta de espacio suficiente para su almacenamiento.

Se crearán espacios suficientes y ubicados los mismos estratégicamente para que no existan acumulaciones de productos en proceso en áreas diferentes, es así que permitiremos una correcta visualización y supervisión de todas las personas involucradas en el proceso con la finalidad de evitar formar obstáculos que incidan de forma negativa en la productividad y eficiencia del proceso o peor aún se generen accidentes laborales con daños al personal o equipos.

- *Accesibilidad máxima.* En su gran mayoría las máquinas y equipos se encuentran ubicadas de modo que no exista impedimento alguno en el caso de ser necesario su mantenimiento, sin embargo existen algunos elementos que necesitarían moverse para poder realizar cualquiera de estas actividades como es el caso del área de ensamblaje.

Al mismo tiempo debemos tener en cuenta tanto las entradas como las salidas que son muy necesarias para tener mayor bienestar, incluso en el caso que se presente alguna emergencia. Se debe tomar en cuenta del mismo modo como entradas y salidas a los accesos a los elementos de seguridad como extintores, equipos de protección contra incendios, etc. Existen grandes inconvenientes por la acumulación de producto terminado, al darse esto, el acceso a equipos de protección, áreas de mantenimiento, y

movimiento en general dentro de la planta se ve mermado o impedido, siendo en factor que amerita una solución inmediata

La maquinaria está dispuesta de manera que exista fácil acceso para operarla y darle mantenimiento según lo estipulado en el Decreto Ejecutivo 2393, Art. 24.

▪ *Distancia mínima.* Considerando que todos los movimientos deben ser necesarios y directos. Al no contar con vías de circulación adecuada las distancias de recorrido de materiales son muy grandes. Una falla dentro de la empresa es el excesivo almacenaje temporal que existe a lo largo del proceso de producción que impide que éste pueda llevarse a cabo con mayor fluidez, lo que sería beneficioso para la empresa. Al mismo tiempo se debe cuestionar meticulosamente y evitarse en lo posible los anaqueles, bancos y extras, que incluso imposibilitan la visibilidad total de la planta.

Se deberá contar con vías de circulación adecuadas para permitir distancias mínimas de recorridos tomando como principal consideración los transportes de mayor incidencia, de igual manera se ha analizado el tipo y la cantidad de producto que será transportado por las diferentes áreas es por ello que se han utilizado tres tamaños de pasillos diferentes de 4m, 3m, y 2m.

▪ *Manejo mínimo.* El manejo óptimo es el manejo nulo pero es irrealizable debido a la distancia entre puestos y secciones de trabajo, por lo mismo se hace uso, dentro de la empresa, de montacargas, gato de plataformas y carretillas. Además el material que se maneja en varias secciones no se mantiene a la altura del trabajo, se coloca en el piso y se debe levantar después de terminada la tarea lo cual no es beneficioso por la pérdida de tiempo que representa. Para optimizar el manejo de materiales al mínimo, se presentarán cambios en cuanto al diseño de puestos de trabajo de tal manera que el operario evite realizar movimientos innecesarios, además se han dispuesto en lo posible uno junto al otro en función al recorrido que realizan los materiales para su transformación en productos elaborados.

▪ *Incomodidad mínima.* Factores como las corrientes de aire, la iluminación, la luz solar excesiva, el calor, el ruido, las vibraciones, gases y los olores se han tomado muy en cuenta de tal manera brinden comodidad a los trabajadores, serán aprovechados de manera que ayude a mejorar el ambiente de trabajo facilitando el proceso productivo. El

estudio ergonómico realizado para el diseño de puestos de trabajo tiene la finalidad de generar bienestar a los operarios de manera que laboren más, mejor y en óptimas condiciones.

- *Seguridad inherente.* En lo que respecta a seguridad se ha tenido muy en cuenta todo en cuanto la disposición de la maquinaria conforme lo dicta el Decreto ejecutivo 2393, reduciendo la posibilidad de accidentes; la distribución de los puestos de trabajo también dan lugar a un análisis puesto que influye en la seguridad del operario, debiendo la empresa contar con inspectores de seguridad, los mismos que son los responsables de mantener un buen ambiente laboral; del mismo modo se contará con un departamento médico que se encontrará en un lugar propicio y en perfectas condiciones para su correcto funcionamiento.

- *Seguridad máxima.* Ecuamatrix Cía. Ltda. contará con salvaguardas contra fuego y robo, también vías de evacuación siempre a una distancia mínima de 50 m del puesto más alejado, como medida administrativa se realizará el respectivo control mensual por parte de la persona encargada de seguridad, garantizando el buen estado de los dispositivos de seguridad.

- *Distancia de observación.* La relación entre la distancia desde la cual la señal puede ser identificada y el área mínima de la señal, está dada por: $A = L^2/2000$. La fórmula se aplica a distancias menores a 50 m.

- *Colores de seguridad*

Tabla 40. Colores de seguridad

Color	Significado	Usos
	Alto Prohibición	Señal de parada. Signos de prohibición, equipo contra incendio.
	Atención Cuidado, peligro	Indicación de peligros. Advertencia de obstáculos.
	Seguridad	Rutas de escape, salidas de emergencia, Estación de primeros auxilios.
	Acción obligada	Obligación de usar equipos de seguridad. Localización de teléfono.
El color azul se considera color de seguridad sólo cuando se utiliza en conjunto con un círculo.		

Fuente: NTE INEN 439:1984 Colores, señales y símbolos de seguridad

▪ *Medidas para colocar una señal*

1. La altura normada para colocar una señal es de 1,80 a 2,10 metros medidos desde el piso.
2. Las señales de salida y salida de emergencia se colocarán en la parte superior del marco de la puerta de evacuación.
3. La señal del extintor se instalará a una altura de 1,80 metros y el equipo se colocará a 1,50 metros de altura correspondiente y el tamaño de la señal será proporcional a la distancia en que va a ser visualizada.

▪ *Dimensionamiento.* Es conveniente realizar una estandarización para dimensionamiento requerido, a fin de facilitar el diseño de una señalización que cumpla con los objetivos de seguridad. Esta propuesta se la realiza en base a las distancias de 10 metros y 20 metros para la visual del trabajador:

Tabla 41. Dimensiones de letreros de señalética

Forma de señal	Distancia 10 m		Distancia 20 m	
	A = 0.05 m ²		A = 0.2 m ²	
	l = 33,98 cm	e = 1,69 cm	l = 67,96 cm	e = 3,4 cm
	l = 22,36 cm	e = 1,67 cm	l = 44,7 cm	e = 3,4 cm
	l = 15,81 cm	e = 1,58 cm	l = 31,6 cm	e = 3,16 cm
	r = 12,61 cm	e = 1,89 cm	r = 25,23 cm	e = 3,78 cm

Fuente: NTE INEN 439:1984 Colores, señales y símbolos de seguridad

Tabla 42. Dimensiones de letreros de señalética 2

Distancia (m)	Circular (cm)	Triangular (cm)	Cuadrangular (cm)	Rectangular		
				1 a 2 (cm)	1 a 3 (cm)	2 a 3 (cm)
0 a 10	20	20	20	20 x 40	20 x 60	20 x 30
> 10 a 15	30	30	30	30 x 60	30 x 90	30 x 45
> 15 a 20	40	40	40	40 x 80	40 x 120	41 x 60

Fuente: NTE INEN 439:1984 Colores, señales y símbolos de seguridad

- *Flujo unidireccional.* De acuerdo al área disponible en la empresa es imposible impedir el cruce de las rutas de trabajo, la circulación es realizada en múltiples direcciones causando dificultades en el desplazamiento dentro de la empresa.

De acuerdo con la nueva distribución, tomando en cuenta para ello el diagrama de recorrido para el método propuesto, se ha determinado que el 95% aproximadamente, de los recorridos se realizara unidireccionalmente, es por ello que la circulación será más fluida y el tiempo de transportación en función a la distancia del mismo disminuirá.

- *Rutas visibles.* Se han definido rutas de manera que éstas deben ser respetadas y siempre libres de obstáculos, se debe evitar bloquear su visibilidad al colocar elementos sobre áreas no adecuadas o sobre las líneas de señalización, para ello existen áreas específicas para la colocación de equipos, maquinaria y producto en proceso.

- *Identificación.* Se ha otorgado a los grupos de trabajadores su propia área de trabajo con su debida señalización, delimitando las mismas por secciones o por el espacio que ocupa cada máquina con la que el operario se sentirá a gusto, se sugiere identificar a cada grupo por su uniforme correspondiente, con el fin de levantar la moral de los operarios, despertar un sentimiento de cohesión y mejorar su rendimiento en la producción.

4.6.2 Tipo de fabricación

Como se ha analizado Ecuamatríz Cía. Ltda. produce una gran variedad de bienes para los cuales se utilizan dos tipos de fabricación, es por ello que el tipo de distribución utilizado es efectivamente funcional, este sistema se mantendrá para la presente propuesta. Los tipos de fabricación son:

- 4.6.2.1 Fabricación de tipo repetitivo o fabricación en serie.** Debido a las características de cada tipo de producción, la elaboración de cada uno de estos productos implica medios de planificación y de control apropiado.

Este tipo de fabricación se utiliza en las cuatro principales líneas que representaron en el año 2011 el 97,78% de la producción total, siendo éste un índice muy elevado con relación a la diversidad de productos elaborados.

Los procedimientos de fabricación son mecanizados y la mano de obra, en ciertas líneas de ensamblaje es poco especializada y la producción de cada empleado es muy elevada,

en consecuencia el mantenimiento en las máquinas es permanente, no interrumpe el proceso de producción puesto que existen grupos de máquinas homogéneas es decir que los ajustes en las máquinas se pueden planificar, es por ello que la distribución se basó en una fabricación de tipo repetitivo.

4.6.2.2 Fabricación intermitente o bajo pedido. La naturaleza de la empresa permite la fabricación de productos que presenten rasgos característicos distintivos con respecto a los restantes elaborados en la misma, así tenemos algunos como bisagras, marcos para medidor de agua, palas, elementos MABE, travesaños Mazda 4*4, racks, garruchas, carcasas, travesaños, entre otros, que son obras de apreciable magnitud e importancia (2,22% de la producción 2011) que configuran una red compleja de tareas vinculadas entre sí a través de múltiples interrelaciones de precedencia.

4.6.3 Estudio de distribuciones parciales

Inicia con el análisis de los productos de mayor importancia determinando su porcentaje de participación en la producción y con un listado de los equipos y áreas actuales y nuevas que serán instaladas en la nueva planta, además se determinó el rol que ocuparán en la nueva distribución.

4.6.3.1 Porcentaje de participación en la producción de productos de mayor demanda. El grado de participación que tendrá cada producto en la nueva distribución de planta, se obtiene directamente del análisis de ventas en los años 2010 y 2011, promediando las cifras porcentuales que representa cada producto en la producción total de Ecuamatrix Cía. Ltda. obtenemos el factor de ponderación.

Tabla 43. Productos de mayor demanda 2010-2011

PRODUCTOS DE MAYOR DEMANDA 2010-2011	
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	PORCENTAJE DE VALORACIÓN
Caja de distribución bifásica 300x200x105	25,6%
Caja híbrida para medidor polifásico de 400*220*160	9,4%
Caja de policarbonato para medidor monofásico 300*200*80	21,5%
Carretilla reforzada naranja rueda azul maciza	4,8%

Fuente: Autores

4.6.3.2 Tabla de áreas y puestos de trabajo

Tabla 44. Áreas de trabajo método propuesto

ÁREAS Y PUESTOS DE TRABAJO			
NÚMERO	AREAS (m ²)	ALTURA (m)	DESCRIPCIÓN
1	22,26	3,6	Cabina de pintura CCP-01
2	19,2	3,6	Área de secado
3	77,48	3,6	Tinas de tratamiento superficial (fosfatizado)
4	19,2	3,6	Almacenaje y limpieza previo a fosfatizado
5	66,72	3,6	Horno continuo
6	32,33	3,6	Horno estacionario HC-02
7	88,92	3,6	Área de mantenimiento
8	20	2,8	Baños
9	20	2,8	Oficina de control de calidad
10	20	2,8	Biblioteca, cafetería (planta alta)
11	30,55	2,8	Dispensario médico (planta alta)
12	20	2,8	Departamento de ingeniería (planta alta)
13	58,08	3,6	Superficie de almacenaje 1 (SA1)
14	35,64	3,6	Cortadora de plasma
15	87,6	3,6	Estantería de matrices grandes
16	30	4,5	Troqueladora TR-140
17	27,5	6	Troqueladora TR1-150
18	11-12	3,6	Perforadora PPP-01
19	7,6	3,6	Mesa de control
20	9,52	4,5	Troqueladora TR2-150
21	18,88	4,5	Entenalla y prensa de tornillo
23	27,72	5,5	Prensa hidráulica PH-250
24	28,05	3,5	Prensa hidráulica PH-80
25	8,75	4,5	Troqueladora TR-12
26	6,67	2,5	Mesa de trabajo ST-10
27	9,62	4,5	Troqueladora TR-25
28	7,59	3,5	Estantería de matrices pequeñas 1
29	10,92	3,5	Troqueladora TR-35
30	10,14	3,5	Troqueladora TR-30
31	12,9	3,6	Estantería de matrices pequeñas 2
32	10,4	3,5	Troqueladora TR1-40
33	10,14	3,5	Troqueladora TR2-40
34	12,21	3,5	Troqueladora TR-55
35	12,32	3,5	Troqueladora TR-80
36	14,19	3,5	Troqueladora TR-130
37	14,85	3,5	Troqueladora TR-100
38	16,64	3,5	Troqueladora TR-135
39	15	3,5	Prensa hidráulica PH-150
40	13,4	5	Tableros de mando
41	43,56	3,6	Equipo auxiliar inyectoras
42	14,7	4,5	Soldadora de punto SP-03
43	11,9	3,5	Soldadora de punto SP-02
44	15	3,5	Superficie de almacenaje 2 (SA2)
45	18,72	3,5	Soldadora de punto SP-01
46	9,45	3,5	Mesa desmontable
47	54,75	3,5	Armado de ruedas
48	46,75	3,5	Mesa de pegado (ST7)
49	4,84	3,5	Remachadora RM-01
50	15	4,5	Superficie de almacenaje 4 (SA4)
51	37,7	3,5	Dobladora de tubos DT-02

Tabla 44. Continuación

52	26,1	3	Dobladora de tubos DT-01
53	40	3,5	Superficie de trabajo ST8
54	7	3,5	Superficie de almacenaje
55	79,2	4,6	Inyectora MILACRONINY-02
56	56,1	4,6	Inyectora HAITIAN INY-03
57	38,4	4,6	Inyectora VAN DORN INY-04
58	10,4	3	Molino de plástico MOL-01
59	35,2	3,6	Inyectora VAN DORN INY-05
60	20,13	4,5	Inyectora KAWAGUCHI INY-01
61	49	4	Superficie de soldadura 1
64	12	3,6	Almacenaje de viruta
66	6,44	4	Taladro TAL-04
67	5,72	4	Taladro de pedestal TC-04
68	7	3	Sierra mecánica
69	5,67	3	Taladro de pedestal TC-03
71	5,5	3,5	Taladro de pedestal TC-05
73	5,67	3,5	Taladro de pedestal TC1-02
74	6,82	3,5	Taladro de pedestal TC2-02
75	10,23	3,5	Taladro de columna de 2 cabezas T2C-01
76	12,3	3,5	Sierra de corte de aluminio SCA-01
77	13,12	3,5	Torno revólver TRV-01
80	12,5	2,5	Almacenaje de retazos y flejes
80.1	12,5	2,5	Almacenaje de retazos y flejes
81	50,4	4	Guillotina GM-01
82	16,28	3,5	Guillotina GNM-01
83	40,9	4	Punzonadora amada PZ-01
84	304	4	Área de matricería
85	600	4,5	Bodega general/materia prima
86	436	6,5	Área administrativa (planta baja)
87	436	6,5	Área administrativa (planta alta)
88	400	6,5	Zona de embarque
89	300	6,5	Comedor
90	400	6,5	Área de descanso
91	32,3	3,6	Horno estacionario HC-03
92	29	3,6	Compresor de tornillo
93	54	4	Madera
94	47,5	4	Línea automotriz
95	9,6	3,6	Cabina de pintura CCA-02
96	9,6	3,6	Cabina de pintura CCA-03
97	10,4	3	Molino MOL-02
100	25,8	3,6	Almacenaje de oxígeno, CO2 y aceite inflamable
101	22,8	3,5	Vestidores
102	32,5	4,5	Chatarra
103	9,9	4,5	Torre de enfriamiento de agua
105	1100	-	Patio exterior
106	20,3	4	Dobladora manual DB-01
107	22,4	4	Baroladora
108	5,5	3,5	Esmeril ES-03
109	5,5	3,5	Esmeril ES-01
110	3,6	3,5	Registro
113	600	5	Bodega de producto terminado
114	28,8	3,6	Plegadora
118	9,6	3,6	Almacenaje materia prima (plásticos)
Área total	6771,84		

Fuente: Autores

4.6.3.3 Tablas de doble entrada. En ellas se puede visualizar el número de movimientos que existen entre los diferentes puestos y áreas de trabajo (de las primeras fila y columna) necesarios para la fabricación de cada producto analizado. Estos datos se obtuvieron de los diagramas de análisis y flujo de procesos.

Tabla 45. Tabla de doble entrada: Caja de policarbonato

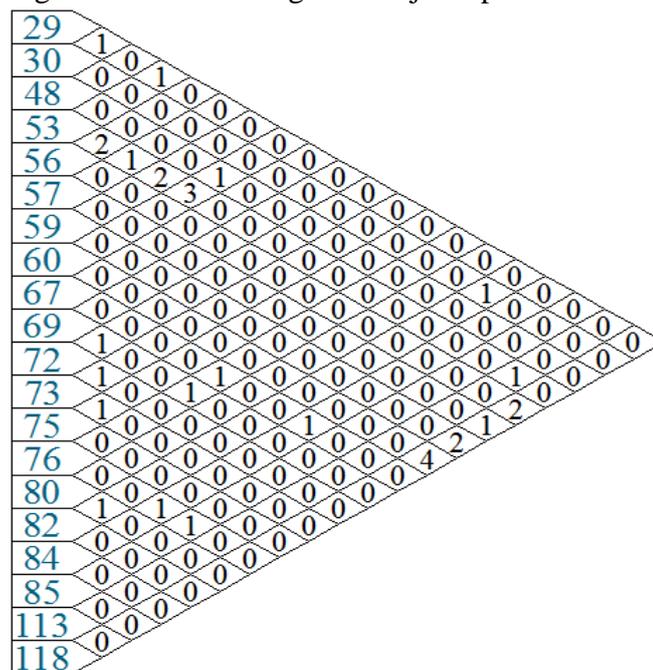
	29	30	48	53	56	57	59	60	67	69	72	73	75	76	82	84	113
29				1													
30	1																
53																	1
56				2													
57				1													
59				2													
60			1	3													
67														1			
69											1						
72												1					
73													1				
76										1						1	
80															1		
82		1															
84									1								
85														1			
118					2	1	2	4									

Fuente: Autor

Anexo K. Tablas de doble entrada y triangulares

4.6.3.4 Tablas triangulares. Se forman las tablas triangulares de cada producto, con la suma de los movimientos en los dos sentidos, obtenidos de las tablas de doble entrada.

Figura 55. Tabla triangular "Caja de policarbonato"



Fuente: Autores

Anexo K. Tablas de doble entrada y triangulares

4.6.3.5 *Tabla de doble entrada de movimientos ponderados.* Debemos obtener una nueva tabla triangular con la suma de movimientos ponderados, para ello debemos obtener el factor de valoración de cada producto.

PV=Porcentaje de valoración

FV=Factor de valoración

$$PV = \frac{P_{2011} + P_{2010}}{2} \quad (7)$$

$$FV = \frac{PV}{100\%} \quad (8)$$

- *Obtención del FV para cada producto.*
- *Caja de distribución bifásica*

$$PV_{C.DISTRIBUCIÓN} = \frac{25,75\% + 26,56\%}{2}$$

$$PV_{C.DISTRIBUCIÓN} = 25,6\%$$

$$FV_{C.DISTRIBUCIÓN} = \frac{25,6\%}{100\%}$$

$$FV_{C.DISTRIBUCIÓN} = 0,256$$

- *Caja híbrida para medidor polifásico*

$$PV_{C.HÍBRIDA} = \frac{4,69\% + 14\%}{2}$$

$$PV_{C.HÍBRIDA} = 9,4\%$$

$$FV_{C.HÍBRIDA} = \frac{9,4\%}{100\%}$$

$$FV_{C.HÍBRIDA} = 0,094$$

- *Caja de policarbonato para medidor monofásico*

$$PV_{C.POLICARBONATO} = \frac{21,59\% + 21,36\%}{2}$$

$$PV_{C.POLICARBONATO} = 21,5\%$$

$$FV_{C.POLICARBONATO} = \frac{21,5\%}{100\%}$$

$$FV_{C.POLICARBONATO} = 0,215$$

- *Carretilla reforzada*

$$PV_{CARRETILLA} = \frac{5,29\% + 4,11\%}{2}$$

$$PV_{CARRETILLA} = 4,8\%$$

$$FV_{CARRETILLA} = \frac{4,8\%}{100\%}$$

$$FV_{CARRETILLA} = 0,048$$

- *Cálculo de valoración de movimientos y valor ponderado.* Para dar el valor a cada movimiento entre áreas utilizamos estos factores (FV) dependiendo del proceso en el que se encuentren, en caso de existir el mismo tipo de movimiento en varios productos se debe multiplicar el número de movimientos de cada uno con su respectivo FV y luego sumar.

VM= Valor del movimiento

Nm=Número de movimientos por producto (obtenido de diagramas de procesos).

VP= Valor ponderado por movimiento

$$VM_{a-b} = Nm1 * FV1 + Nm2 * FV2 + \dots + Nm4 * FV4 \quad (9)$$

$$VP_{a-b} = VM_{a-b} * 1000 \quad (10)$$

Para obtener el valor ponderado del movimiento y utilizarlo en la tabla triangular de movimientos ponderados multiplicamos VM por 1000, con el objetivo de obtener números enteros.

Para tener más claro el estudio de las distribuciones parciales se va a tomar un ejemplo explicativo:

Ejemplo: Tomando los movimientos desde el área 1 hasta el área 5 se encuentran presentes en la construcción de la carretilla, cajas híbridas y de distribución.

Pasos:

- Se construye la tabla de doble entrada de cada producto.

Figura 56. Tabla de doble entrada (ejemplo)

	1	2	3	4	5
1					2
2	2				
3		2			
4			2		
5					

	1	2	3	4	5
1					2
2	2				
3		2			
4			2		
5					

	1	4	5	6
1			4	
4	4			
5				
6				

C. Distribución

C. Híbrida

Carretilla

Fuente: Autores

- Partiendo de las tablas de doble entrada se construyen las tablas triangulares.

Figura 57. Tabla triangular (ejemplo)

1				
2	2	0		
3	2	0	0	2
4	2	0	0	2
5	0	0	0	2

1				
2	2	0		
3	2	0	0	2
4	2	0	0	2
5	0	0	0	2

1				
4	4	4	0	
5	0	0	0	
6	0	0	0	

C. distribución

C. híbrida

Carretilla

Fuente: Autores

- Los movimientos desde el área 1 hasta el área 5 se encuentran presentes en la construcción de la carretilla, cajas híbridas y de distribución con la cantidad de movimientos que se muestran en la tabla:

$$FV_{\text{CARRETILLA}} = 0,048$$

$$FV_{\text{C.HÍBRIDA}} = 0,094$$

$$FV_{\text{C.DISTRIBUCIÓN}} = 0,256$$

$$VM_{1-5} = Nm_{\text{Carretilla}} * FV_{\text{Carretilla}} + Nm_{\text{C.híbrida}} * FV_{\text{C.híbrida}} + Nm_{\text{C.Distribución}} * FV_{\text{C.Distribución}} \quad (11)$$

$$VM_{1-5} = 4 * 0,048 + 2 * 0,094 + 2 * 0,256$$

$$VM_{1-5} = 0,892$$

$$VP_{1-5} = VM_{1-5} * 1000$$

$$VP_{1-5} = 0,892 * 1000$$

$$VP_{1-5} = 892$$

- Se realiza la tabla de relación de movimientos entre puestos y áreas, donde se resumen los movimientos ordenados por su porcentaje con relación al total.

Tabla 47. Resumen de movimientos ordenados por su porcentaje de representatividad

CANTIDAD	MOVIMIENTOS	%
1702	60-118	4,71
1345	53-6	3,72
892	1-05	2,47
821	67-76	2,27
821	67-84	2,27
821	69-72	2,27
821	69-76	2,27
821	72-73	2,27
821	73-75	2,27
821	76-85	2,27
821	76-84	2,27
702	32-80.1	1,94
700	2-03	1,94
700	3-04	1,94
700	4-109	1,94
700	1-02	1,94
618	59-118	1,71
606	20-24	1,68
565	53-113	1,56
560	81-85	1,55
524	56-118	1,45
519	29-30	1,44
512	29-32	1,42
471	29-53	1,30
444	5-53	1,23
444	42-43	1,23
430	53-56	1,19
430	53-59	1,19
398	16-17	1,10
384	80-81	1,06
350	17-20	0,97
350	17-37	0,97
350	24-30	0,97
350	29-80.1	0,97
350	30-81	0,97
350	43-109	0,97
350	48-53	0,97
350	16-34	0,97
304	27-32	0,84
304	33-35	0,84
304	77-85	0,84
304	32-33	0,84
263	30-82	0,73
256	5-48	0,71
256	17-27	0,71
256	20-37	0,71
256	24-81	0,71
256	25-27	0,71
256	25-77	0,71
256	26-27	0,71
256	26-35	0,71

Tabla 47. Continuación

256	26-42	0,71
256	29-42	0,71
256	30-71	0,71
256	42-109	0,71
256	42-71	0,71
256	34-42	0,71
215	48-60	0,59
215	53-57	0,59
215	57-118	0,59
215	80-82	0,59
192	4-01	0,53
192	5-13	0,53
192	13-49	0,53
190	34-37	0,53
188	30-32	0,52
188	48-58	0,52
188	82-85	0,52
144	4-61	0,40
144	21-77	0,40
144	21-85	0,40
144	36-61	0,40
144	80-91	0,40
142	35-43	0,39
96	29-61	0,27
96	32-61	0,27
96	33-61	0,27
96	33-77	0,27
96	33-81	0,27
96	34-81	0,27
96	36-37	0,27
96	36-81	0,27
94	16-34	0,26
94	17-81	0,26
94	27-29	0,26
94	27-37	0,26
94	27-46	0,26
94	27-71	0,26
94	30-53	0,26
94	30-801	0,26
94	32-42	0,26
94	35-80	0,26
94	37-109	0,26
94	43-46	0,26
94	43-71	0,26
94	46-53	0,26
94	48-56	0,26
48	34-43	0,13
48	4-33	0,13
48	4-35	0,13
48	4-95	0,13
48	4-96	0,13
48	6-47	0,13

Tabla 47. Continuación

48	6-96	0,13
48	16-36	0,13
48	16-37	0,13
48	16-81	0,13
48	17-24	0,13
48	18-20	0,13
48	18-35	0,13
48	20-33	0,13
48	21-33	0,13
48	23-81	0,13
48	24-42	0,13
48	27-61	0,13
48	29-36	0,13
48	29-77	0,13
48	30-47	0,13
48	32-49	0,13
48	32-71	0,13
48	33-34	0,13
48	33-71	0,13
48	33-82	0,13
48	36-42	0,13
48	36-80	0,13
48	36-82	0,13
48	37-43	0,13
48	37-61	0,13
48	37-81	0,13
48	42-61	0,13
48	43-04	0,13
48	47-108	0,13
48	47-85	0,13
48	47-91	0,13
48	49-113	0,13
48	49-60	0,13
48	49-77	0,13
48	51-52	0,13
48	51-61	0,13
48	52-85	0,13
48	71-69	0,13
48	91-95	0,13
	TOTAL	100

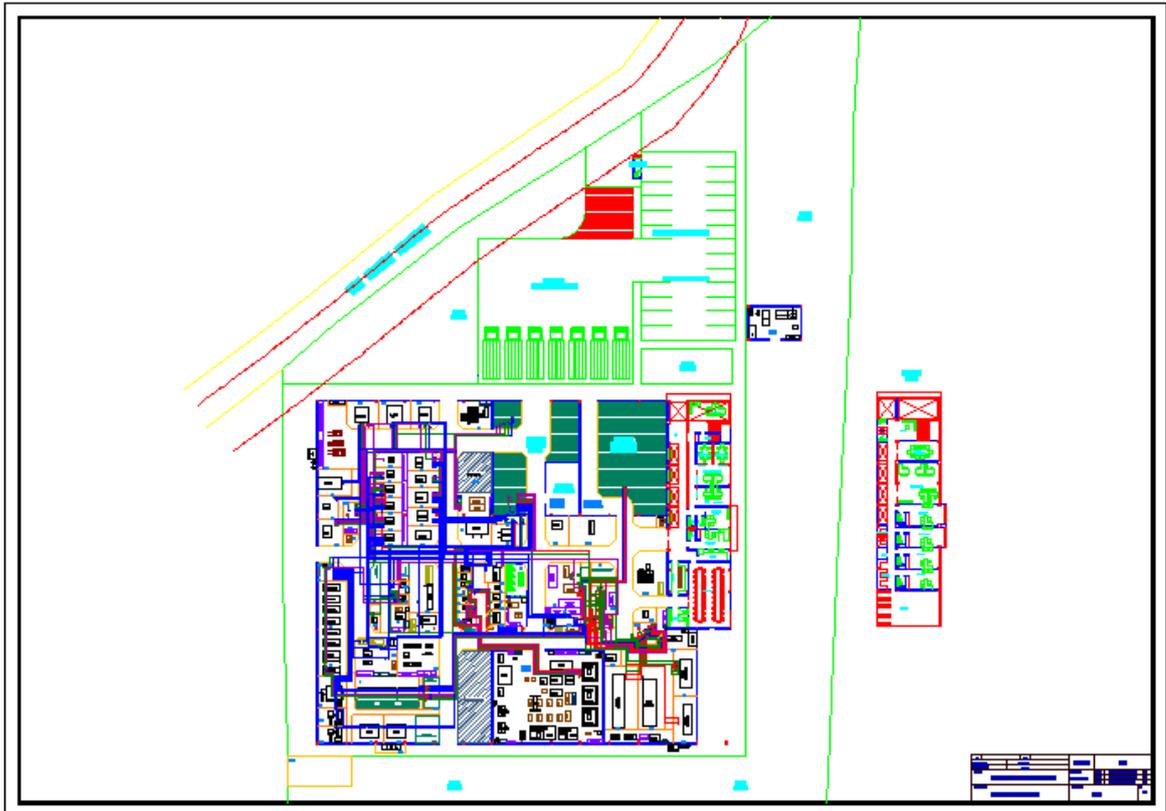
Fuente: Autores

Estos datos fueron ilustrados en la tabla triangular de movimientos ponderados y en el diagrama de proximidad en el que se representó los puestos de trabajo en forma de hexágonos. En el diagrama de proximidad se procuró dejar en contacto los hexágonos que representan los puestos de trabajo que tienen mayores movimientos de relación entre ellos.

4.7 Layout distribución propuesta

Una vez obtenidos los diagramas de distribución inherente e identificada su óptima localización mediante el estudio de distribuciones parciales que concluye con el diagrama de proximidad, se construye el plano de distribución de planta para la propuesta.

Figura 62. Plano de distribución propuesta de la planta Ecuamatrix Cía. Ltda.



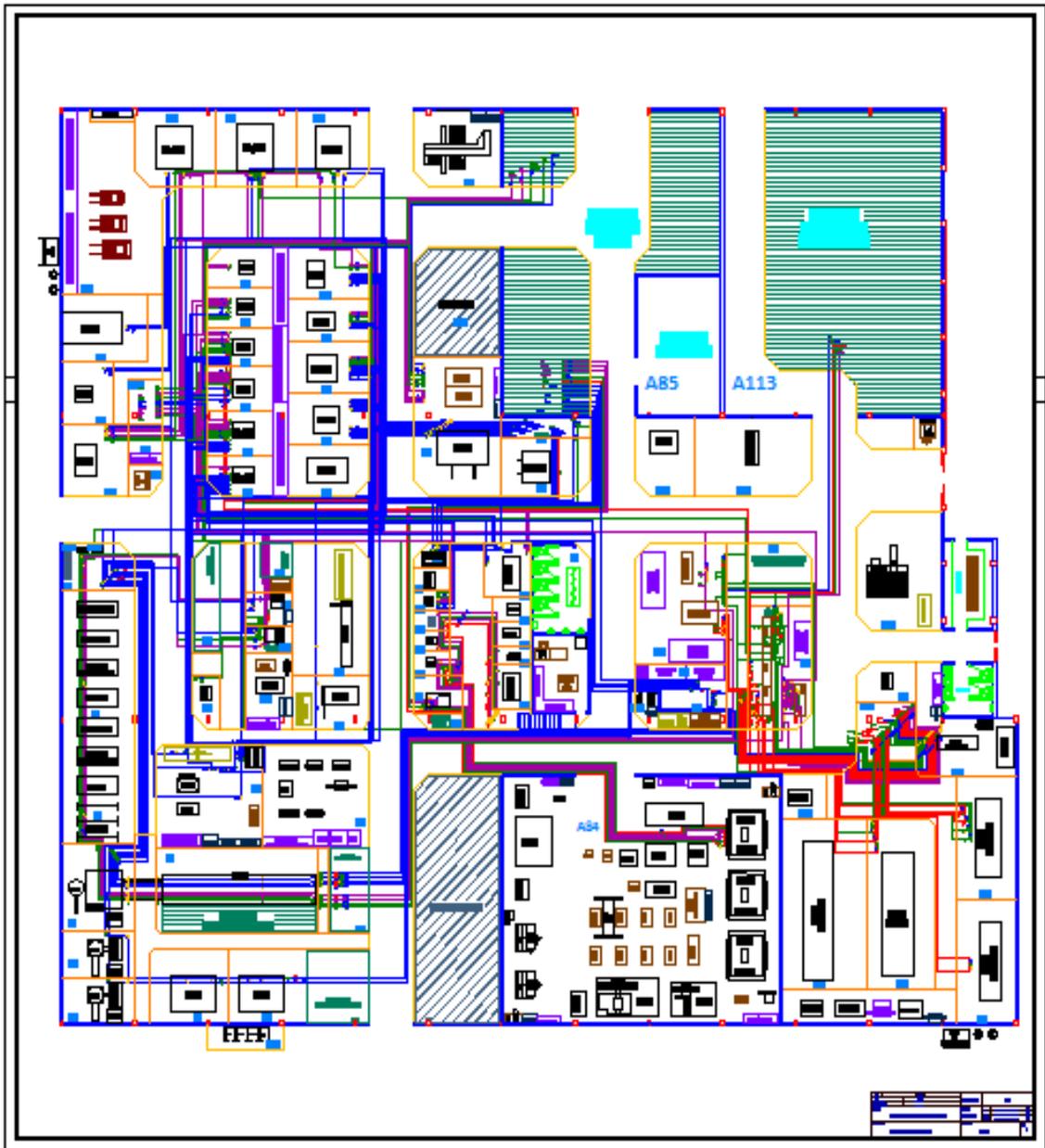
Fuente: Autores

Plano V. Distribución propuesta de la planta Ecuamatrix Cía. Ltda.

4.8 *Diagrama de recorrido de la distribución final.* En base al plano de planta propuesto se crea los diagramas de recorrido cada uno de los cuatro productos analizados y uno en conjunto. Con este diagrama finalizamos la propuesta y permite observar los cambios favorables con respecto a circulación de materiales a escala real.

- *Diagramas de recorrido tipo material.* Productos de mayor demanda

Figura 63. Diagrama de recorrido método propuesto



Fuente: Autores

Anexo L. Diagrama de recorrido de procesos para el método propuesto

Figura 64. Construcción de la planta industrial Ecuamatrix Cía. Ltda.

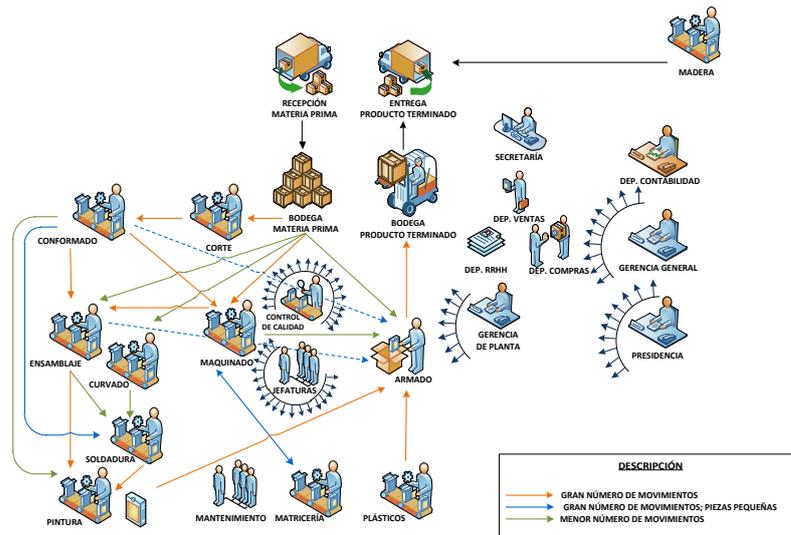


Fuente: Autores

4.9 Análisis de viajes entre secciones y departamentos

La gráfica a continuación nos muestra de manera interactiva como se relacionan las secciones y departamentos según su nueva ubicación definida en la distribución propuesta de la planta.

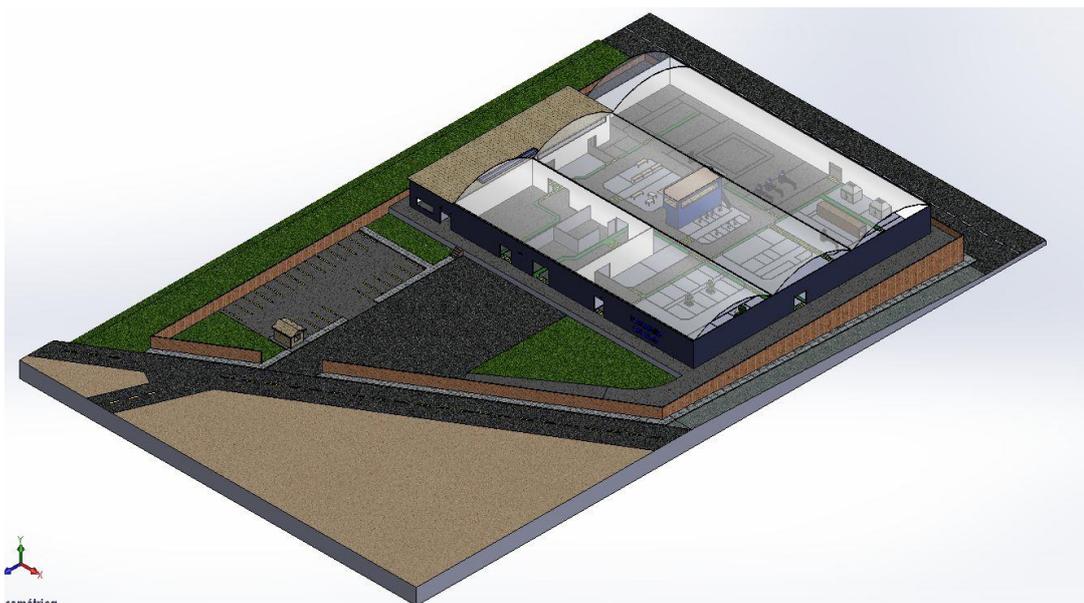
Figura 65. Viajes entre departamentos y secciones



Fuente: Autores

4.10 Modelación en tres dimensiones

Figura 66. Modelación de la planta



Fuente: Autores

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE COSTOS

5.1 Costos de producción actual

Los costos de producción actual nos permitirán posteriormente realizar el análisis comparativo, observando claramente y cuantificadamente el beneficio económico que tendrá la empresa.

Los datos para los respectivos cálculos fueron otorgados por el departamento de contabilidad facilitando con esto la realización de este trabajo. Los elementos del costo de producción a utilizar son:

- Materia prima y materiales
 - Mano de obra
 - Gastos generales de fabricación
-
- *Materia prima o materiales.* Los materiales que realmente forman parte del producto terminado se conocen con el nombre de materias primas o materiales principales. Los que no se convierten físicamente en parte del producto o tienen importancia secundaria se llaman materiales o materiales auxiliares
 - *Mano de obra.* La mano de obra de producción se utiliza para convertir las materias primas en productos terminados. La mano de obra es un servicio que no puede almacenarse y no se convierte, en forma demostrable, en parte del producto terminado.
 - *Carga fabril.* Las cargas fabriles son todos los costos de producción, excepto los de materia prima y mano de obra directa.

5.1.1 Estado de costos de producción. A continuación se detallan los costos unitarios y mensuales actuales de las cuatro líneas de productos que se han estudiado, los datos aquí expuestos fueron proporcionados por el departamento administrativo de la empresa. Debemos tener en consideración que para el cálculo de costos mensuales se utilizó una producción promedio de 6503 cajas de distribución, 814 cajas híbridas, 8677 cajas de policarbonato y 482 carretillas reforzadas.

Tabla 48. Costos unitarios

DESCRIPCIÓN	CAJA METALICA		CAJA HIBRIDA		CAJA POLICARBONATO		CARRETILLA		TOTAL UNITARIO	
	C. FIJO	C. VARIABLE	C. FIJO	C. VARIABLE	C. FIJO	C. VARIABLE	C. FIJO	C. VARIABLE	C. FIJO	C. VARIABLE
COSTOS DIRECTOS										
Materia Prima		\$ 8,99		\$ 6,57		\$ 3,69		\$ 32,30		\$ 51,55
Mano de Obra Directa	\$ 1,63		\$ 1,45		\$ 0,82		\$ 4,56		\$ 8,45	
COSTOS INDIRECTOS	\$ 1,87		\$ 1,66		\$ 0,94		\$ 5,24		\$ 9,72	
GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 2,44		\$ 2,17		\$ 1,23		\$ 5,01		\$ 10,85	
GASTOS DE VENTAS	\$ 1,14		\$ 1,01		\$ 0,57		\$ 2,73		\$ 5,46	
TOTAL	\$ 7,07	\$ 8,99	\$ 6,29	\$ 6,57	\$ 3,57	\$ 3,69	\$ 17,55	\$ 32,30	\$ 34,48	\$ 51,55

Fuente: Autores

Tabla 49. Costos mensuales actuales

DESCRIPCIÓN	CAJA METALICA		CAJA HIBRIDA		CAJA POLICARBONATO		CARRETILLA		TOTAL MENSUAL	
	C. FIJO	C. VARIABLE	C. FIJO	C. VARIABLE	C. FIJO	C. VARIABLE	C. FIJO	C. VARIABLE	C. FIJO	C. VARIABLE
COSTOS DIRECTOS										
Materia Prima		\$ 58.462,21		\$ 5.345,84		\$ 32.046,35		\$ 15.567,45		\$ 111.421,84
Mano de Obra Directa	\$ 10.574,04		\$ 1.177,40		\$ 7.126,81		\$ 2.196,60		\$ 21.074,84	
COSTOS INDIRECTOS	\$ 12.160,14		\$ 1.354,01		\$ 8.195,83		\$ 2.526,09		\$ 24.236,07	
GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 15.861,06		\$ 1.766,10		\$ 10.690,21		\$ 2.416,26		\$ 30.733,63	
GASTOS DE VENTAS	\$ 7.401,83		\$ 824,18		\$ 4.988,76		\$ 1.317,96		\$ 14.532,73	
TOTAL	\$ 45.997,07	\$ 58.462,21	\$ 5.121,70	\$ 5.345,84	\$ 31.001,60	\$ 32.046,35	\$ 8.456,90	\$ 15.567,45	\$ 90.577,27	\$ 111.421,84

Fuente: Autores

5.1.1.1 Cálculo del costo total. El cálculo del costo total, es importante para la planificación de productos y procesos de producción, la dirección y el control de la empresa y para la determinación de los precios, en donde:

$$\text{Costo Total} = \text{Costo fijo} + \text{Costo variable} \quad (12)$$

$$CT = CF + CV$$

$$CT = (90577,27 + 111421,84) \$$$

$$CT = \$ 201999,11 \text{ mensual}$$

$$CT_{\text{anual}} = \$ 201999,11 \text{ mensual} \times 12 \text{ meses}$$

$$CT = \$ 2423989,29 \text{ anual}$$

Después de aplicar la fórmula costo total es igual a la suma de los costos fijos más los costos variables, se pudo determinar que el costo actual para producir los cuatro productos antes mencionados es de \$ 201999,1 mensual y \$ 2423989,29 anual.

5.1.2 Determinación del punto de equilibrio. El punto de equilibrio es el nivel de producción y ventas en el cual la empresa equilibra el valor de la producción con los gastos necesarios para realizarla; es decir, en el punto de equilibrio los costos totales son iguales a los ingresos totales. En otros términos es el punto donde la empresa ni pierde ni gana dinero y para poder determinarlo hemos realizado los cálculos necesarios a continuación.

5.1.2.1 Método algebraico. Por medio del método algebraico buscamos determinar el punto de equilibrio que nos permite visualizar la producción necesaria para que la empresa no presente pérdidas ni beneficio económico.

En el proceso que toda empresa sigue para determinar la cantidad de producto que colocará en el mercado, se guía por el deseo de maximizar los beneficios, definidos como la diferencia entre los ingresos totales y los costos totales $B=IT-CT$, en relación a esta expresión y para obtener el punto de equilibrio a beneficios normales ($IT = CT$ $B = 0$), hemos realizado una igualdad entre el costo total y el ingreso total que se puede observar en la siguiente fórmula:

$$CT = IT \quad (13)$$

$$CT = CF + CV$$

$$IT = P \cdot X \quad (14)$$

$$PX = CF + CV \quad (15)$$

$$PX = CF + CV \cdot X \quad (16)$$

Dónde:

CT = Costo total

IT = Ingresos totales

CF = Costos fijos

CV= Costo de producción variable por unidad

P = Precio de venta unitario.

X = Unidades vendidas mensuales

- *Determinación del punto de equilibrio algebraico de la caja de distribución.* El grado de representatividad es del 24,75% y la producción mensual es de 6503 unidades.

Tabla 50. Punto de equilibrio actual caja de distribución

	CAJA METÁLICA
Costos fijos	\$ 45.997,07
Costos variables por unidad	\$ 8,99
Precio de venta por unidad	\$ 19,50
X MENSUAL (unid)	4377
X ANUAL (unid)	52518

Fuente: Autores

$$PX = CF + CV.X$$

$$19,5X = 45997,07 + 8,99X$$

$$X = \frac{45997,07}{10,51}$$

$$X = 4377$$

Se deben que producir y vender 4377 unidades mensuales y 52518 en el año para poder cubrir sus costos y gastos operativos y así poder comenzar a generar utilidades.

- *Determinación del punto de equilibrio algebraico de la caja híbrida.* El grado de representatividad es del 4,69% y la producción mensual es de 814 unidades.

Tabla 51. Punto de equilibrio actual caja híbrida

	CAJA HÍBRIDA
Costos fijos	\$ 5.121,70
Costos variables por unidad	\$ 6,57
Precio de venta por unidad	\$ 29,50
X MENSUAL (unid)	223
X ANUAL (unid)	2.680

Fuente: Autores

$$PX = CF + CV.X$$

$$29,5X = 5121,70 + 6,57X$$

$$X = \frac{5121,70}{22,93}$$

$$X = 223$$

Se tienen que producir y vender 223 unidades mensuales y 2680 en el año para poder cubrir sus costos y gastos operativos y así poder comenzar a generar utilidades.

- *Determinación del punto de equilibrio algebraico de la caja de policarbonato.* El grado de representatividad es del 21,59% y la producción mensual es de 8677 unidades.

Tabla 52. Punto de equilibrio actual caja de policarbonato

	CAJA POLICARBONATO
Costos fijos	\$ 31.001,60
Costos variables por unidad	\$ 3,69
Precio de venta por unidad	\$ 12,75
X MENSUAL (unid)	3423
X ANUAL (unid)	41076

Fuente Autor

$$PX = CF + CV.X$$

$$12,75X = 31001 + 3,69X$$

$$X = \frac{31001}{9,06}$$

$$X = 3423$$

Se tienen que producir y vender 3423 unidades mensuales y 41076 en el año para poder cubrir sus costos y gastos operativos y así poder comenzar a generar utilidades, en otras palabras.

- *Determinación del punto de equilibrio algebraico de la carretilla reforzada.* El grado de representatividad es del 5,39% y la producción mensual es de 482 unidades.

Tabla 53. Punto de equilibrio actual de la carretilla reforzada

	CARRETILLA
Costos fijos	\$ 8.456,90
Costos variables por unidad	\$ 32,30
Precio de venta por unidad	\$ 57,32
X MENSUAL (unid)	338
X ANUAL (unid)	4056

Fuente: Autores

$$PX = CF + CV.X$$

$$57,32X = 8456,90 + 32,30X$$

$$X = \frac{8456,90}{25,02}$$

$$X = 338$$

Se deben que producir y vender 338 unidades mensuales y 4056 en el año para poder cubrir sus costos y gastos operativos y así poder comenzar a generar utilidades, en otras palabras, a este nivel de producción y ventas la utilidad operacional es cero.

5.1.3 Cálculo de la utilidad neta total actual. Para el cálculo de la utilidad neta total necesitamos conocer las ventas mensuales y el costo total, a través de ello con una simple diferencia obtenemos dicha utilidad, que es el beneficio claro que posee la empresa con los productos analizados.

$$\text{Utilidad neta} = \text{Ventas mensuales} - \text{Costos mensuales} \quad (17)$$

$$UN = Vm - CTm$$

Tabla 54. Costos y ventas mensuales y anuales año 2011

PRODUCTOS	UNIDADES AL MES	PRECIO POR UNIDAD (\$)	VENTAS TOTALES MENSUALES (\$)	COSTOS TOTALES MENSUALES (\$)	VENTAS TOTALES ANUALES (\$)	COSTOS TOTALES ANUALES (\$)
C. Distribucion	6503	19,5	126808,50	104459,28	1521702	1253511,38
C. Híbrida	814	29,5	24013,00	10467,53	288156	125610,40
C. Policarbonato	8677	12,75	110631,75	63047,95	1327581	756575,42
Carretilla	482	57,32	27628,24	24024,34	331538,88	288292,08

Fuente: Autores

Cálculo caja de distribución

$$UN = Vm - CTm$$

$$UN = 126808,5 - 104459,28$$

$$UN = 22349,22 \text{ mensual}$$

$$UN = 268190,62 \text{ anual}$$

Tabla 55. Utilidad mensual y anual 2011

PRODUCTOS	UTILIDAD NETA TOTAL MENSUAL (\$)	UTILIDAD NETA TOTAL ANUAL (\$)
C. distribución	22349,22	268190,62
C. híbrida	13545,47	162545,60
C. policarbonato	47583,80	571005,58
Carretilla	3603,90	43246,80
TOTAL	87082,38	1044988,59

Fuente: Autores

Del anterior esquema podemos observar la utilidad actual de los cuatro productos analizados, determina cual fue el resultado de las operaciones de la empresa, el cual fue de \$1044988,59.

5.2 Costos de producción propuesta

5.2.1 Estados de costos de producción estimado. A diferencia del estado de costos de producción actual, en el método propuesto existe una variación únicamente en costos fijos por la mano de obra directa, ya que al disminuir tiempos muertos, mejorar el proceso y distribuir correctamente la planta el tiempo requerido para elaborar un determinado número de productos disminuye, optimizando con esto el recurso humano. Con una regla de tres simple se calcula este nuevo costo de mano de obra directa, esto no quiere decir que los operarios tendrán un sueldo menor, sino que pueden producir más en el mismo tiempo de trabajo.

5.2.1.1 Cálculo del costo de mano de obra directa para el método propuesto

Costo mano de obra directa actual= \$10574,04

Tiempo de producción actual= 34,38 min.

Tiempo de producción propuesto= 31,68 min.

$$\text{Costo MOD propuesto} = \frac{\text{Costo MOD actual} \times \text{Tiempo de producción propuesto}}{\text{Tiempo de producción actual}} \quad (18)$$

$$\text{Costo mano de obra directa propuesto} = \frac{10574,04 * 31,68}{34,38}$$

$$\text{Costo mano de obra directa propuesto} = \$9743,62$$

Tabla 56. Costos fijos y variables mensuales

DESCRIPCIÓN	CAJA METALICA		CAJA HIBRIDA		CAJA POLICARBONATO		CARRETIILLA	
	C. FIJO	C. VARIABLE	C. FIJO	C. VARIABLE	C. FIJO	C. VARIABLE	C. FIJO	C. VARIABLE
COSTOS DIRECTOS								
Materia Prima		\$ 58.462,21		\$ 5.345,84		\$ 32.046,35		\$ 15.567,45
Mano de Obra Directa	\$ 9.743,62		\$ 1.081,88		\$ 5.994,69		\$ 2.029,65	
COSTOS INDIRECTOS	\$ 12.160,14		\$ 1.354,01		\$ 8.195,83		\$ 2.526,09	
GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 15.861,06		\$ 1.766,10		\$ 10.690,21		\$ 2.416,26	
GASTOS DE VENTAS	\$ 7.401,83		\$ 824,18		\$ 4.988,76		\$ 1.317,96	
TOTAL	\$ 45.166,65	\$ 58.462,21	\$ 5.026,17	\$ 5.345,84	\$ 29.869,49	\$ 32.046,35	\$ 8.289,95	\$ 15.567,45

Fuente: Autores

5.2.1.2 Cálculo del costo total

$$\text{Costo Total} = \text{Costo fijo} + \text{Costo variable}$$

$$CT = CF + CV$$

$$CT = (88352,26 + 111421,84) \$$$

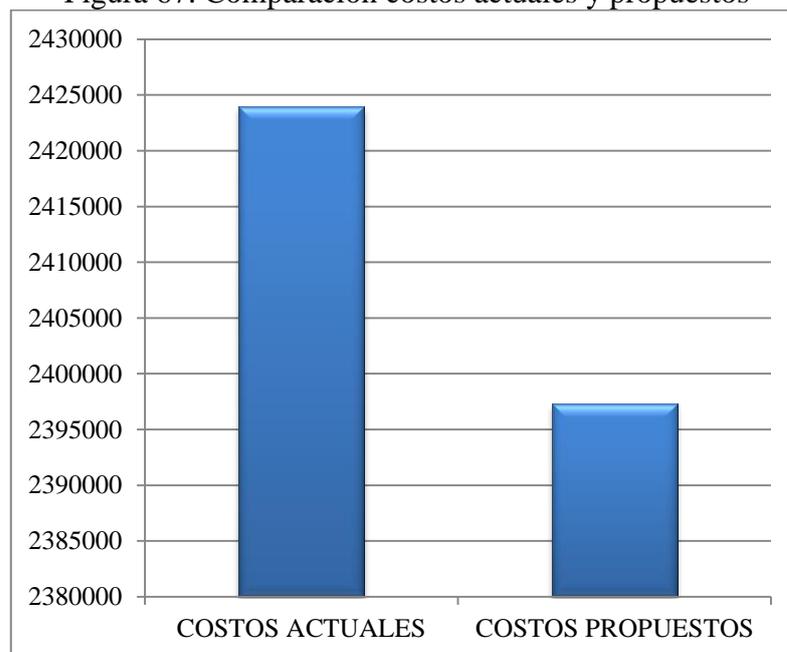
$$CT = \$ 199774,10 \text{ mensual}$$

$$CT_{\text{anual}} = \$ 199774,10 \text{ mensual} \times 12 \text{ meses}$$

$$CT = \$ 2397289,23 \text{ anual}$$

Después de aplicar la fórmula costo total es igual a la suma de los costos fijos más los costos variables, se pudo determinar que el costo para producir los cuatro productos para el método propuesto, con una producción similar a la actual, es de \$ 199774,10 mensual y \$ 2397289,23 anual.

Figura 67. Comparación costos actuales y propuestos



Fuente: Autores

5.2.2 Determinación del punto de equilibrio método propuesto

5.2.2.1 Método algebraico. Es muy importante decir en este punto que las unidades consideradas van a mantenerse, sin embargo ya no será la producción mensual debido a que el tiempo empleado en hacer dichas unidades disminuyó con las mejoras implementadas, esto quiere decir que en menos de un mes producen lo mismo.

- *Determinación del punto de equilibrio algebraico de la caja de distribución.* El grado de representatividad es del 24,75% y la producción mensual es de 6503 unidades.

Tabla 57. Punto de equilibrio propuesto caja de distribución

	CAJA METÁLICA
Costos fijos	\$ 45.166,65
Costos variables por unidad	\$ 8,99
Precio de venta por unidad	\$ 19,50
X MENSUAL (unid)	4298
X ANUAL (unid)	51570

Fuente: Autores

$$PX = CF + CV.X$$

$$19,5X = 45166,65 + 8,99X$$

$$X = \frac{45166,65}{10,51}$$

$$X = 4298$$

Se tendrán que producir y vender 4298 unidades mensuales y 51570 en el año para poder cubrir sus costos y gastos operativos y así poder comenzar a generar utilidades, en otras palabras, a este nivel de producción y ventas la utilidad operacional es cero.

- *Determinación del punto de equilibrio algebraico de la caja híbrida.* El grado de representatividad es del 4,69% y la producción mensual es de 814 unidades.

Tabla 58. Punto de equilibrio propuesto caja híbrida

	CAJA HÍBRIDA
Costos fijos	\$ 5.026,17
Costos variables por unidad	\$ 6,57
Precio de venta por unidad	\$ 29,50
X MENSUAL (unid)	219
X ANUAL (unid)	2630

Fuente: Autores

$$PX = CF + CV.X$$

$$29,5X = 5026,17 + 6,57X$$

$$X = \frac{5026,17}{22,93}$$

$$X = 219$$

Se tendrán que producir y vender 219 unidades mensuales y 2630 en el año para poder cubrir sus costos y gastos operativos y así poder comenzar a generar utilidades, en otras palabras, a este nivel de producción y ventas la utilidad operacional es cero.

- *Determinación del punto de equilibrio algebraico de la caja de policarbonato.* El grado de representatividad es del 21,59% y la producción mensual es de 8677 unidades.

Tabla 59. Punto de equilibrio propuesto caja de policarbonato

	CAJA POLICARBONATO
Costos fijos	\$ 29.869,49
Costos variables por unidad	\$ 3,69
Precio de venta por unidad	\$ 12,75
X MENSUAL (unid)	3298
X ANUAL (unid)	39576

Fuente: Autores

$$PX = CF + CV.X$$

$$12,75X = 29869,49 + 3,69X$$

$$X = \frac{29869,49}{9,06}$$

$$X = 3298$$

Se tendrán que producir y vender 3298 unidades mensuales y 39576 en el año para poder cubrir sus costos y gastos operativos y así poder comenzar a generar utilidades, en otras palabras, a este nivel de producción y ventas la utilidad operacional es cero.

- *Determinación del punto de equilibrio algebraico de la carretilla reforzada.* El grado de representatividad es del 5,39% y la producción mensual es de 482 unidades.

Tabla 60. Punto de equilibrio propuesto carretilla reforzada

	CARRETILLA
Costos fijos	\$ 8.289,95
Costos variables por unidad	\$ 32,30
Precio de venta por unidad	\$ 57,32
X MENSUAL (unid)	331
X ANUAL (unid)	3976

Fuente: Autores

$$PX = CF + CV \cdot X$$

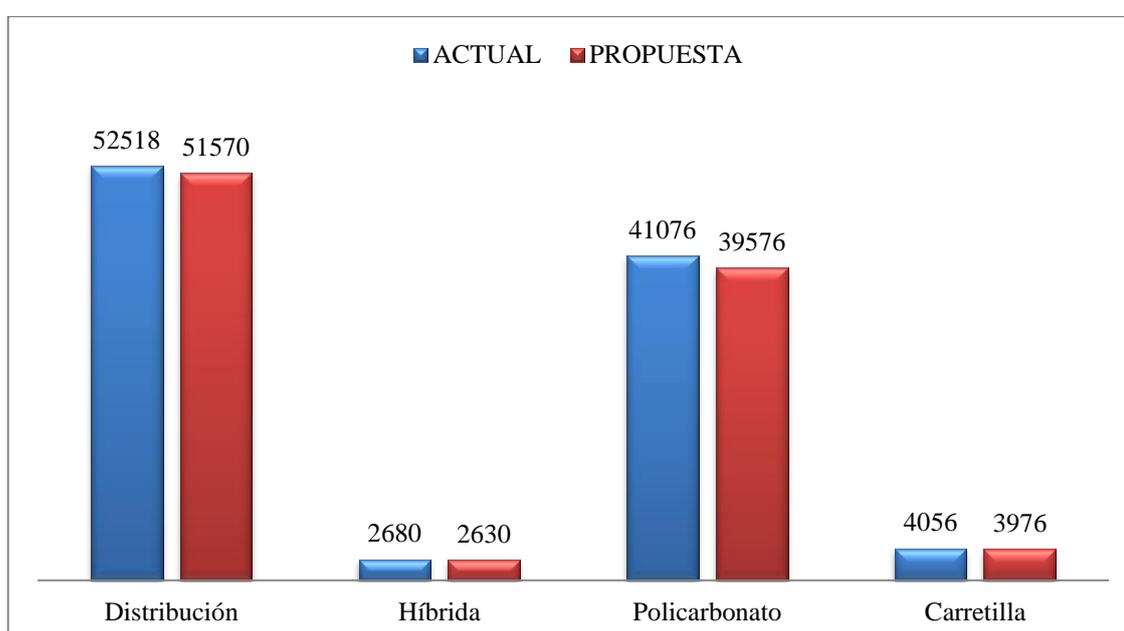
$$57,32X = 8289,95 + 32,30X$$

$$X = \frac{8289,95}{25,02}$$

$$X = 331$$

Se tendrán que producir y vender 331 unidades mensuales y 3976 en el año para poder cubrir sus costos y gastos operativos y así poder comenzar a generar utilidades, en otras palabras, a este nivel de producción y ventas la utilidad operacional es cero.

Figura 68. Comparación de punto de equilibrio actual y propuesto



Fuente: Autores

5.2.2.3 Cálculo de la utilidad neta total propuesta. Para el cálculo de la utilidad neta total necesitamos conocer las ventas mensuales y el costo total, a través de ello con una simple diferencia obtenemos dicha utilidad, que es el beneficio claro que posee la empresa con los productos analizados.

$$Utilidad\ neta = Ventas\ mensuales - Costos\ mensuales$$

$$UN = Vm - CTm$$

Tabla 61. Costos, ventas mensuales y anuales método propuesto

PRODUCTOS	UNIDADES AL MES	PRECIO POR UNIDAD (\$)	VENTAS TOTALES MENSUALES (\$)	COSTOS TOTALES MENSUALES (\$)	VENTAS TOTALES ANUALES (\$)	COSTOS TOTALES ANUALES (\$)
C. Distribucion	6503	19,50	126808,50	103628,86	1521702,00	1243546,31
C. Híbrida	814	29,50	24013,00	10372,01	288156,00	124464,09
C. Policarbonato	8677	12,75	110631,75	61915,84	1327581,00	742990,07
Carretilla	482	57,32	27628,24	23857,40	331538,88	286288,76

Fuente: Autores

Cálculo caja de distribución

$$UN = Vm - CTm$$

$$UN = 126808,5 - 103628,86$$

$$UN = 23179,64 \text{ mensual}$$

$$UN = 278155,69 \text{ anual}$$

Tabla 62. Utilidad mensual y anual método propuesto

PRODUCTOS	UTILIDAD PROPUESTA MENSUAL (\$)	UTILIDAD PROPUESTA ANUAL (\$)
C. distribución	23179,64	278155,69
C. híbrida	14640,99	163691,91
C. policarbonato	48715,91	584590,93
Carretilla	3770,84	45250,12
TOTAL	89307,39	1071688,65

Fuente: Autores

Del anterior esquema podemos observar la utilidad propuesta que generarán los cuatro productos analizados, en otras palabras, los activos de la empresa generarán anualmente con la distribución propuesta, que será de \$1071688,65.

5.3 Incremento de la producción, la utilidad neta y productividad

5.3.1 Incremento de la producción por número de elementos producidos. En el siguiente cuadro observaremos el número de elementos a producir mensualmente, con el método actual y con el método propuesto.

5.3.1.1 Cálculo del incremento en la producción mensual

Tiempo disponible mens. = Prod. mens. actual * tiempo de prod. unitario actual

$$\text{Producción mensual propuesta} = \frac{\text{Tiempo disponible mensual}}{\text{Tiempo de producción unitario propuesto}} \quad (19)$$

▪ Cálculo caja de distribución

Tiempo disponible mensual = 6503 * 34,38 min

Tiempo disponible mensual = 223573 min

$$\text{Producción mensual propuesta} = \frac{223573 \text{ min}}{31,68 \text{ min}}$$

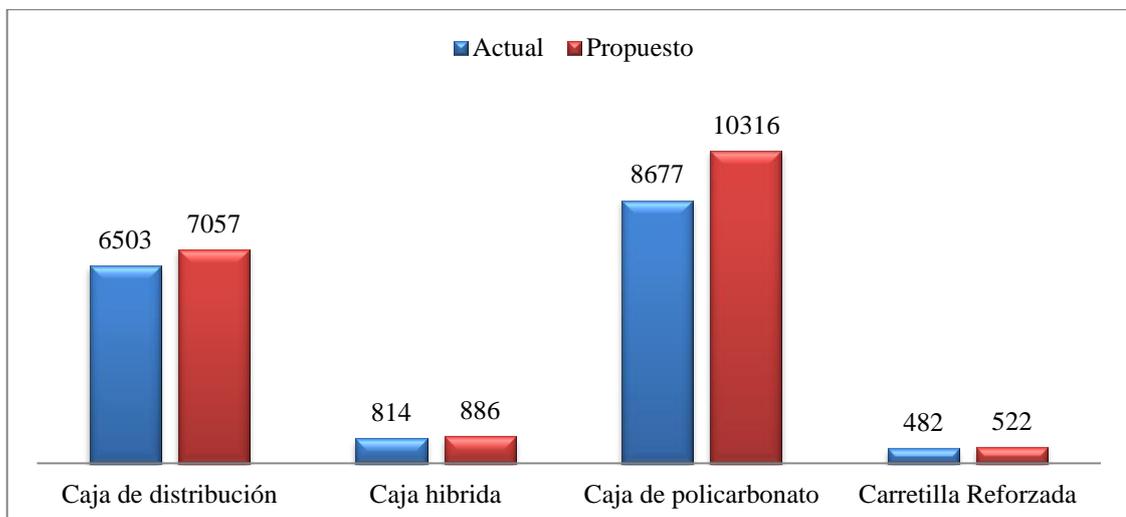
Producción mensual propuesta = 7057 unidades

Tabla 63. Incremento en la producción

PRODUCTOS	PRODUCCIÓN MENSUAL (und.)		INCREMENTO MENSUAL (und.)	INCREMENTO ANUAL (und.)
	Actual	Propuesto		
Caja de distribución bifásica 300x200x105	6503	7057	554	6651
Caja híbrida para medidor polifásico de 400*220*160	814	886	72	862
Caja de policarbonato para medidor monofásico 300*200*80	8677	10316	1639	19664
Carretilla reforzada naranja rueda azul maciza	482	522	40	476
TOTAL	16476	18780	2304	27653
Total anual:	197712	225365		

Fuente: Autores

Figura 69. Incremento en la producción mensual



Fuente: Autores

5.3.2 Incremento de la utilidad neta. En el siguiente cuadro observaremos las utilidades mensuales y anuales, actuales y propuestas que genera el producir un determinado número de unidades:

Tabla 64. Incremento de la utilidad neta

PRODUCTOS	UTILIDAD MENSUAL (\$)		UTILIDAD ANUAL (\$)	
	UTILIDAD NETA TOTAL ACTUAL	UTILIDAD NETA TOTAL PROPUESTA	UTILIDAD NETA TOTAL ACTUAL	UTILIDAD NETA TOTAL PROPUESTA
C. distribución	22349,22	23179,64	268190,62	278155,69
C. híbrida	13545,47	13640,99	162545,60	163691,91
C. policarbonato	47583,80	48715,91	571005,58	584590,93
Carretilla	3603,90	3770,84	43246,80	45250,12
TOTAL	87082,38	89307,39	1044988,59	1071688,65

Fuente: Autores

Si con 16476 unidades se obtiene una utilidad neta anual de \$ 1044988,59 con 18780 unidades se obtendrá una utilidad neta anual de \$ 1071688,65 entonces el estudio realizado hace posible un incremento en la utilidad anual de \$ 26700,05 siendo este un incremento porcentual de 2,6%, a continuación se muestra gráficamente dicho incremento.

Figura 70. Incremento de la utilidad neta



Fuente: Autores

5.3.3 Incremento de la productividad. A continuación vamos a observar el incremento de la productividad tomando en cuenta el recurso humano y la producción.

5.3.3.1 Productividad actual. El grado productividad del trabajo se expresa en el volumen de la magnitud relativa de los medios de producción que un obrero, durante un tiempo dado y con la misma tensión de la fuerza de trabajo, por lo que para obtener los siguientes resultados de productividad actual se aplicó la fórmula productividad igual a

P (número de elementos producidos) dividido para O (número de obreros, mano de obra directa) en cada uno de los productos.

Número elementos producidos (P)

Número de obreros (O)

$$\text{Productividad} = \frac{P}{O} \quad (20)$$

▪ *Productividad caja de distribución*

Datos:

P = 6503; O = 30

$$\text{Productividad} = \frac{6503}{30}$$

$$\text{Productividad} = 216,77 \frac{\text{cajas}}{\text{obrero}} \text{ mensual}$$

Cada obrero produce 216,77 cajas de distribución mensualmente.

▪ *Productividad cajas híbridas*

Datos:

P = 814; O = 30

$$\text{Productividad} = \frac{814}{30}$$

$$\text{Productividad} = 27,1 \frac{\text{cajas}}{\text{obrero}} \text{ mensual}$$

Esto quiere decir que cada obrero produce 27,13 cajas híbridas mensualmente.

▪ *Productividad cajas de policarbonato*

Datos:

P = 8677; O = 30

$$\text{Productividad} = \frac{8677}{30}$$

$$\text{Productividad} = 289,23 \frac{\text{cajas}}{\text{obrero}} \text{ mensual}$$

Cada obrero produce 289,23 cajas de policarbonato mensualmente.

▪ *Productividad carretillas reforzadas*

Datos:

P = 482; O = 30

$$\text{Productividad} = \frac{482}{30}$$

$$\text{Productividad} = 16,07 \frac{\text{cajas}}{\text{obrero}} \text{ mensual}$$

Cada obrero produce 16,07 carretillas reforzadas mensualmente.

5.3.3.2 Productividad propuesta. En la propuesta se logró conseguir mayor producción sin aumentar las horas de trabajo ni exigir más esfuerzo por parte del trabajador, en este caso, un trabajador con gran destreza, conocimientos y mejores condiciones de trabajo, es capaz de aumentar su producción, sin necesidad de aumentar las horas de trabajo o exigiéndose un sobreesfuerzo en la misma jornada, por lo que para obtener los siguientes resultados de productividad propuesta se aplicó la fórmula productividad igual a P (número de paquetes producidos) dividido para O (número de obreros, mano de obra directa) en cada uno de los productos.

▪ *Productividad caja de distribución*

Datos:

$$P = 7056; O = 30$$

$$\text{Productividad} = \frac{7056}{30}$$

$$\text{Productividad} = 235,2 \frac{\text{cajas}}{\text{obrero}} \text{ mensual}$$

Cada obrero producirá 235,2 cajas de distribución mensualmente.

▪ *Productividad cajas híbridas*

Datos:

$$P = 886; O = 30$$

$$\text{Productividad} = \frac{886}{30}$$

$$\text{Productividad} = 29,53 \frac{\text{cajas}}{\text{obrero}} \text{ mensual}$$

Cada obrero producirá 29,53 cajas híbridas mensualmente.

▪ *Productividad cajas de policarbonato*

Datos:

$$P = 10316; O = 30$$

$$\text{Productividad} = \frac{10316}{30}$$

$$\text{Productividad} = 343,87 \frac{\text{cajas}}{\text{obrero}} \text{ mensual}$$

Cada obrero producirá 343,87 cajas de policarbonato mensualmente.

▪ *Productividad carretillas reforzadas*

Datos:

$$P = 522; O = 30$$

$$\text{Productividad} = \frac{522}{30}$$

$$\text{Productividad} = 17,4 \frac{\text{cajas}}{\text{obrero}} \text{ mensual}$$

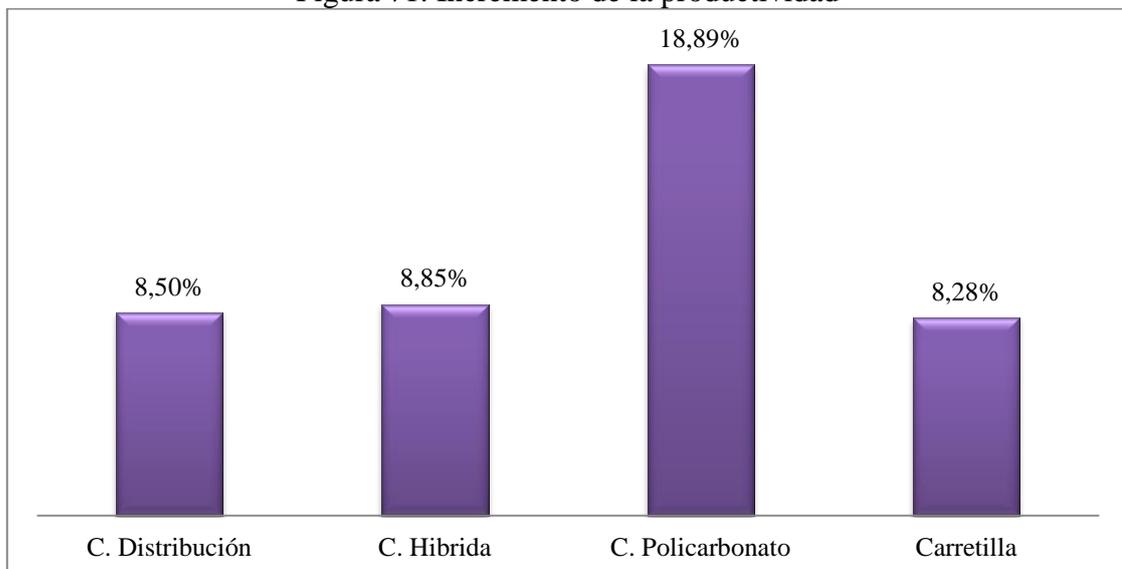
Cada obrero producirá 17,4 carretillas reforzadas mensualmente.

Tabla 65. Incremento de la productividad

PRODUCTOS	Productividad actual (elementos/ obrero)	Productividad propuesta (elementos/ obrero)	Incremento de la productividad MENSUAL (elemento/ obrero)	Incremento de la productividad ANUAL (elemento/ obrero)	Incremento de la productividad (Porcentual)
C. distribución	217	235	18	221	8,50
C. híbrida	27	30	2	29	8,85
C. policarbonato	289	344	55	656	18,89
Carretilla	16	17	1	16	8,28

Fuente: Autores

Figura 71. Incremento de la productividad



Fuente: Autores

5.4 Inversiones

La inversión propuesta es la materialización de medios financieros en bienes que van a ser utilizados con el fin de renovar factores físicos, técnicos u obsoletos, que gracias al estudio y con la nueva distribución de planta se mejorará el proceso productivo de la empresa, restará tiempos en transporte y operaciones; comprenderá la adquisición tanto de bienes, equipos y materiales, más no las inversiones incurridas para la creación de la nueva planta, por ejemplo, galpones, bloque administrativo, entre otros. A continuación se detallan los nuevos equipos y accesorios necesarios para la nueva distribución de la planta al momento de la instalación de acuerdo a las necesidades durante este proceso y acorde a la propuesta.

Tabla 66. Construcción de una estantería para almacenaje de matrices

CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTANTERÍA PARA ALMACENAJE DE MATRICES				
ACCESORIOS	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Tubo cuadrado de acero estructural e = 4 mm, A= 100 mm	3	6m c/u	97,48	292,44
Tubo cuadrado de acero estructural e = 4 mm, A= 75 mm	3	6m c/u	72,67	218,01
Electrodos 6014	50	lb	2,5	125
Pernos de anclaje	40	und	0,5	20
Tacos fisher	50	und	0,05	2,5
Bases de 6x6	8	und	3	24
TOTAL			176,2	681,95

Fuente: Autores

Tabla 67. Construcción de una torre de enfriamiento

CONSTRUCCIÓN DE UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO				
ACCESORIOS	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Bomba de agua siemens 1HP	1	unid	1300	1300
Tubo cuadrado de acero estructural e = 3 mm; A= 50 mm	3	6m c/u	31,33	93,99
Electrodos 6014	6	lb	2,5	15
Pernos de anclaje	20	und	0,5	10
Tacos fisher	20	und	0,05	1
Bases de 6x6	8	und	3	24
Plancha galvanizada e= 1,5 mm ASTM A6513 CS 1220*2440 mm	3	und	42,24	126,72
TOTAL			1379,62	1570,71

Fuente: Autores

Tabla 68. Construcción de sillas ergonómicas

CONSTRUCCIÓN DE SILLAS ERGONÓMICAS				
ACCESORIOS	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Tubo cuadrado de acero galvanizado e = 1,5 mm; A= 40 mm	7	6m c/u	19,63	137,41
Asiento (sillón)	10	und	3,5	35
Espaldar	10	und	2,5	25
Tornillos	80	und	0,05	4
TOTAL			25,68	201,41

Fuente: Autores

Tabla 69. Mano de obra: construcción de estantería, torre de enfriamiento y sillas ergonómicas

MANO DE OBRA: CONSTRUCCIÓN DE ESTANERÍA, TORRE DE ENFRIAMIENTO Y SILLAS ERGONÓMICAS				
DETALLE	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Mano de obra directa				
Soldador	24	horas	1,88	45,12
Operario 1	24	horas	1,88	45,12
Operario 2	24	horas	1,88	45,12
Operario 3	40	horas	1,88	75,2
TOTAL			7,52	210,56

Fuente: Autores

Tabla 70. Herramientas

HERRAMIENTAS				
ACCESORIOS	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Taladro manual	10	unid	231,00	2310
Remachadora Neumática	5	unid	159,00	795
Amoladora pequeña	5	unid	158,00	790
TOTAL			548	3895

Fuente: Autores

Tabla 71. Transporte de maquinaria

TRANSPORTE DE MAQUINARIA				
DETALLE	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Alquiler grúa	5	días	460	2300
Alquiler tráiler	5	días	320	1600
Depreciación vehículo (Ecuamatrix)	2	meses	300,00	600
Mano de obra	12	operarios	292,00	3504
TOTAL			1372	8004

Fuente: Autores

▪ Descripción de equipos y herramientas

Tabla 72. Descripción de equipos y herramientas

EQUIPO	Taladro atornillador	
CARACTERÍSTICAS		
Batería	14,4-2v	
Ref.	0.601.9 A7.400	
Precio	231 IVA inc.	
EQUIPO	Remachadora neumática	
CARACTERÍSTICAS		
Código:	AT-6015K	
Poder de tracción:	158Lbs (720Kg)	
Largo de golpe:	9/16" (14mm)	
Entrada de aire:	1/4" BSP o NPT	
Manguera de aire:	3/8"	
Consumo de aire:	0.03 CFM (0.86 L/min)	
Capacidad de medidas de remaches	3/16"-1/4"	
Precio	159 IVA inc.	
EQUIPO	Bomba de agua Siemens	
CARACTERÍSTICAS		
Caudal	90 lt/min	
Altura máxima	25m a nivel del mar	
Corriente	120/220 Volt,3.1 A.	
Potencia	1 Hp	
Precio	1300 IVA inc.	
EQUIPO	Amoladora pequeña	
CARACTERÍSTICAS		
Marca	BOSH	
Modelo	0603359w03	
Potencia	1900 Vatios	
Precio	158 IVA inc.	

Fuente: Autores

5.4.1 Inversión total. Los datos obtenidos para realizar la siguiente tabla fueron debidamente analizados de acuerdo a la situación actual de la empresa.

Tabla 73. Inversión total

DESCRIPCIÓN	TOTAL (\$)
Construcción de una estantería para almacenaje de matrices	681,95
Construcción de una torre de enfriamiento	1570,71
Mano de obra: construcción de estantería, torre de enfriamiento y sillas ergonómicas	210,56
Construcción de sillas ergonómicas	201,41
Herramientas	3895,00
Transporte de maquinaria	8004,00
TOTAL INVERSIÓN	14581,63

Fuente: Autores

5.5 Período de recuperación de capital (PRC)

Si se espera que una inversión produzca un flujo uniforme de efectivo a través del tiempo, el período de repago se calcula dividiendo el monto de la inversión inicial por los ingresos netos esperados mensualmente o anualmente, en este caso vamos a hacerlo anualmente, así:

$$\text{Periodo de recuperación de capital} = \frac{\text{Inversión neta}}{\text{Utilidad anual propuesta}} \quad (21)$$

$$\text{Periodo de recuperación de capital} = \frac{14581,63}{1071688,65}$$

$$\text{Periodo de recuperación de capital} = 0,0136 \text{ años}$$

$$\text{Periodo de recuperación de capital} = 5 \text{ días}$$

La empresa recuperará el capital invertido en cinco días al poner en práctica la nueva propuesta del método de trabajo y distribución de planta, y los beneficios que tendrá serán un aumento en su producción, productividad y por ende en su utilidad.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Después de haber realizado un minucioso análisis de la situación actual de la empresa, se han evidenciado grandes falencias que deben ser tomadas en cuenta al momento de plantear una nueva distribución de planta, de manera que no se vuelvan a presentar y se realice un trabajo en óptimas condiciones. Las falencias encontradas se detallan a continuación:

- Los medios de circulación para trabajadores y materiales no son adecuados debido a que no existen carriles de circulación que los diste.
- La distribución inherente de la mayor parte de puestos de trabajo no es coherente con los lineamientos ergonómicos de trabajo, decretos y normas nacionales.
- La distribución general de la planta no permite una correcta supervisión y movilización de personal, producto en proceso y materiales pues los mismos son almacenados a grandes alturas y en pasillos de circulación.
- Las áreas de trabajo fueron establecidas y ubicadas a medida que la empresa iba creciendo sin tener en cuenta su interacción con otras áreas incidiendo negativamente en el proceso de producción.

Mediante el análisis de las ventas realizadas durante los años 2010 y 2011, se determinó que los cuatro productos con mayor participación en la producción tienen un promedio de participación de 61,195% en estos años y es en base a ellos que se direccionó el estudio para generar una nueva distribución de planta.

El presente estudio se basó en los distintos diagramas como: diagramas de análisis de procesos, diagramas de flujo, diagramas de recorrido y diagramas de proximidad de los productos de mayor demanda, obteniendo una propuesta de organización y distribución de puestos y áreas con la finalidad de maximizar recursos técnicos, humanos y económicos.

En la distribución propuesta de la planta se han incluido criterios sobre los factores de ubicación, diseño y distribución para lograr un mejor ambiente de trabajo y por ende

mayor rendimiento del personal, además permite realizar cambios futuros en la distribución de acuerdo al crecimiento de la empresa.

De acuerdo a las mejoras en puestos de trabajo, los métodos de ejecutar las actividades, la optimización del espacio físico y el proceso productivo propuesto se obtiene resultados en la disminución de tiempos, lo cual se observa en el cuadro siguiente:

Tabla 74. Comparación método actual y propuesto de actividades, tiempos y distancias

PRODUCTOS	ACTIVIDADES		TIEMPO (min)		DISTANCIA (m)	
	ACTUAL	PROPUESTO	ACTUAL	PROPUESTO	ACTUAL	PROPUESTO
C. distribución	175	166	34,38	31,68	1154,25	776,00
C. híbrida	173	167	31,06	28,54	1330,82	762,95
C. policarbonato	109	107	18,13	15,25	891,40	418,95
Carretilla	270	240	115,13	106,38	2653,3	1476,50

Fuente: Autores

Tabla 75. Reducción de actividades, tiempos y distancias método actual y propuesto

RESUMEN			
PRODUCTOS	ACTIVIDADES	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
C. distribución	9	2,7	378,25
C. híbrida	6	2,52	567,87
C. policarbonato	2	2,88	472,45
Carretilla	30	8,75	1176,80
Total	47	16,85	2595,37

Fuente: Autores

Los costos de producción se redujeron debido una mayor eficiencia del proceso y una optimización del talento humano según muestra la tabla.

Tabla 76. Reducción de costos unitarios

	CAJA METÁLICA	CAJA HÍBRIDA	CAJA POLICARBONATO	CARRETILLA
ACTUALES	16,06	12,86	7,27	49,84
PROPUESTOS	15,93	12,74	7,14	49,49
REDUCCIÓN	0,13	0,12	0,13	0,35

Fuente: Autores

Al producir el mismo número de bienes que se elaboran en la actualidad pero con los métodos y distribución propuesta se obtiene una utilidad de 26.700,06 USD superior a la que percibe la empresa actualmente producto de un incremento en la productividad en

las cajas de distribución, híbrida, policarbonato y carretilla reforzada en un 8.5 %, 8.85 %, 18.89%, 8.28 % respectivamente, representando una utilidad adicional de 2,56%.

La distribución de planta requiere una inversión de 14.581,63USD. para la adquisición de equipos, transporte e instalación de maquinaria a la nueva planta, esta inversión será recuperada en un período de 5 días tomando como referencia la utilidad anual propuesta de 1'071.688,65 , lo que evidencia la factibilidad y conveniencia del proyecto.

La sociedad depende del manejo sostenible de unos recursos naturales y productivos, promover el desarrollo sostenible significa consolidar el progreso hacia el incremento de la eficiencia. Es imprescindible la aplicación de políticas administrativas que velen por el bienestar de los operarios de manera que ellos, el talento humano, desarrolle sus actividades con empeño, conciencia y honestidad, se sientan parte del desarrollo de la industria y utilicen los recursos de manera óptima.

El talento humano es principal motor de desarrollo de un país, si no existe talento humano no se puede manejar la tecnología y promover el desarrollo, mejorando las condiciones laborales se generará un ambiente de trabajo que influye directamente en una mejor calidad de vida y considerando que un tercio del tiempo de un trabajador se desarrolla en su lugar de trabajo este tipo de proyectos contribuyen de manera trascendental buen vivir de los involucrados.

6.2 Recomendaciones

Elaborar de una serie de estudios complementarios en diversos campos como el de seguridad industrial, control de calidad, mantenimiento industrial y ergonómico integral; con el objeto de mejorar los índices de bienestar y productividad en la industria.

Mantener la construcción de las instalaciones según los direccionamientos que se han venido implementando en esta propuesta de distribución de planta hasta su completa aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BACA C. Introducción a la Ingeniería Industrial. México Primera Edición, 2007.
Pág. 214-215
- [2] VELASCO, J. Organización de la Producción: Distribución en planta y mejora de los métodos y los tiempos teoría y práctica. Madrid, Ed. Pirámide 2007. Pág. 263-264.
- [3] BACA C. Introducción a la Ingeniería Industrial. México Primera Edición, 2007.
Pág. 218-219
- [4] HICKS, PHILIP E. Ingeniería industrial y administración. México D.F, Edición Continental, 2000. Pág. 213
- [5] WOLFGANG L. y VEDDER J. Ergonomia, enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Pág. 83
- [6] MONDELO R., GREGORI E., BLASCO J. y BARRAU P. Ergonomía 3 Diseño de puestos de trabajo. Pág. 71-72
- [7] VERN, PUTZ-ANDERSON. Cumulative trauma disorders: A manual for musculoskeletal diseases of the upper limbs. London: Taylor & Francis, 1992.
Pág. 15-18
- [8] VELASCO, J. Organización de la Producción: Distribución en planta y mejora de los métodos y los tiempos teoría y práctica. Madrid, Ed. Pirámide 2007. Pág. 264-265.
- [9] VELASCO, J. Organización de la Producción: Distribución en planta y mejora de los métodos y los tiempos teoría y práctica. Madrid, Ed. Pirámide, 2007. Pág. 265-266.
- [10] UGUDELO L. y ESCOBAR J. Gestión por procesos. Bogotá Colombia 2008. Pág. 25-26
- [11] NIEBEL B. Ing. Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo. México McGraw-Ghill 12ava. Edición 2009. Pág 35-36.
- [12] UGUDELO L. y ESCOBAR J. Gestión por procesos. Bogotá Colombia 2008.
Pág.27
- [13] MUNIER. Técnica moderna para el planteamiento y control de producción. Argentina Ed. Pirámide 1973. Pág. 221
- [14] [Http://es.wikipedia.org/wiki/Troquelación](http://es.wikipedia.org/wiki/Troquelación). Marzo 2012
- [15] [Http://ajuste.wordpress.com/2009/11/17/el-taladrado/](http://ajuste.wordpress.com/2009/11/17/el-taladrado/). Marzo 2012

- [16] [Http://soldadura-por-fusion_soldeo.html](http://soldadura-por-fusion_soldeo.html). Marzo 2012
- [17] MOLINA A. Contabilidad de costos: Teoría y ejercicios. Quito Ed. Impretec, 1997, Pág. 8, 17, 319.
- [18] VELASCO, J. Organización de la Producción: Distribución en planta y mejora de los métodos y los tiempos teoría y práctica. Madrid, Ed. Pirámide 2007. Pág. 267.
- [19] MASSÉ P. La elección de las inversiones. Pág. 56, 57

BIBLIOGRAFÍA

BACA C. Introducción a la Ingeniería Industrial. Primera edición México, 2007.

HICKS, PHILIP E. Ingeniería industrial y administración. México D.F: Ed. Continental, 2000.

MASSÉ P. La elección de las inversiones.

MONDELO R., GREGORI E., BLASCO J., BARRAU P. Ergonomía 3 Diseño de puestos de trabajo.

MUNIER. Técnica moderna para el planteamiento y control de producción. Argentina Ed. Pirámide 1973.

NIEBEL BENJAMÍN. Ing. Industrial, Métodos tiempos y movimientos. 12ava. Edición México, 2009.

UGUDELO L. y ESCOBAR J. Gestión por procesos. Bogotá Colombia 2008

VERN, PUTZ-ANDERSON. Cumulative trauma disorders: A manual for musculoskeletal diseases of the upper limbs. London: Taylor & Francis, 1992.

VELASCO J. Organización de la producción. Ediciones Pirámide, 2007

WOLFGANG L. y VEDDER J. Ergonomia, enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.

LINKOGRAFÍA

TROQUELACIÓN

<http://es.wikipedia.org/wiki/Troquelación>.

Marzo 2012

TALADRADO

<http://ajuste.wordpress.com/2009/11/17/el-taladrado/>.

Marzo 2012

SOLDADURA

http://soldadura-por-fusion_soldeo.html.

Marzo 2012

ERGONOMÍA MÉTODO LCE

<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/lce/lce-ayuda.php>.

Marzo 2012