

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Diseño de un Sistema Integral de Planificación y Control de la
Producción en Industrial Metalmecánica CERINSA E.I.R.L.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
Ingeniero Industrial**

AUTOR

Karen Teresa Uriarte Uriarte

ASESOR

Maximiliano Arroyo Ulloa

[0000-0002-6066-6299](tel:0000-0002-6066-6299)

Chiclayo, 2011

**Diseño de un Sistema Integral de Planificación y Control de la
Producción en Industrial Metalmecánica CERINSA E.I.R.L.**

PRESENTADA POR

Karen Teresa Uriarte Uriarte

A la Facultad de Ingeniería Industrial de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

Ingeniero Industrial

APROBADA POR

Oscar Vásquez Gervasi

PRESIDENTE

Gerardo Acuña Lara

SECRETARIO

Maximiliano Arroyo Ulloa

VOCAL

Dedicatoria

A Dios, por la Vida, por su Amor y por la Fuerza Interior para creer más allá, donde la
inteligencia dejo de entender, la Fe

A Mi Padre Wilfredo, por ser mi héroe.

A Mi Madre Olga, por sus oraciones diarias.

Mis Amigos, por su apoyo incondicional y sus ánimos.

Agradecimientos

A mi asesor **Maximiliano Arroyo**, por su dirección en la investigación, seguimiento y asesoría sin la cual no podría haberse concretado este trabajo.

A mi maestro **Oscar Vásquez**, por su apoyo ante las dificultades que se iban presentando en el desarrollo.

A mi maestro **Gerardo Acuña**, por motivar el tema de investigación y facilitarme el acceso a la empresa

A la Universidad **Santo Toribio de Mogrovejo**, por los años de formación estudiantil brindados, junto con los conocimientos y capacidades desarrolladas.

A la empresa **Industrial Metal Mecánica CERINSA**, por proporcionarme toda la información necesaria para elaborar este trabajo, dentro de un clima laboral agradable.

Índice

Índice	5
Resumen	12
Abstract	13
Introducción	14
I. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA	17
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	17
1.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	20
1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	66
II. ANÁLISIS DE VIABILIDAD	68
2.1. ESTUDIO DE MERCADO	68
2.1.1. OBJETIVOS.....	68
2.1.2. EL PRODUCTO EN EL MERCADO.....	68
2.1.3. ANÁLISIS DE LA DEMANDA	75
2.1.4. ANÁLISIS DE LA OFERTA	83
2.1.5. BALANCE-OFERTA-DEMANDA	84
2.1.6. PRECIOS.....	84
2.1.7. COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO	85
2.2. MATERIAS PRIMAS Y SUMINISTROS	86
2.3. ASPECTOS TÉCNICOS: LOCALIZACIÓN Y TAMAÑO.....	91
2.3.1. MACROLOCALIZACIÓN.....	91
2.3.2. FACTORES BÁSICOS QUE DETERMINAN LA LOCALIZACIÓN.....	91
2.3.3. MICROLOCALIZACIÓN	97
2.3.4. TAMAÑO.....	98
2.3.5. JUSTIFICACIÓN DE LA UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.....	98
2.4. INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	99
2.4.1. PROCESO GLOBAL	99
2.4.2. DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS.....	137
2.4.3. PROGRAMA DE PRODUCCIÓN Y DE CAPACIDAD DE LA PLANTA	161
2.4.4. TECNOLOGÍA	198
2.5. RECURSO HUMANO	201
2.6. COSTEO DEL PRODUCTO	206
2.6.1. COSTEO MATERIAS PRIMAS	206
2.6.2. COSTEO INSUMOS.....	207
2.6.3. COSTEO ENERGÍA ELÉCTRICA	209
2.6.4. COSTEO MANO DE OBRA	212
2.7. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....	216
2.8. INVERSIONES	217
2.8.1. INVERSIÓN ACTIVIDADES DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA	217
2.8.2. COSTO DE PARALIZACIÓN DE PRODUCCIÓN	223

2.8.3.	CAPITAL DE TRABAJO	223
2.9.	<i>PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO</i>	224
2.9.1.	PRESUPUESTO DE INGRESOS	225
2.9.2.	PRESUPUESTO DE COSTOS	225
2.9.3.	PRESUPUESTO DE GASTOS	227
2.9.4.	ESTADO DE RESULTADOS DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS	228
2.9.5.	FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	229
2.9.6.	ANÁLISIS DE PUNTO DE EQUILIBRIO	230
2.10.	<i>EVALUACIÓN</i>	239
2.10.1.	INDICADORES DE PRODUCCIÓN	239
2.10.2.	INDICADORES ECONÓMICOS	241
2.10.3.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	242
	Conclusiones	245
	Recomendaciones	248
	Referencias	250
III.	ANEXOS	253
	<i>ANEXO 01: METODOLOGÍA DE LOS 5 PORQUÉS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS</i>	<i>254</i>
	<i>ANEXO 02: FOTOS CERINSA SITUACION ACTUAL.....</i>	<i>256</i>

Contenido de Tablas

TABLA 1: SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	31
TABLA 2: MODELOS DE GESTIÓN DE SISTEMA PRODUCTIVO.....	31
TABLA 3: MEDIDAS DE CAPACIDAD PARA DIFERENTES TIPOS DE ORGANIZACIONES.	36
TABLA 4: DISPOSICIÓN FUNCIONAL TIPO TALLER	44
TABLA 5: DISPOSICIÓN EN CADENA.....	46
TABLA 6: CARACTERÍSTICAS DE LOS TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LOS PROCESOS.....	47
TABLA 7: ENFOQUES DE DISPOSICIÓN DE PROCESOS POR SUPERFICIE.....	51
TABLA 8: DISPOSICIÓN EN PRODUCCIÓN SIMPLE.....	52
TABLA 9: DISTRIBUCIÓN PARA PRODUCCIÓN MÚLTIPLE.....	53
TABLA 10: ÁREAS MÉTODO GUERCHET.....	54
TABLA 11: SIMBOLOGÍA DE OPERACIONES	60
TABLA 12: CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES POR EL VALOR QUE APORTEN	60
TABLA 13: DESPERDICIOS EN LOS RECURSOS DEL SISTEMA PRODUCTIVO.....	60
TABLA 14: DESPERDICIOS EN PROCESOS.....	61
TABLA 15: CAUSAS DE DESPERDICIOS DE PRODUCCIÓN.....	64
TABLA 16: TABLA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	70
TABLA 17: CONDICIONES DEL SERVICIO	73
TABLA 18: GRUPO DISTRILUZ.....	76
TABLA 19: COEFICIENTE DE ELECTRIFICACIÓN NACIONAL.....	80
TABLA 20: SERVICIO DE ELECTRIFICACIÓN EN EL PERÚ	80
TABLA 21: PARTICIPACIÓN POBLACIÓN POR REGIÓN	81
TABLA 22: FLETE DE TRANSPORTE	85
TABLA 23: DIMENSIONES DE COMPONENTES.....	86
TABLA 24: DISEÑO DE COMPONENTES	87
TABLA 25: MATERIAL DE ENSAMBLE.....	89
TABLA 26: MATERIAL DE EMBALAJE	90
TABLA 27: SUMINISTROS DE PRODUCCIÓN.....	90
TABLA 28: DENSIDAD POBLACIONAL POR PROVINCIA.....	93
TABLA 29: LISTA DE OPERACIONES	103
TABLA 30: PONDERACIÓN HORAS PROMEDIO POR DÍA	106
TABLA 31: REGISTRO DE PRODUCCIÓN ENERO 2010.....	108
TABLA 32: REGISTRO DE PRODUCCIÓN ENERO 2010- ACABADO, ENSAMBLE, EMBALAJE.....	111
TABLA 33: TIEMPOS ESTÁNDAR DE OPERACIÓN.....	112
TABLA 34: FACTORES DEL SISTEMA PRODUCTIVO.....	117
TABLA 35: ELEMENTOS DEL SISTEMA PRODUCTIVO.....	118
TABLA 36: PROPUESTA GENERAL DE SOLUCIÓN	125
TABLA 37: ÁREA MATERIALES.....	127
TABLA 38: BALANCE DE MATERIALES	128
TABLA 39: BALANCE DE ENSAMBLE Y EMBALAJE.....	128

TABLA 40: BALANCE DE INSUMOS DE SOLDADURA	130
TABLA 41: BALANCE DE INSUMOS DECAPADO	133
TABLA 42: BALANCE DE INSUMOS RECUBRIMIENTO CON PELÍCULAS	135
TABLA 43: BALANCE DE INSUMOS	135
TABLA 44: BALANCE DE ENERGÍA	136
TABLA 45: ÁREAS DE PLANTA	139
TABLA 46: MAQUINARIA ACTUAL	140
TABLA 47: RELACIÓN DE CARGAS ENTRE ÁREAS.....	143
TABLA 48: TARIFA TRANSPORTE PLANTA	144
TABLA 49: COSTEO CARGAS EN DISTRIBUCIÓN ACTUAL.....	144
TABLA 50: VALORACIÓN DE PROXIMIDAD MÉTODO MUTHER	147
TABLA 51: MÉTODO MUTHER PARA NECESIDAD DE PROXIMIDAD ENTRE ÁREAS	147
TABLA 52: COSTEO DE CARGAS DISTRIBUCIÓN PROPUESTA.....	148
TABLA 53: NUEVOS INDICADORES DE PRODUCCIÓN	149
TABLA 54: DIMENSIONES ELEMENTOS FIJOS.....	155
TABLA 55: DIMENSIÓN ELEMENTOS MÓVILES	158
TABLA 56: ÁREAS MÉTODO GUERCHT.....	158
TABLA 57: ÁREAS ELEMENTOS MÓVILES	160
TABLA 58: CAPACIDAD DE OPERACIÓN POR PIEZA	162
TABLA 59: COSTO DE PERSONAL EN PREPARACIÓN ORDEN DE PRODUCCIÓN.....	166
TABLA 60: COSTO DE MATERIALES Y SERVICIOS EN PREPARACIÓN ORDEN DE PRODUCCIÓN	166
TABLA 61: COSTO PERSONAL EN COSTO PEDIDO DE MATERIALES DE ENSAMBLE.....	167
TABLA 62: COSTO MATERIALES Y SERVICIOS EN COSTO PEDIDO DE MATERIALES DE ENSAMBLE.....	167
TABLA 63: COSTO DE PERSONAL EN COSTO PEDIDO DE MATERIALES DE FABRICACIÓN.....	167
TABLA 64: COSTO DE MATERIALES Y SERVICIOS EN COSTO DE PEDIDO DE MATERIALES DE FABRICACIÓN	168
TABLA 65: DEMANDA MENSUAL	169
TABLA 66: DATOS LOTE ECONÓMICO DE PRODUCCIÓN.....	169
TABLA 67: CÁLCULO DE NECESIDADES DE ENSAMBLE MENSUAL	170
TABLA 68: PLAN DE PRODUCCIÓN SEMESTRAL	170
TABLA 69: LOTE ECONÓMICO DE PEDIDO DE COMPONENTES	170
TABLA 70: NECESIDADES DE MATERIALES POR COMPONENTE	171
TABLA 71: LOTE ECONÓMICO DE PEDIDO DE MATERIALES	172
TABLA 72: LISTA DE MATERIALES CAJA PORTAMEDIDOR	172
TABLA 73: FICHERO MAESTRO DE STOCKS	176
TABLA 74: NECESIDADES DE MATERIALES POR PERÍODO	178
TABLA 75: PLAN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES TOTAL	186
TABLA 63: PLAN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES PEDIDOS	187
TABLA 77: PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN FABRICACIÓN (HORAS HOMBRE).....	188
TABLA 78: PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ACABADO	192
TABLA 79: TIEMPO NECESARIO PARA PRODUCIR SEGÚN EFICIENCIA	193
TABLA 80: MAQUINARIA PRINCIPAL.....	198

TABLA 81: MANO DE OBRA INDIRECTA	201
TABLA 82: PERSONAL DE PRODUCCIÓN (MANO DE OBRA DIRECTA)	202
TABLA 83: ANÁLISIS PERSONAL NECESARIO FABRICACIÓN	202
TABLA 84: ANÁLISIS PERSONAL NECESARIO ACTIVIDADES EN LÍNEA	203
TABLA 85: COSTEO MATERIA COMPONENTES.....	206
TABLA 86: COSTEO DE MATERIAL DE ENSAMBLE.....	206
TABLA 87: COSTEO MATERIAL DE EMBALAJE.....	207
TABLA 88: COSTEO INSUMOS DE SOLDADURA	207
TABLA 89: COSTEO INSUMOS TRATAMIENTO PREVENTIVO	208
TABLA 90: COSTEO INSUMOS DE PINTADO.....	208
TABLA 91: COSTEO DE ENERGÍA ACTUAL.....	209
TABLA 92: COSTEO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEJORA DE PRODUCCIÓN.....	209
TABLA 93: PRORRATEO DE COSTO DE ELECTRICIDAD	210
TABLA 94: COSTEO MANO DE OBRA.....	212
TABLA 95: COSTO MANO DE OBRA MENSUAL	213
TABLA 96: COSTO MANO DE OBRA UNITARIO	214
TABLA 97: COSTO DE PRODUCCIÓN	215
TABLA 98: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	216
TABLA 99: COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA	217
TABLA 100: COSTEO ACTIVIDAD 1	217
TABLA 101: COSTO ACTIVIDAD 2	218
TABLA 102: COSTO ACTIVIDAD 3	219
TABLA 103: COSTO ACTIVIDAD 4.....	219
TABLA 104: COSTO ACTIVIDAD 5	220
TABLA 105: COSTO ACTIVIDAD 6.....	220
TABLA 106: COSTO ACTIVIDAD 7	221
TABLA 107: COSTO ACTIVIDAD 8.....	221
TABLA 108: COSTEO DE ACTIVIDADES DE IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA.....	222
TABLA 109: SUELDOS.....	223
TABLA 110: CAPITAL DE TRABAJO DEL PROYECTO	223
TABLA 111: PRESUPUESTO DE INGRESOS	225
TABLA 112: PRESUPUESTO DE COSTOS	225
TABLA 113: GASTOS ADMINISTRATIVOS.....	227
TABLA 114: GASTOS DE VENTAS	227
TABLA 115: PRESUPUESTO DE GASTOS	228
TABLA 116: ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS.....	228
TABLA 117: ANÁLISIS ECONÓMICO PROYECTO.....	229
TABLA 118: COSTOS FIJOS Y VARIABLES.....	230
TABLA 119: ANÁLISIS MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	230
TABLA 120: ANÁLISIS PUNTO DE EQUILIBRIO	233
TABLA 121: ANÁLISIS SENSIBILIDAD PUNTO DE EQUILIBRIO.....	234

TABLA 122: TABULACIÓN FUNCIÓN COSTO TOTAL.....	237
TABLA 123: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ESCENARIO SÚPER OPTIMISTA	243
TABLA 124: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ESCENARIO PESIMISTA	243

Contenido De Figuras

FIGURA 1: PROCESOS DE MANUFACTURA.....	21
FIGURA 2: ELEMENTOS DE UN SISTEMA PRODUCTIVO	30
FIGURA 3: HORIZONTES DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	32
FIGURA 4: PROCESO DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	34
FIGURA 5: PROCESO DE FABRICACIÓN CONTRA STOCK	35
FIGURA 6: PROCESO DE FABRICACIÓN CONTRA PEDIDO	35
FIGURA 7: MEJOR NIVEL OPERATIVO, COSTE MEDIO MÍNIMO	37
FIGURA 8: DISTRIBUCIÓN ORIENTADA AL PRODUCTO, FUNCIONAL POR PROCESOS	43
FIGURA 9: DISTRIBUCIÓN ORIENTADA AL PRODUCTO, EN FLUJO.....	45
FIGURA 10: COMPARACIÓN DISTRIBUCIÓN FUNCIONAL-EN FLUJO.....	49
FIGURA 11: GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN	55
FIGURA 12: SUMINISTRO DEL PLAN AGREGADO.....	55
FIGURA 13: DATOS DE ENTRADA DE MRP	56
FIGURA 14: ANÁLISIS DE ACTIVIDAD POR OPERACIONES.....	59
FIGURA 15: TIPOS DE DESPERDICIO DE PRODUCCIÓN	62
FIGURA 16: DISEÑO 3D CAJA PORTAMEDIDOR DE LUZ MONOFÁSICO.....	68
FIGURA 17: PLANOS 2D CAJA PORTAMEDIDOR MONOFÁSICA	72
FIGURA 18: ALCANCE DEL GRUPO DISTRILUZ A NIVEL NACIONAL	77
FIGURA 19: FOTO CAJA PORTAMEDIDOR MONOFÁSICO.....	83
FIGURA 20: COMPOSICIÓN PRECIO DE VENTA ACTUAL	85
FIGURA 21: MAPA POLÍTICO DE LAMBAYEQUE	92
FIGURA 22 : POBLACIÓN LAMBAYEQUE 2010 (MILES).....	93
FIGURA 23: LAMBAYEQUE DISTRITOS CON MAYOR Y MENOS POBLACIÓN (MILES).....	94
FIGURA 24: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA LAMBAYEQUE 2009 (MILES DE PERSONAS).....	94
FIGURA 25: VÍAS DE COMUNICACIÓN LAMBAYEQUE.....	96
FIGURA 26: LOCALIZACIÓN CERINSA.....	98
FIGURA 27: DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANUFACTURA	100
FIGURA 28: DIAGRAMA DE FLUJO DE MATERIALES POR ACTIVIDAD DE MANUFACTURA.....	101
FIGURA 29: DIAGRAMA DE OPERACIONES DE MANUFACTURA.....	102
FIGURA 30: CAPACIDADES DE PLANTA ACTUALES	117
FIGURA 31: DESPERDICIO EN EL TIEMPO DE PRODUCCIÓN	120
FIGURA 32: DISTRIBUCIÓN TIEMPO TOTAL LABORADO EN PLANTA MENSUALMENTE.....	121
FIGURA 33: TIEMPO EFECTIVO VS DESPERDICIO MENSUAL.....	122

FIGURA 34: CUANTIFICACIÓN DEL DESPERDICIO INDUSTRIAL EN LA PRODUCCIÓN ACTUAL	123
FIGURA 35: CAUSA-EFECTO DESPERDICIO DE TRANSPORTE	124
FIGURA 36: CAUSA-EFECTO DESPERDICIO DE MOVIMIENTOS INNECESARIOS.....	124
FIGURA 37: CAUSA-EFECTO DESPERDICIO DE ESPERAS-DEMORAS	125
FIGURA 38: FOTO ESPERA DE LOTE DE CAJAS EN SOLDADURA DE PUNTO.....	138
FIGURA 39: FOTO ÁREA TRATAMIENTO PREVENTIVO	139
FIGURA 40: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL	140
FIGURA 41: DIAGRAMA UBICACIÓN DE EQUIPOS ACTUAL ÁREA DE FABRICACIÓN	142
FIGURA 42: DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE EQUIPOS ACTUAL ÁREA ACABADO, ENSAMBLE Y EMBALAJE.....	143
FIGURA 43: LAYOUT ACTUAL	144
FIGURA 44: DIAGRAMA DE EQUIPOS ACTUAL	145
FIGURA 45: RECORRIDO DE PIEZAS PRINCIPALES ACTUAL CAJA CMR.....	146
FIGURA 46: LAYOUT PROPUESTO.....	148
FIGURA 47: DISTRIBUCIÓN ACTUAL VS DISTRIBUCIÓN PROPUESTA	149
FIGURA 48: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PROPUESTA	150
FIGURA 49: DIAGRAMA DE EQUIPOS PROPUESTO	151
FIGURA 50: RECORRIDO ACTUAL PIEZAS PRINCIPALES	151
FIGURA 51: METRADO NUEVA DISTRIBUCIÓN ÁREAS	161
FIGURA 52: ÁRBOL DE MATERIALES CAJA PORTAMEDIDOR DE LUZ	175
FIGURA 53: COMPARACIÓN PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN	192
FIGURA 54: COMPARACIÓN HORAS HOMBRE NECESARIAS SEGÚN EFICIENCIA	197
FIGURA 55: ORGANIGRAMA ACTUAL	204
FIGURA 56: ORGANIGRAMA PROPUESTO	205
FIGURA 57: COSTO CONSUMO ELÉCTRICO MENSUAL.....	210
FIGURA 58: COSTO MANO DE OBRA MENSUAL	214
FIGURA 59: COMPOSICIÓN COSTO DE PRODUCCIÓN UNITARIO	216
FIGURA 60: ANÁLISIS COSTO VOLUMEN UTILIDAD.....	235
FIGURA 61: ANÁLISIS VOLUMEN – UTILIDAD.....	235
FIGURA 62: COMPOSICIÓN DEL PRECIO DE VENTA SEGÚN VOLUMEN DE PRODUCCIÓN.....	236
FIGURA 63: FUNCIÓN COSTO TOTAL UNITARIO VS NIVEL DE PRODUCCIÓN.....	238
FIGURA 64: COMPARACIÓN SISTEMA ACTUAL VS SISTEMA PROPUESTO.....	239
FIGURA 65: INCREMENTO INDICADORES CON LA MEJORA PROPUESTA.....	240
FIGURA 66: FOTO ÁREA SOLDADURA DE PUNTO.....	256
FIGURA 67: FOTO ACOMODADO DE CAJAS.....	256
FIGURA 68: FOTO ACUMULACIÓN DE CAJAS PARA SOLDAR.....	257
FIGURA 69: FOTO ENSAMBLE-EMBALAJE	257
FIGURA 70: FOTO VISTA ÁREA DE PENSADO.....	258
FIGURA 71: FOTO VISTA ÁREA DE CORTE.....	258
FIGURA 72: FOTO VISTA PLANTA	259
FIGURA 73: FOTO ACUMULACIÓN DE CAJAS TERMINADAS EN EL SUELO.....	259

Resumen

El objetivo central del estudio es Diseñar un Sistema Integral de Planificación y Control de la Producción en la fabricación de Cajas Portamedidores de Luz Monofásico, para la reducción de los desperdicios industriales y un mejor aprovechamiento del tiempo de trabajo. Se debía analizar la situación actual del sistema y factores de producción; identificar y cuantificar los desperdicios industriales, diseñar un plan estratégico de capacidad y reestructuración de la distribución de planta; así como un sistema de planificación táctica y programación de la producción; determinar y evaluar los costos e indicadores de producción obtenidos y finalmente realizar un análisis económico de la inversión y su recuperación.

Se emplearon técnicas y herramientas de Diseño de Layout con análisis de cargas, Distribución Parcial, Requerimientos de Espacios, Lote Económico de Producción, Planeación Maestra de Producción, Planeación de Requerimientos de Materiales, Planeación de Requerimientos de Capacidad, y aplicaciones de funciones matemáticas a la economía, obteniendo:

Un aumento de la tasa de producción mensual de 10,617 a 10,649 unidades, mejora de los indicadores de utilización del 65% al 87%, eficiencia del 70% al 91%, margen de utilidad del 35% al 41%. Eliminación de 78 horas extra al mes (7,847 soles), reducción del desperdicio industrial de 35% a 8, utilización de horas hombre de 641 a 565 semanales en la programación; costo total unitario de S/.18.11 a S/.17.42, costo de mano de obra mensual (directa e indirecta) de S/.23,461 a S/.15,613 soles. Una inversión total de S/. 314,832; con una TIR de 21%, VAN de S/. 143,912, ROI del 182% y Relación Beneficio/Costo de 1.46.

Palabras Clave: Eficiencia, Utilización, Desperdicio, Tiempo Extra, Planificación de la Producción, Distribución de Planta, Layout, Programación de la Producción, Margen de Utilidad.

Abstract

The central objective of the study is to Design a Comprehensive Production Planning and Control System in the manufacture of Single-Phase Light Meter Holder Boxes, for the reduction of industrial waste and better use of work time. The current situation of the system and production factors had to be analyzed; identify and quantify industrial waste, design a strategic capacity plan and restructuring of plant distribution; as well as a tactical planning and production scheduling system; determine and evaluate the costs and production indicators obtained and finally carry out an economic analysis of the investment and its recovery.

Layout Design techniques and tools were used with load analysis, Partial Distribution, Space Requirements, Economic Production Lot, Master Production Planning, Material Requirements Planning, Capacity Requirements Planning, and applications of mathematical functions to the economy, obtaining:

An increase in the monthly production rate from 10,617 to 10,649 units, improvement of utilization indicators from 65% to 87%, efficiency from 70% to 91%, profit margin from 35% to 41%. Elimination of 78 extra hours per month (7,847 soles), reduction of industrial waste from 35% to 8, use of man hours from 641 to 565 per week in programming; total unit cost from S/.18.11 to S/.17.42, monthly labor cost (direct and indirect) from S/.23,461 to S/.15,613 soles. A total investment of S/. 314,832; with an IRR of 21%, NPV of S/. 143,912, ROI of 182% and Benefit/Cost Ratio of 1.46.

Keywords: Efficiency, Utilization, Waste, Overtime, Production Planning, Plant Layout, Layout, Production Scheduling, Profit Margin.

Introducción

Actualmente las empresas recurren a una variada gama de estrategias para mantener su presencia en el mercado y aumentar sus ventas, al mismo tiempo los consumidores y el mercado le exigen ofrecer un producto más atractivo a sus necesidades y capacidad adquisitiva, en este caso puntual de la ferretería eléctrica, la elección de compra muchas veces va a ser determinada por el precio del bien o servicio que se esté ofreciendo.

Industrial metalmecánica CERINSA E.I.R.L., es un taller de producción discreta, ubicado en la ciudad de Chiclayo (VER FIGURA N°26); destinado a la fabricación de cajas portamedidores de luz monofásicos, trifásicos, tableros de distribución auto soportados y con soportes, cajas de derivación de acometida metálicas y de poli carbonato, entre otros; así mismo se dedica a la fabricación de ferretería eléctrica.

El actual sistema de planificación y control de la producción en CERINSA, es poco eficiente (VER FIGURA N°65), existiendo cierto desconocimiento de la situación actual del sistema productivo; escasos archivos de producción y seguimiento de ellos; incertidumbre sobre los desperdicios industriales y el tiempo productivo no aprovechado (tiempos de preparación, esperas, sobreproducción, transporte, movimientos innecesarios, inventario en proceso, por el proceso mismo, por defecto); deficiente utilización de espacios a nivel de áreas y maquinaria (VER FIGURA N°45), que generan excesivos tiempos perdidos en transportes y movimientos innecesarios que no generan valor agregado al producto (VER FIGURA N°31); escasa eficiencia en la programación de la producción, como consecuencia de la baja utilización de la mano de obra.

Ocasionando la necesidad de horas extra de producción (VER FIGURA N°34); para poder cubrir la demanda del mercado actual, que al mismo tiempo encarecen los costos de mano de obra y disminuyen la rentabilidad de la empresa. (VER FIGURA N°62); Este deficiente sistema, asimismo, genera problemas en la asignación de tareas y de uso de maquinaria (que un equipo este prendido más tiempo significa que trabaje más), fallas y paradas de línea al no haberse programado el mantenimiento requerido

El mercado al cual destina la mayor parte de su producción son empresas distribuidoras de luz eléctrica, a nivel regional y nacional, a través del sistema de licitaciones, concursos públicos para grandes volúmenes de producción, motivo por el cual la oportunidad de buena pro se ve influenciada por el precio y plazo de entrega propuesto en la cotización; la cual se evaluará técnica y económicamente, en función del precio base establecido por la empresa licitadora y el precio más bajo del total de cotizaciones recibidas, asimismo se efectúa con el plazo de entrega. Sin embargo, no siempre se pueden ajustar los precios en acuerdo con el cliente, sin que las utilidades se vean disminuidas notablemente, bajo estas circunstancias el único camino es eliminar desperdicios de los procesos para reducir los costos (Villaseñor A. y Contreras E, 2007).

Esta situación y la creciente demanda de empresas distribuidoras de luz, (VER TABLA N°21) como resultado de la tasa de electrificación rural del país que viene incrementándose anualmente (Ministerio de Energía y Minas, 2006), trae consigo poca capacidad de la empresa de aceptar pedidos grandes y por lo mismo oportunidades, es por ello que se plantea la necesidad de un sistema integral de Planificación y Control de la Producción de Cajas metálicas portamedidor de mayor eficiencia; un rediseño del taller en función del proceso productivo, y un sistema de planificación de la producción y recursos en la empresa, para la reducción de los desperdicios industriales y por ende costos, y así ser más competente.

Es así que se formula el problema de estudio:

¿De qué manera el Diseño de un Sistema Integral de Planificación y Control de la producción de Cajas portamedidor en Industrial Metalmecánica CERINSA E.I.R.L, influenciará la reducción de los desperdicios industriales?

El objetivo central es Diseñar un Sistema Integral de Planificación y Control de la Producción de Cajas metálicas portamedidor en la empresa; para ello se realizará previamente un diagnóstico de la situación actual, del sistema y factores de producción; identificación y cuantificar los desperdicios industriales, en el proceso productivo de cajas portamedidor, elaboración de un plan estratégico de capacidad y reestructuración la distribución de planta, elaboración de un sistema de planificación táctica y programación de la producción, evaluación del costo del producto e indicadores de producción y económicos.

La importancia de este trabajo radica en que la empresa actualmente necesita de un diagnóstico de la situación actual de sus instalaciones y proceso productivo, siendo la actividad comercial basada en concursos públicos o licitaciones de empresas distribuidoras de luz a nivel regional y nacional, se necesita competitividad en precios y plazo de entrega. El sistema de licitaciones evalúa las propuestas de diferentes postores entre los que se encuentra CERINSA, del total de evaluaciones, la económica se dará en función del precio base establecido por la empresa licitadora y el precio más bajo del total de cotizaciones recibidas, asimismo se efectúa con el plazo de entrega, de ahí la necesidad de aminorar los costos de producción.

De acuerdo con la finalidad de las empresas, el maximizar utilidades y satisfacción del cliente, la reducción de costos permitirá un mayor margen de utilidades para la empresa o la flexibilidad en la fijación del precio, la satisfacción del cliente se demostrará en el cumplimiento de fechas de entrega, asimismo, está demostrado que la higiene y mejora de las condiciones de trabajo mejora la productividad.

I. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

“La reingeniería de procesos como factor clave en la competitividad: Empresa ABB Trafo”. El objetivo de este estudio era ampliar el mercado ofreciendo un producto a nivel de los estándares europeos, para ello se debía aumentar su capacidad de producción, nuevos ciclos de producción y plazos de entrega, primero se realizó un diagnóstico de potencialidades y formación de equipos de trabajo, se utilizó la herramienta de simulación RPS (Real ProcessSimulation) así, se consiguió que los trabajadores no solo se preocuparan de su trabajo sino del proceso en línea, lo que mejoró resultados y clima laboral, implementación de una pizarra donde se exponían procesos, fases y resultados, donde cada empleado observaba el proceso en marcha y elegía la operación siguiente que realizaría evitando la dependencia con el jefe del taller, los tiempos de ciclo se redujeron de 15 a 7 días, descenso del nivel de inventario en proceso de 50%, originando personal más motivado y productivo. (Bolívar C., Rudberg P., 2010)

“Proyecto de Reingeniería del servicio técnico de talleres de una Empresa distribuidora automotriz”. El objetivo de esta investigación fue la aplicación de metodologías a través de las cuales los procesos serían medidos y evaluados, para identificar y eliminar los desperdicios. Se aplicó la metodología Business ProcessReengineering (BPR) con la técnica IDEFØ, la que permitió organizar el análisis de un proceso, además, con la aplicación de las 5 S's se eliminó el cuello de botella existente en el proceso del servicio postventa, mediante esta metodología se logró una correcta asignación de recursos, como un mejor desempeño, se estableció un manual de reingeniería que se ve reflejado en los indicadores de productividad. Con esta reducción, se definieron y se detectaron las actividades que no agregan valor en cada proceso, se buscó la forma de simplificar, combinar o eliminar, aquellas actividades del proceso entrega-recepción que no son vitales y causan pérdida de tiempo y dinero; al hacerlo se logró reducir costos de la empresa. (Gonzales V., Romero A., Nieto C. y otros, 2009)

“Rediseño de procesos administrativos en áreas de almacenamiento y producción de una empresa metalmeccánica con la ayuda de un sistema de información”, se realizó un

rediseño de los procesos administrativos con los cuales se maneja actualmente las áreas de almacenamiento y producción de una compañía de construcciones metalmecánicas que permita cambiar un sistema ineficiente que adolece de múltiples fallas por uno más moderno y eficiente. Para ello se realizó un estudio de los procesos administrativos actuales y tras un análisis detallado de las fortalezas y debilidades encontradas en el actual sistema, se propuso un método alternativo de trabajo basado en la tecnología de la información que refuerce las fortalezas y elimine las debilidades identificadas. Del análisis de la situación actual de las áreas de producción y almacenamiento de la empresa en estudio se determinó la existencia de múltiples fallas que tienen consecuencias negativas sobre el desarrollo de los procesos administrativos como son: procedimientos muy largos, exceso de papeleo, entre los más relevantes. Por ello se diseñó el método propuesto con el objetivo de ofrecer una alternativa a los métodos actuales de administración. Este método, una vez diseñado fue puesto a prueba bajo una situación ficticia de tal forma que permitiera mostrar sus cualidades y a la vez realizar estimados de tiempo para así poder hacer una comparación entre el método actual y el método propuesto. Esta comparación dio resultados positivos pues se evidenció una disminución de los tiempos de proceso de más del 50%. Si bien el sistema propuesto consta de más pasos que el sistema actual, estos son en un amplio porcentaje desempeñados por el sistema de información que se deberá implementar como parte del cambio de sistema administrativo. Es de esta forma que se ha logrado la reducción de alrededor del 50% en el uso de horas hombre en los procesos de almacenamiento y producción. Esto no lleva sino a la conclusión de que el desarrollo e implantación de un sistema alternativo de métodos administrativos se justifica plenamente pues repercutirá en ahorros tangibles, como los mencionados acerca del menor costo de mano de obra, así como intangibles, como una mejora en la imagen de la compañía al mostrarse más organizada y una mayor capacidad de control del gerente sobre los distintos procesos. (Cabezas H., Tapia M., 2009)

“Rediseño de planta de la empresa Osaka MotorcyclePartsLtda”, El estudio desarrolló en cuatro etapas basadas en la planificación sistemática de la distribución propuesta por Richard Muther y en cada una de éstas se presentó la mayor cantidad de datos recolectados de la empresa que contribuían a que el diseño sea lo más eficiente posible.

En la primera etapa se mostró información acerca de los factores que inciden en el diseño y localización de la planta, tales como el desarrollo del proceso productivo, el diagrama Producto-Cantidad, los requerimientos de las áreas, entre otros. En la etapa dos se realizó la planificación de la distribución general total, es decir, una vista general, basada en los datos recolectados en la etapa uno, de cómo deberían estar ubicadas las diferentes áreas de trabajo con respecto a las otras. En la siguiente etapa se desarrolló la distribución al detalle, en la cual se muestra la ubicación exacta de cada una de las áreas y sus equipos. Y finalmente, se proporcionó información acerca de la instalación de la planta como es el presupuesto general y el cronograma de actividades. (Maya Saldarriaga N., 2009).

“Manufactura esbelta: propuestas de mejora al proceso productivo de una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de frituras”. El objetivo de este proyecto es generar acciones de mejora que permitan la eliminación de las actividades que no agregan valor del proceso productivo del duro c/20 de la empresa Pacoyo’s S.A.”. Se definieron las especificaciones del producto para satisfacer las necesidades del cliente, se identificaron las actividades del proceso de producción que agregan, así como los desperdicios (actividades que no agregan valor). Se registró en un mapa de flujo de valor para representar la situación actual de la empresa, se elaboró un mapa flujo de valor del estado futuro, en el cual se presentó una visión ideal del proceso. Se implementaron las herramientas de manufactura esbelta, que permitió pasar del estado actual al futuro. Finalmente, se llevó a cabo la implementación de las 5S, que es una herramienta que permitió dar seguimiento a la mejora continua del proceso. Los resultados indicaron que se redujeron en un 90% los recorridos al área de anaquel, se disminuyó el tiempo de ciclo de la etapa de enfriado en un 47.5%, la cantidad de producto defectuoso disminuyó de 23 piezas por caja a sólo ocho piezas, y la capacidad de producción diaria aumentó de 22 cajas a 29 cajas de materia terminado, lo que representa un ingreso extra de \$2,700 al día, equivalente a \$ 54,000 al mes. (Naranjo A., Ramírez E., Portugal J. 2008)

“Comparación de sistemas de control de piso en presencia de recursos de capacidad limitada mediante simulación con Redes de Petri”. Este estudio buscaba una salida ante la existencia de diversos sistemas de control de piso para implementar en sus plantas de

producción de acuerdo a sus ventajas o desventajas relativas. Con el fin de identificar las principales diferencias se realiza una comparación entre los sistemas MRP, Kanban, CONWIP y DBR, siendo estos los más comunes en la actualidad de las empresas. La comparación se realiza sobre los resultados obtenidos para cada uno de los sistemas luego de una simulación en una herramienta llamada Redes de Petri. Los resultados finales de los cuatro modelos son analizados con un paquete estadístico, encontrando que su comportamiento es relativamente similar al evaluar su finalización de trabajos, pero se encuentran diferencias importantes al evaluar la cantidad de trabajo en proceso que requieren para alcanzar su nivel de producción óptimo. (Gutiérrez C., 2006)

1.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.2.1. Manufactura

Aplicación de procesos físicos y químicos para alterar la geometría, propiedades, y/o apariencia de un material dado para hacer partes o productos. (Black, S., Chiles V., 1999)

Operaciones de manufactura: Las operaciones de proceso son aquellas que utilizan energía con el fin de alterar la forma, propiedades físicas o apariencia de un objeto de un estado a otro con el fin de darle un valor agregado.

Operaciones de ensamble: Dos o más partes son unidas para formar una nueva identidad.

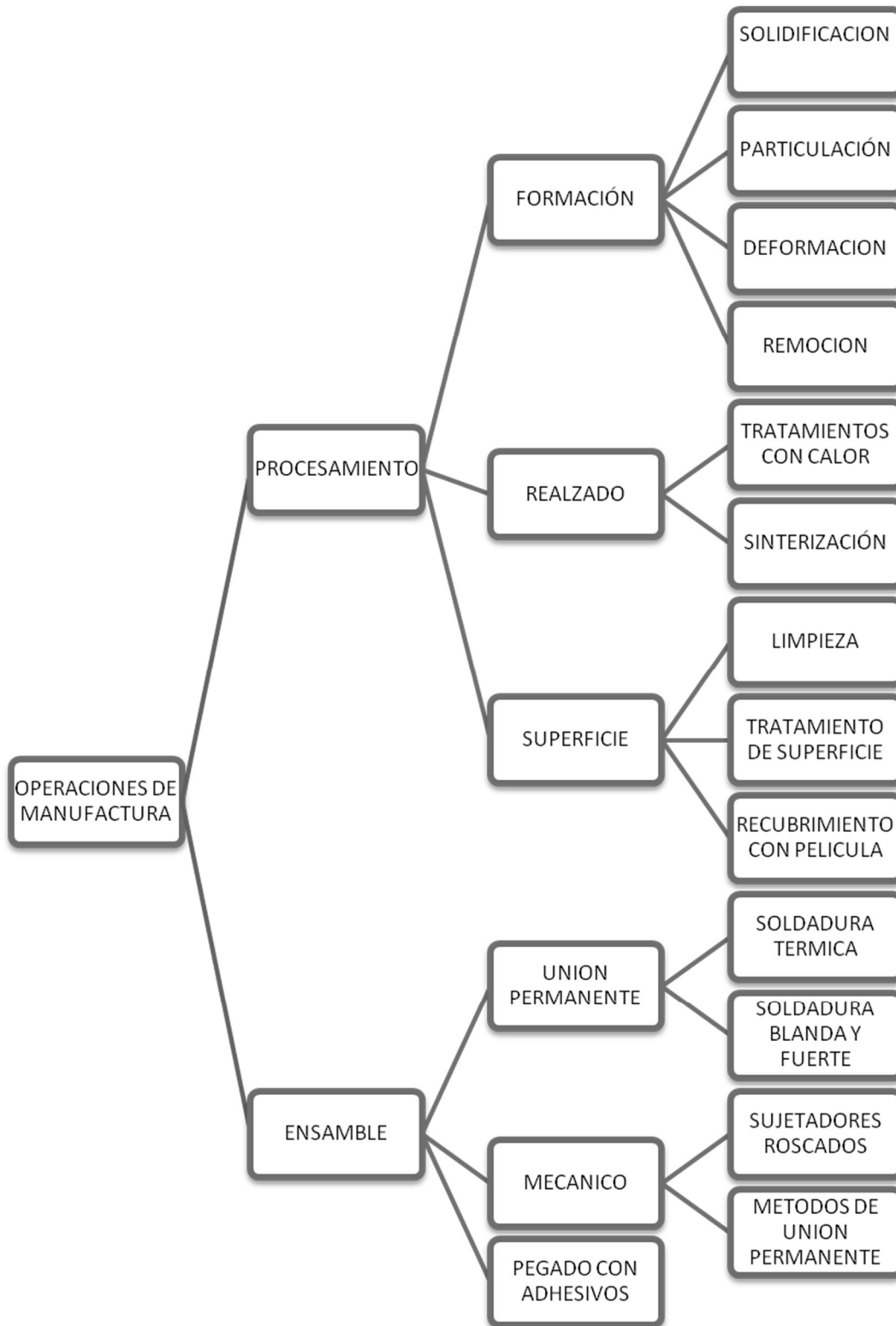


Figura 1: Procesos de Manufactura

(Fuente: Black, S., Chiles V., 1999)

- **Maquinado o Deformación**

Proceso de manufactura de deformación en cortante del material de trabajo, lo que produce la viruta, la cual al ser removida queda expuesta la nueva superficie. Es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o la ocurrencia de dilatación térmica.

Corte

Proceso de separación del metal de una pieza de trabajo.

Guillotinado

Proceso de separación de material en el cual se hace pasar a presión una o dos cuchillas a través de una parte fija.

Doblez

Se efectúa al obligar al material a doblarse a lo largo de un eje. Entre los procesos por doblado están el doblez pelado, corrugado y rechazado en alta velocidad.

Perfilado

El perfilado consiste de manera esquemática en hacer pasar una banda de acero en medio de rodillos trabajándola de manera a darle una forma continua de perfil.

Embutido

Se realiza para la fabricación de elementos huecos a partir de Planchas de acero u otros metales. Se desarrolla a partir de un disco de material previamente seleccionado, el cual es empujado dentro de una matriz hueca por un punzón.

Troquelado

Funciona bajo el mismo principio que una perforadora de papel, se coloca la plancha metálica y luego un punzón corta el Acero de la misma manera que aquella lo hace con el papel.

Taladrado

Es la operación de hacer orificios en cualquier material.

Roscado

Consiste en la mecanización helicoidal interior (tuercas) y exterior (tornillos, husillo) sobre una superficie cilíndrica. Es un tipo de sistemas de unión y sujeción (roscas). La superficie roscada es una superficie helicoidal, engendrada por un perfil determinado, cuyo plano contiene el eje y describe una trayectoria helicoidal cilíndrica alrededor de este eje.

- Sinterización

Es el tratamiento térmico de un polvo o compactado metálico o cerámico a una temperatura inferior a la de fusión de la mezcla, para incrementar la fuerza y la resistencia de la pieza creando enlaces fuertes entre las partículas.

- Procesos de Ensamble

La función básica de proceso de ensamble, (montaje) es unir dos o más partes entre sí para formar un conjunto o subconjunto completo. La unión de las partes se puede lograr con soldadura de arco o de gas, soldadura blanda o dura o con el uso de sujetadores mecánicos o de adhesivos.

- Tratamiento superficie

Desengrasado

Eliminación de los residuos de aceites y grasas de la superficie de la pieza. Se introducen las piezas en baños desengrasantes que contienen agentes

tensoactivos cuya eficacia depende de la concentración del desengrasante, la temperatura del baño y la duración del tratamiento.

Lavado

Lavado intermedio de las piezas antes de que éstas pasen a la siguiente etapa de decapado. En caso contrario, la disolución de desengrasado que arrastran las piezas conteniendo aceites, grasas y componentes del propio baño de desengrasado, se incorporarían al baño posterior de decapado, acortando su vida.

Decapado

Método mediante el cual se elimina el óxido y las cascarillas de la superficie de la pieza mediante disoluciones ácidas. El objetivo de este proceso es la eliminación de la cascarilla sin que se llegue a atacar la superficie del acero. (Ortiz I. y San Román M., 2006)

- Recubrimiento con Películas

Busca obtener una superficie con características adecuadas para la aplicación particular del producto que se está manufacturando, en algunos casos el proceso de acabado puede tener la finalidad adicional de lograr que el producto entre en especificaciones dimensionales. Entre sus objetivos destacan:

- Protección contra la corrosión
- Tolerancias dimensionales de alta precisión

Pintado Epoxi

La pintura epoxi es un esmalte de resinas epoxi para la protección de materiales metálicos. Se usan en capas de impresión, tanto para proteger de la corrosión, el ataque de ácidos y químicos como para mejorar la adherencia de las posteriores capas de pintura.

Pintado Electrostático

Es un tipo de recubrimiento que se aplica como un fluido, de polvo seco, suele ser utilizado para crear un acabado duro que es más resistente que la pintura convencional. El proceso se lleva a cabo en instalaciones equipadas que proporcionen un horno de curado, cabinas para la aplicación con pistolas electrostáticas.

Lijado

El propósito del lijado es eliminar desigualdades y alisar la superficie o eliminar capas de pintura vieja. También es necesario para proporcionar el anclaje mecánico (rugosidad) que mejora la adherencia de la pintura.

Horneado-Quemado

Una vez aplicada la pintura de acabado, esta se puede secar a la temperatura ambiente, 20°C aproximadamente, o acelerar el proceso de secado elevando la temperatura a unos 60-80 °C en una cabina de secado aparte o en la misma cabina en la que se ha aplicado la pintura. Circula aire en su interior a una temperatura que oscila entre los 60 y los 80°C durante unos 45 minutos de secado.

- Soldadura

Es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son soldadas fundiendo ambas y agregando un material de relleno fundido (metal o plástico), el cual tiene un punto de fusión menor al de la pieza a soldar, para conseguir un baño de material fundido (el baño de soldadura) que, al enfriarse, se convierte en una unión fija.

Soldadura de Punto

Un método de soldadura por resistencia, útil en láminas metálicas, aplicable normalmente entre 0,5 y 3 mm de espesor, que se logra mediante el calentamiento de una pequeña zona al hacer circular una corriente eléctrica.

Soldadura Autógena

Es un tipo de soldadura por fusión conocida también como soldadura oxicom bustible u oxiacetilénica. En este tipo de soldadura, la combustión se realiza por la mezcla de acetileno y oxígeno que arden a la salida de una boquilla (soplete).

Soldadura Migmag

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.

- Sujetadores Roscados

La denominación que se da a los sujetadores roscados depende de la función para la que fueron hechos y no de cómo se emplean realmente en casos específicos. Si se recuerda este hecho básico, no será difícil distinguir entre un tornillo y un perno. Si un elemento está diseñado de tal modo que su función primaria sea quedar instalado dentro de un agujero roscado, recibe el nombre de tornillo. Si un elemento está diseñado para ser instalado con una tuerca, se denomina perno.

1.2.2. Producción

La producción es un conjunto de actividades desarrolladas con la utilización de unos medios o recursos convenientemente seleccionados, organizados y gestionados para

la obtención o adición de valor de uno o varios productos a través de un proceso de producción. La actividad de producción se lleva a cabo por medio de la ejecución de un conjunto de operaciones integradas en procesos. Este proceso debe estar sujeto a los métodos de operación más adecuados y a la gestión y control económicos que traten de lograr la máxima eficiencia, minimizando el tiempo y el coste del proceso y elevando al máximo la productividad, así como gestionando de forma óptima la calidad del producto, de manera que se logre también obtener el máximo valor añadido. (Cuatrecasas L., 2009).

1.2.2.1. Sistema Productivo

Sistema

Conjunto de objetos y/o seres vivientes relacionados de antemano, para procesar un insumo, y convertirlo en el producto definido por el objetivo del sistema y que puede o no tener un dispositivo de control que permita mantener su funcionamiento dentro de los límites preestablecidos. Todo sistema tiene una entrada, un proceso y una salida

Producir

Producir es transformar unos bienes o servicios (factores de producción o inputs) en otros bienes o servicios (outputs o productos).

Elementos de un Sistema Productivo

✓ Factores de Producción:

Medios humanos y materiales

- Materiales y Productos (Adquiridos ya elaborados)
- Elementos (trabajadores, equipamientos, y otros recursos)
- Organización

✓ **Proceso de Producción:**

Elemento central, conformado por un conjunto de actividades

- Actividades coordinadas que suponen la ejecución física de la producción (operaciones propias del proceso)
- Actividades complementarias (de preparación para las operaciones)

Resultado de un Sistema Productivo

✓ **Producto:**

Conjunto de atributos tangibles e intangibles que incluye el empaque, color, precio, prestigio del fabricante, prestigio del detallista y servicios que prestan este y el fabricante.

- **Producto Industrial:** Son comprados para procesarlos o utilizarlos en el manejo de un negocio.

Materiales y partes

Entran de manera total en el producto, ya sea por medio de procesamiento o como componentes.

- Las materias primas
- Las materias y partes manufacturadas.

Bienes de Capital

Entran parcialmente en el producto terminado.

- Las instalaciones (edificios, fabricas u oficinas)
- El equipo accesorio (equipo de producción portátil y herramientas)

Suministros y servicios

No entran para nada en el producto terminado.

- Los suministros
 - Suministros para la operación (lubricantes, carbón, papel para escribir a máquina o lápices).
 - Artículos de mantenimiento y reparación (pintura, clavos o escobas).

- Los servicios
 - Servicios de reparación y mantenimiento.
 - Servicios de asesoría (legal, administrativa o publicitaria).

- **Producto Consumo:** son los que compran los consumidores definitivos para su propio consumo.

Objetivo de un Sistema Productivo

✓ **Valor añadido**

Es el objetivo final de la producción. Es la diferencia entre el valor del producto obtenido y el valor de los materiales y productos puestos a disposición del proceso para obtenerlo.

- **Valor del producto final**

Lo determina el consumidor por medio del precio que está dispuesto a pagar.

- **Valor de los materiales y recursos consumidos**

Está en manos de los responsables de la gestión del sistema productivo, que en realidad actúan como consumidores (compran materiales, contratan personal, adquieren equipamientos).

✓ **Cadena de Valor**

Medio por el que la producción de cualquier bien o servicio se halla normalmente vinculada a la producción de otros. Donde cada producto es resultado de unos materiales, factores y proceso, pero de forma que el producto resultante de un proceso es un input o factor del proceso de otro.

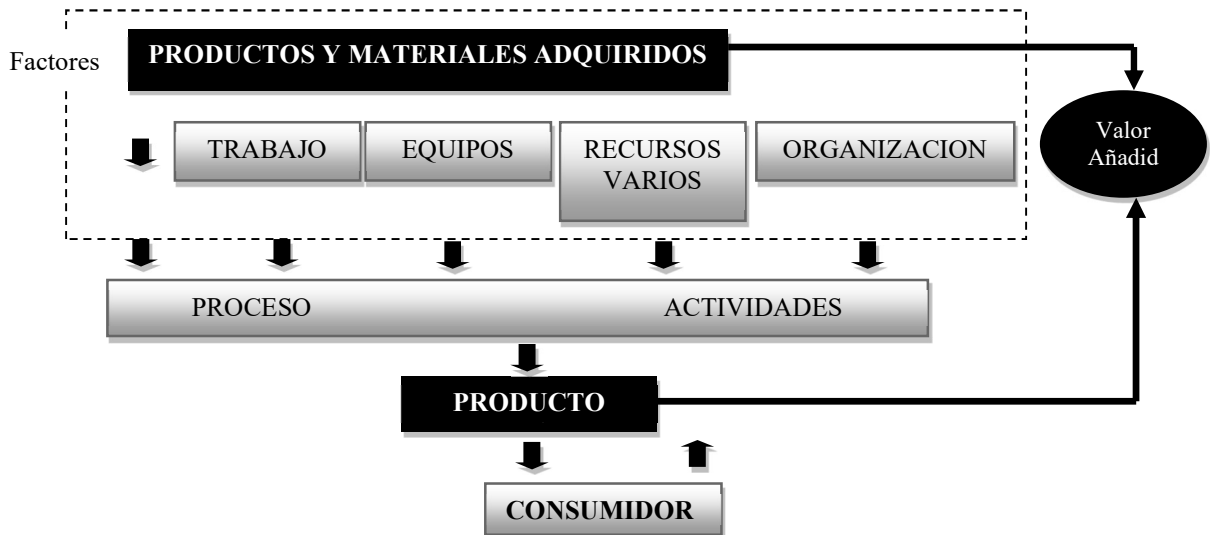


Figura 2: Elementos de un Sistema Productivo

(Fuente: Cuatrecasas L., 2009)

1.2.2.2. Tipos de Sistemas Productivo

Tabla 1: Sistemas de Producción

Sistemas:	Producción en masa	Producción en Batch	Producción por orden de trabajo
Demanda del producto	Altamente estable	Relativamente estable	Infrecuente/Inestable
Volumen de la demanda	Alta	Mediana - Baja	Muy Baja
Variedad de los materiales	Baja	Moderada	Alta
Equipos	Especializado/Dedicado	Especializado/Dedicado y propósito general	Propósito General
Variedad del producto terminado	Baja	Moderada	Alta
Flexibilidad del proceso	Baja	Media	Alta

(Fuente: Rathi N., 2009)

Tabla 2: Modelos de Gestión de Sistema Productivo

Tipo de modelo de gestión de sistema productivo	Industrial masiva	Sistema TPS	Gestión basada en las limitaciones
Método	Grandes cantidades de producto y reducción de costes por economía de escala	Apoyado en Jidoka y JIT, operaciones de un sistema con calidad asegurada, en el mínimo empleo de recursos de todo tipo y la adaptación total a las necesidades de los consumidores, sistema pull y gestión enfocada a la flexibilidad	Técnica de producción Optimizada (OPT), búsqueda de restricciones de un sistema y mejora de su eficiencia.
Autor	Taylor y Ford	Toyota	Goldratt

(Fuente: Cuatrecasas L., 2009).

1.2.3. Planificación de la Producción

La planificación en las empresas es un proceso por el cual cada uno de los departamentos organiza sus recursos en el tiempo con el objeto de optimizar su uso y conseguir así el mayor beneficio posible para la empresa. Existen diferentes niveles de planificación en función del horizonte de tiempo para el que se toman las decisiones. (UNAV, 2008)



Figura 3: Horizontes de Planificación de la Producción

(Fuente: UNAV, 2008)

La **planificación estratégica**

Afecta, como indica su nombre, a las decisiones estratégicas de la empresa. El horizonte de esta planificación varía, según los casos, entre 1 y 3 años. (Fuente: UNAV, 2008)

La **planificación agregada**

Determina los niveles de producción, inventario y mano de obra necesarios, en un horizonte de planificación determinado, para satisfacer la demanda. Su uso está más extendido de lo que en principio puede parecer, principalmente, en lo referente a los niveles de mano de obra. El horizonte puede comprender desde 1 mes hasta 1 año. (Fuente: UNAV, 2008)

La planificación maestra de producción (PMP)

Corresponde a la planificación de los productos con demanda independiente y es consecuencia de la planificación agregada. Esta planificación es típica de empresas que son proveedores de la industria de montaje, como coches, electrodomésticos... La empresa de montaje facilita a sus proveedores la planificación maestra de sus artículos, para que los proveedores puedan preparar las entregas. El horizonte puede variar entre 1 semana y 1 mes. (Fuente: UNAV, 2008)

Planificación de necesidades (MRP)

Deriva de la planificación maestra y centra su acción en los productos con demanda dependiente. En este tipo de planificación se hace imprescindible la utilización de medios informáticos en su ejecución. El horizonte es el mismo que el de la planificación maestra. (Fuente: UNAV, 2008)

Planificación detallada

Prepara el programa de fabricación que realizará cada máquina y cada operario. Normalmente se realiza cada semana, aunque en algunas empresas se planifica más de una vez al día. Es, sin duda, el nivel de planificación más complejo. En este último nivel los intentos de automatización han sido numerosos, pero la aleatoriedad de muchas variables básicas para la planificación final, hace que la intervención de un responsable para tomar decisiones sea imprescindible. No obstante, los ordenadores ayudan a la gestión, ya que es posible manejar gran cantidad de información al mismo tiempo. (Fuente: UNAV, 2008)

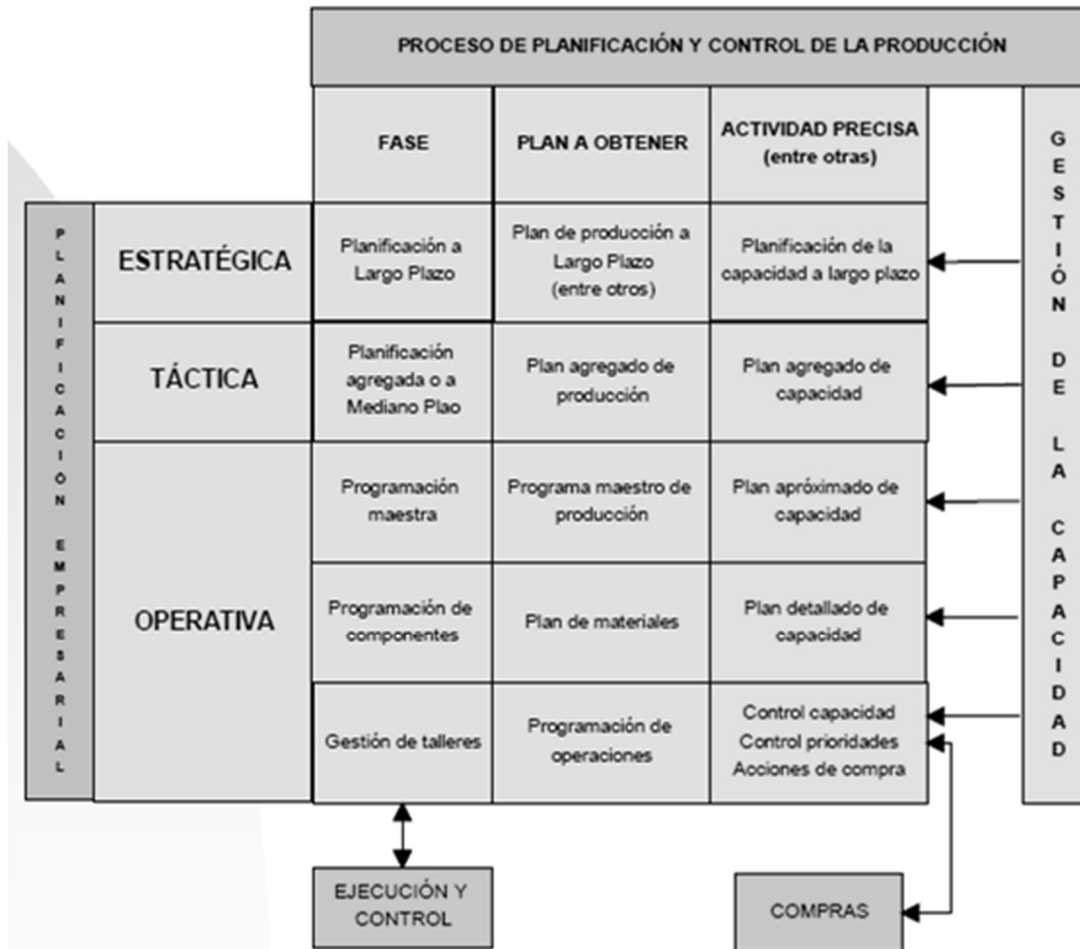


Figura 4: Proceso de Planificación y Control de la Producción

(Fuente: Oliveros, 2009)

1.2.3.1. Tipos de Planificación

a. Planificación Contra Stock

Los productos son retirados del almacén de productos terminados de acuerdo con la demanda del cliente. Por tanto, numerosas empresas aseguran trabajar contra pedido cuando realmente su fabricación es contra stock. Por otro lado, algunas veces un pedido del cliente da lugar a un pedido a producción por una cantidad mayor que la demandada, guardándose el resto del pedido en el almacén. En este caso, el tipo de planificación es mixta. Otras veces la empresa trabaja contra stock con un grupo de productos y con otros fabrica contra pedido.



Figura 5: Proceso de Fabricación Contra Stock

(Fuente: UNAV, 2008)

b. Planificación Contra Pedido

Muchas las empresas que tienen necesidad de trabajar únicamente contra pedido, en ocasiones, una empresa puede combinar ambas formas de producción. Por ejemplo, podría trabajar contra stock en una primera parte del proceso productivo y contra pedido en la parte final, donde se personaliza el producto. También es posible que, debido a la imposibilidad de cumplir los plazos exigidos por los clientes, la empresa se vea obligada a adelantar producción y almacenar producto en curso.



Figura 6: Proceso de Fabricación Contra Pedido

(Fuente: UNAV, 2008)

Para distinguir claramente ambos conceptos, es necesario identificar el proceso que se realiza desde que se recibe un pedido hasta que éste se envía al cliente. Ese proceso es la respuesta a la pregunta ¿qué hace que se inicie el proceso productivo? La respuesta puede ser un pedido del cliente (contra pedido) o una reposición en el almacén (contra stock).

1.2.3.2. Planificación Estratégica

a. Capacidad

Definición de capacidad.

Cantidad de producto que puede ser obtenido durante un cierto período de tiempo. Puede referirse a la empresa en su conjunto o a un centro de trabajo. (Quintero, 2007)

Capacidad es la característica limitante de una unidad productiva para producir dentro de un periodo de tiempo indicado, expresado normalmente en términos de unidades producidas por unidad de tiempo. El límite puede ser incrementado a través de tiempo extra, o agregando un segundo turno, de esta forma distintas políticas respecto a la intensidad con la cual son utilizadas las instalaciones pueden modificar las capacidades sin realmente añadir capacidad nueva. De hecho estas fuentes de capacidad brindan flexibilidad a la hora de planificar la capacidad. (UNLP, 2009)

Tabla 3: Medidas de capacidad para diferentes tipos de organizaciones.

Tipo de organización	Medida de capacidad
Planta automotriz	Numero de automóviles
Planta acerera	Toneladas de acero
Planta de cerveza	Cajas de cerveza
Planta de energía nuclear	Megawatts de electricidad
Aerolínea	Millas asiento disponible
Hospital	Camas día disponible
Cine	Asientos función disponible
Restaurante	Asientos consumo disponibles
Taller de maquinado	Mano de obra-horas disponibles

(Fuente: UNLP, 2009)

Capacidad proyectada o Diseñada

Tasa de producción ideal para la cual se diseñó el sistema. Máxima producción teórica.

Mejor Nivel Operativo: Este es el nivel de capacidad para el cual se ha diseñado el proceso y por consiguiente, es el volumen de producción en el cual el costo de la unidad promedio es mínimo.

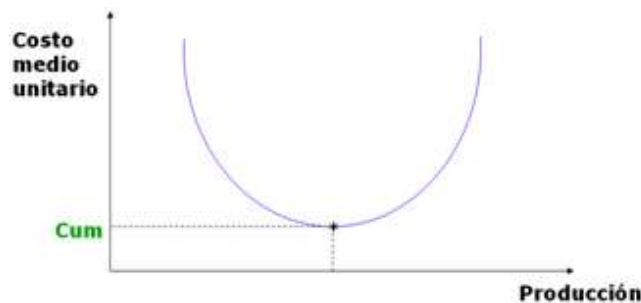


Figura 7: Mejor Nivel Operativo, Coste Medio Mínimo
(Fuente: Quintero, 2007)

Capacidad Efectiva o real

Capacidad que espera alcanzar una empresa según sus actuales limitaciones operativas (personal y equipos). Menor que la capacidad proyectada.

Capacidad ociosa

Se entiende por capacidad ociosa, aquella capacidad instalada de producción de una empresa que no se utiliza o que se subutiliza. Diferencia entre el nivel de actividad real alcanzado y el fijado ex ante como objetivo y que originará un desaprovechamiento adicional de costos fijos, tanto estructurales como operativos y es un concepto ex post. (Asuaga C., Lecueder M., Peombo C., Vigo S., 2003)

Capacidad media

Capacidad de Producción que puede esperarse en un periodo según limitaciones del sistema productivo

Producción Estimada = Capacidad Proyectada x Utilización x Eficiencia

Utilización y Eficiencia

Tasa de utilización de la capacidad: Revela cuan cerca esta una firma de su mejor nivel operativo (capacidad de diseño). Porcentaje alcanzado de la capacidad proyectada

$$Utilización = \frac{SalidaReal}{Capacidad Proyectada} * 100\%$$

$$Tasa de Utilización de la Capacidad = \frac{Capacidad Utilizada}{Mejor Nivel Operativo} * 100\%$$

Tasa de eficiencia de la Capacidad: Porcentaje de la capacidad efectiva alcanzada realmente.

$$Eficiencia = \frac{SalidaReal}{Capacidad Efectiva} * 100\%$$

Balance de Líneas

Es un problema de balance de operaciones de manera que en función de tiempos iguales se alcance la tasa de producción esperada. Es decir que teniendo una serie de tareas u operaciones necesarias para distribuir las de tal forma que los tiempos asignados a cada estación de trabajo sean en lo posible iguales. De esta manera se logra un balance perfecto (tiempo muerto nulo). Es un problema que busca determinar el número de máquinas y trabajadores, etc., que debe asignarse a cada estación de trabajo, de acuerdo a las tasas de producción requeridas. (Rojas C., 1996). Busca:

- Alcanzar el ritmo deseado de producción con el mínimo de personal posible
- Distribuir el trabajo entre el personal necesario de tal modo que todos trabajen en igual proporción.

Líneas de producción

- **Línea de Fabricación:** grupo de operaciones que cambian o forman las características físicas o químicas finales del producto, la materia prima se trasladada de estación en estación.
- **Línea de Ensamble:** llegada de componentes individuales de una determinada pieza al lugar de trabajo y salida de estas partes juntas (pieza armada) para ser terminada en otros ensambles más voluminosos. Desarrollar una línea de montaje balanceada requiere planeación lógica e implica la distribución de todas las tareas entre las estaciones de trabajo para que todas ellas puedan llevar a cabo sus tareas aproximadamente en el mismo tiempo. Si la línea estuviera perfectamente balanceada, el tiempo en cada estación de trabajo sería idéntico. (Sule D., 2001).

Cuello de botella

Velocidad con que s está cumpliendo la producción por unidad. Está representada por la operación más lenta y es la que origina los tiempos muertos. (Rojas C., 1996)

Indicadores de cada red productiva

- Producción

$$P = \frac{tb}{c}$$

tb: Tiempo base, tiempo total disponible para producir en determinado período

c: Ciclo de producción (cuello de botella)

P: Producción por periodo.

- Tiempo Muerto

$$\delta = \sum (c - t_i)$$

$$\delta = k \cdot c - \sum t_i$$

δ : Tiempo muerto, suma de los tiempos ociosos de cada estación de trabajo

k: Número de estaciones de trabajo

c: Ciclo o cuello de botella

t_i: Tiempo de operación en cada estación de trabajo ($t_i = L_i + m_i$)

- Eficiencia de la Línea

$$E = \frac{\sum(n_i * t_i)}{n * c} * 100$$

$$E = \frac{\sum T_i}{n * c} * 100$$

n : Número total de máquinas en la red determinada

c : Ciclo para la misma red

$\sum T_i$: Suma de los tiempos de cada estación de trabajo, considerando el número de máquinas o estaciones en cada una.

b. Distribución

Diseño y ordenación de los espacios e instalaciones de sistemas de hombres, materiales y equipos. Las técnicas de distribución de planta suelen utilizarse para arreglos en la planta total, por área o por operación. Los cambios pueden ser;

- Cambios menores en la distribución total.
- Redistribución total
- Construcción de una nueva planta

Del grado de eficiencia y rendimiento de ella depende la planeación de la producción. Con una adecuada distribución de planta, se puede reducir costos por concepto de tiempo de desplazamiento de los empleados a los puestos de trabajo, el costo de tiempo perdido por un empleado que se encuentra buscando una herramienta mal ubicada, el costo de cuellos de botella, el costo de espacios mal utilizados y de pérdida de productividad. (Rojas, 1996). Sus objetivos:

- Reducir costos y ciclos de los trabajadores.
- Minimizar el manejo de materiales
- Mejor utilización de espacios
- Reducir demoras en el trabajo y pérdidas de tiempo.
- Mejorar los métodos de trabajo y con ello la utilización de mano de obra.
- Identificar y eliminar los cuellos de botella

Disposición de la producción

La disposición prevista de producción debe decidirse antes de la distribución de la planta. Si se va a fabricar un solo producto en cantidad masiva con una

disposición de línea de montaje, o si la fabricación será por lotes. (Sule, D., 2001).

Especificación de una estación de trabajo

Está formada por los activos fijos que se necesitan para lograr un objetivo específico. Debido a que una estación de trabajo está formada por los activos fijos necesarios para realizar operaciones específicas, una estación de trabajo se considera una planta. (Tompkins J., White J., Bozer Y., 2006). Incluye el espacio para materiales y el personal.

Las áreas de materiales para una estación de trabajo consisten en el espacio para:

- Recibir y almacenar materiales que llegan
- Los materiales en proceso
- Almacenar los materiales que salen y se embarcan
- Almacenar y embarcar los desechos y desperdicios
- Las herramientas, los soportes, los porta piezas, los dados y los materiales de mantenimiento.

✓ **Modelo 1: Distribución orientada al proceso**

Los puestos de trabajo están agrupados funcionalmente, es decir por tipo de actividad que desarrollan (función), pero sin relación alguna con el producto, que se mueve en cada operación hasta que el puesto de trabajo adecuado, allí donde se halle.

✓ **Modelo 2: Distribución orientada al producto**

Los puestos de trabajo están dispuestos en flujo, de acuerdo con la secuencia de operaciones a seguir por el producto a obtener.

Distribución Funcional (por talleres, en la producción industrial)

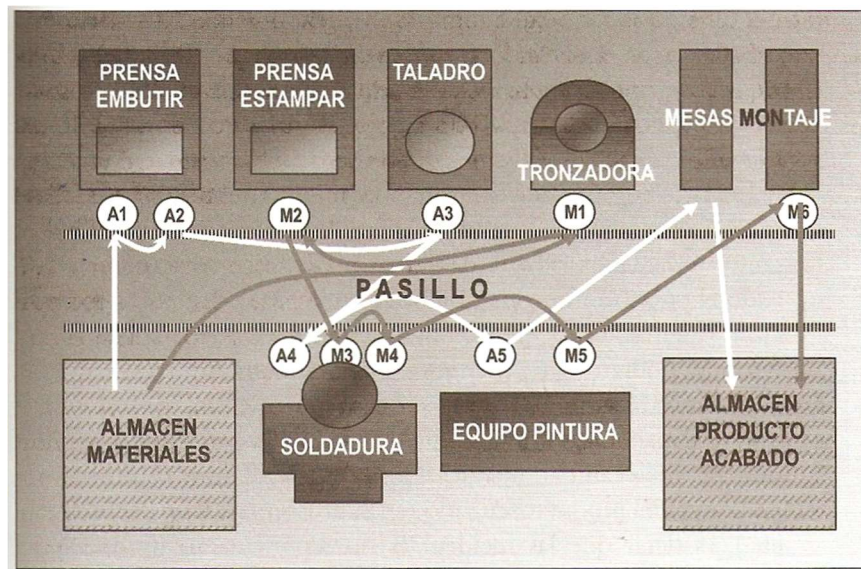


Figura 8: Distribución orientada al producto, funcional por procesos

(Fuente: Cuatrecasas, 2009)

Ventajas

- Puestos de trabajo integrados por personas y máquinas, dispuestos funcionalmente en la planta, siendo el producto el que a base de recorridos más o menos complejos y diferenciados pasa de un puesto a otro.
- Cada producto tiene su itinerario distinto en principio uno de otro.
- Los equipamientos suelen ser genéricos, de gran capacidad, con frecuencia costosos y precisan de una mano de obra experta y especializada.
- Ningún puesto de trabajo (máquina) está dedicada a un producto en concreto. No hay un producto que exija mantener ocupado el puesto, lo que significaría un mínimo volumen de producción.
- Los productos siguen rutas distintas, están sometidos a operaciones distintas.

Desventajas

- Lentitud en el desarrollo del proceso, como consecuencia de operar por lotes.

- Incomodidad al enviar una sola unidad de producto hasta el siguiente puesto de trabajo al terminar la operación de cada unidad y resultara más cómodo hacer un lote, por la lejanía de los puestos de trabajo.
- Cada unidad de producto deberá estar en cada puesto de trabajo el tiempo necesario para llevar a cabo la operación más el de todas las unidades del lote (en un lote de 100 piezas donde cada pieza requiera un minuto, cada pieza estará 100 minutos, en el puesto).
- Cuando el producto llegue a un puesto deberá hacer cola y esperar que el puesto termine con el lote o los lotes que está procesando.
- El costo, la disposición de los procesos requiere una gran proporción de actividades complementarias para las operaciones (esperar turno, manipulación para removerla y devolverla, transportarse distancias largas, permanecer en stock, desperdicios)

Tabla 4: Disposición Funcional Tipo Taller

Disposición Funcional Tipo Taller	
Ventajas	Variedad y Flexibilidad en el Tipo de Producto Posibilidad de realizar lotes pequeños de producto
Desventajas	Tiempo de proceso muy largo Cantidad elevada de despilfarros (coste elevado)

(Fuente: Cuatrecasas, 2009)

Disposición en Flujo (en cadena, en los procesos de ensamblaje)

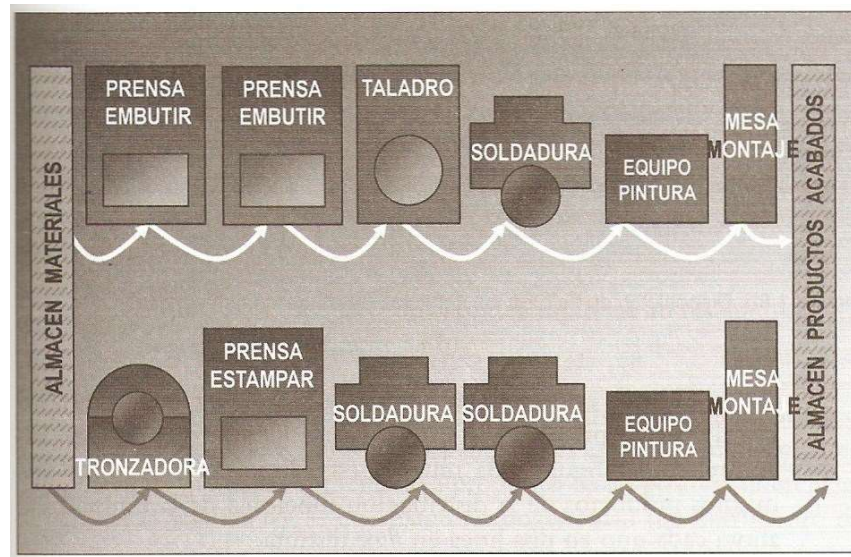


Figura 9: Distribución orientada al producto, en flujo

(Fuente: Cuatrecasas, 2009)

- Dispone las operaciones en flujo, típica de las cadenas de montaje, se le conoce como distribución en cadena.
- Los puestos de trabajo están situados uno junto al otro de acuerdo con la secuencia de operaciones del producto a obtener.
- El producto pasa de un puesto a otro rápidamente pero ahora todos ellos, tienen la misma secuencia de operaciones (aunque es admisible alguna diferencia, como por ejemplo que algún modelo de producto no sea procesado en alguna operación o que dicho proceso no sea exactamente igual para todos los modelos).
- Permite llevar a cabo el proceso con recorridos, tiempos y coste mínimo, exige un alto grado de homogeneidad, intercambiabilidad de componentes, volumen de producción elevado y demanda nivelada, gran organización en el proceso y abastecimiento de materiales.
- Exige gran sincronización en las operaciones y evitar el problema que supondría tener que detener el proceso que por una avería en algún equipo o

problemas de calidad o falta de abastecimiento de materiales, productos en proceso.

- Los productos tienen rutas iguales o muy similares.
- Los puestos de trabajo están dedicados al producto objeto de la producción en flujo, lo que hace que si no se precisara un volumen importante de producción para el mismo, los puestos y equipos podrían quedar inutilizados.
- Por la proximidad de puestos entre sí, ya no será necesario operar en lotes, cada unidad del producto o una cantidad mínima del mismo, será transferida al puesto siguiente cuando termine su proceso en uno dado, sin esperar a que terminen otros.
- Los tiempos de operación son distintos, por tanto, el proceso no está equilibrado o balanceado, se terminarán acumulando materiales en el proceso entre puesto y puesto.
- La producción en flujo tiene muy pocas actividades de manipulación o de otros tipos que no añaden valor al producto, por eso su coste es muy inferior al de la producción funcional.

Tabla 5: Disposición en cadena

Disposición En Cadena	
Ventajas	Tiempo de proceso bajo Cantidad mínima de despilfarro (coste bajo)
Desventajas	Producción muy homogénea (baja variedad) Volúmenes de producción elevados

(Fuente: Cuatrecasas, 2009)

Disposición derivada

- **Disposición en puestos fijos o cadena de puestos fijos (variante de la producción funcional)**

Los productos pueden ser voluminosos y pesados, y puede ser conveniente que no se muevan, por lo que los trabajadores y materiales y herramientas o

equipos son los que se mueven hacia el producto. Puede darse que sea una única unidad de producción muy compleja por su carácter de irreplicable, constituirá un proyecto, que por una variante de este tipo de producción sería la producción por proyecto.

- **Disposición en flujo continuo (variante de la producción en cadena)**

El volumen de producción es elevadísimo, mientras que el producto es tan insignificante y homogéneo que pierde su identidad y se acaba midiendo por medidas de flujo (metros, toneladas, litros).

La tendencia actual es la de adaptar la producción a una demanda variable, producto personalizado y series cortas, para esto es mejor una disposición flexible, como la orientada al proceso, sin embargo, la rapidez y el bajo costo, así como la simplicidad de recorrido del producto han permitido desarrollar sistemas para aprovechar al máximo las ventajas de la disposición orientada al producto y conjugarlas con el logro de la mayor flexibilidad en su diseño.

Tabla 6: Características de los tipos de distribución en planta de los procesos

Tipo de proceso	Tipo de producto	Volumen de producción	Disposición de planta	Tipo de Puestos de Trabajo	Ciclo de producción
Puestos fijos:	Individual. No estandarizado	Una unidad o muy bajo	Fija, Orientación al proceso	Itinerantes	Único ± largo
Proyecto Funcional (talleres)	A medida. Poco estandarizado	Pocas unidades o series cortas	Orientación al proceso por lotes	Fijo. Grupos homogéneos	Largo (esperas y colas)
En Flujo o Cadena	Estandarizado. Más o menos personalizado	Grande, Series más o menos largas	Orientación al producto. Flujo en unidades	Fijos (según producto)	Corto (flujo, unitario sin esperas)

Flujo Continuo	Identificable en flujo, homogéneo	Muy elevado e ininterrumpido	Orientación al producto por flujo continuo	Flujo automatizado	Corto (flujo continuo sin esperas)
-----------------------	-----------------------------------	------------------------------	--	--------------------	-------------------------------------

(Fuente: Cuatrecasas, 2009)

En los sistemas avanzados también en la fabricación se han ido encontrando la forma de compaginar los bajos tiempos y costes de la disposición en flujo, con la necesaria flexibilidad. La necesidad de disponer de los proceso con las ventajas de flexibilidad y personalización de la disposición orientada al proceso y la simplicidad y los bajos costes y tiempos de la orientada al producto han llevado a desarrollar recientemente, sobre todo para los proceso de fabricación, un tipo de disposición que trata sobre todo de hacerse con las ventajas de una y de otra, que se conoce como célula flexible.

En este tipo de distribución, se basa en una disposición orientada al producto, en la que se lleva a cabo un proceso, de forma que los puestos de trabajo y equipos de fabricación involucrados en el mismo, se hallan dispuestos en flujo, habitualmente en forma de U. Para que los equipos involucrados de forma exclusiva en la célula no exijan un volumen elevado de determinado tipo de producto, se podrán procesar en ella todos aquellos productos o modelos que requieran el proceso que efectúa la misma. Siempre que haya suficiente adaptación al producto con las mínimas variaciones, siendo las más frecuentes:

- Algún producto puede no pasar por algún puesto de trabajo.
- Algún producto puede requerir tiempos diferentes de proceso en algunas operaciones
- Algún producto puede precisar alguna operación fuera de la célula.

De forma que haya máxima homogeneidad, de forma que la implantación pueda beneficiarse al máximo de las ventajas de las disposiciones orientadas al producto, es habitual agrupar a los productos en familias, de forma que cada familia esté formada por productos suficientemente homogéneos. Otra

característica de los productos que constituyan una misma familia deberá de que la preparación del proceso para el cambio de producto pueda llevarse a cabo con rapidez.

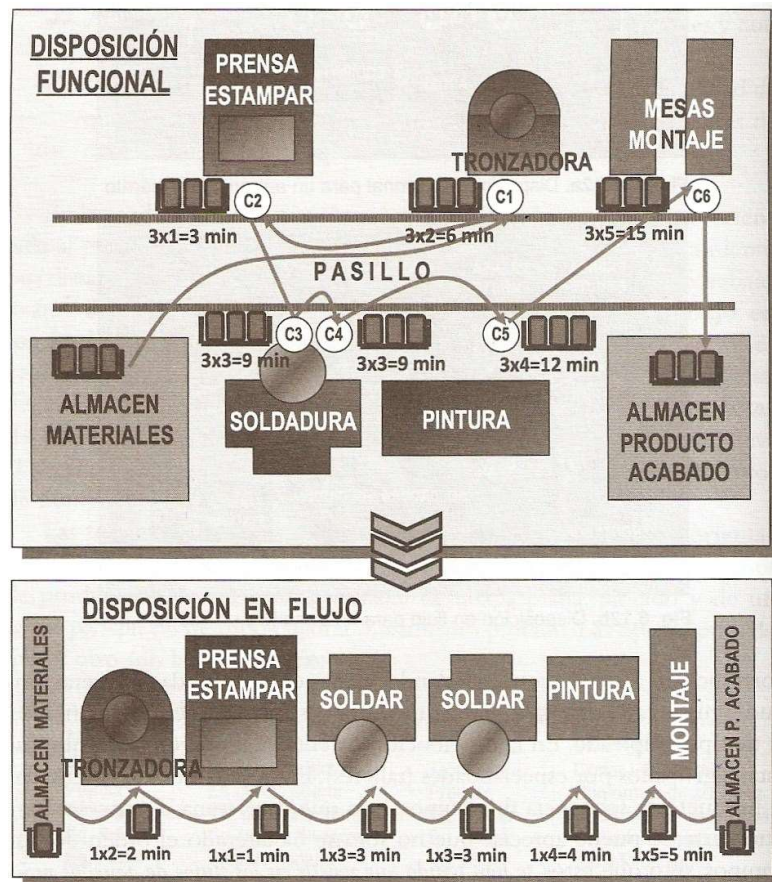


Figura 10: Comparación Distribución Funcional-en Flujo

(Fuente: Cuatrecasas, 2009)

Diseño de la distribución

Lograr un conjunto equilibrado en terrenos, edificios, máquinas, equipo, instalaciones y personal, que reduzca al mínimo la circulación de todo tipo (materiales, personas y elementos de producción), adecuadamente dimensionado y que se ajuste a los criterios que se consideran oportunos.

Una deficiente distribución supondrá una fuente constante de pérdidas para la empresa, deficiencia en los procesos, en el sistema productivo.

Una implementación de distribución de planta, puede verse afectada por factores como:

- Longitud de los recorridos de materiales, equipos y personas.
- Superficies necesarias para ubicar todos los elementos
- Plantilla de personal imprecisa
- Tiempos perdidos en desplazamientos y esperas dentro de la planta.

El objetivo principal del análisis de una distribución será la economía de espacio y la reducción de los recorridos de los circuitos. En este sentido los errores que más comúnmente se encuentran en muchas plantas industriales se concentran en aspectos como el espacio útil disponible que no se emplea del modo más racional y los circuitos que a menos son demasiado complicados. Las causas posibles pueden ser:

- Distribución inicialmente correcta que no ha sabido adaptarse al variar las condiciones de producción.
- Locales existentes que no permiten una óptima distribución
- Complejidad del estudio que una buena distribución supone, en el que a menudo confluyen soluciones de compromiso.

Algunos de los factores que afectan la obtención de una correcta distribución de planta son:

- Movimiento de materiales, de acuerdo con las distancias a recorrer, la complejidad de los itinerarios y la posibilidad de ayudarse con la gravedad.
- Movimiento de personal, tanto en lo referente al personal interno como al externo a la empresa, que deba moverse ocasionalmente por ella.

- Eliminación de los despilfarros en tiempos perdidos de personas y materiales, sea en los procesos productivos u otros.
- Aspectos de la distribución que pueden afectar a la calidad de los productos y el mantenimiento de los equipos de producción respectivamente.
- Construcción de instalaciones de las plantas facilitadas por su diseño, dimensionamiento y distribución.
- Previsión de posibles ampliaciones futuras.
- Seguridad y condiciones de trabajo: eliminación de riesgos, ergonomía de la planta y sus puestos de trabajo, iluminación.

Tabla 7: Enfoques de disposición de procesos por superficie

Disposición Horizontal	Disposición Vertical
Construcción más ligera	Menos extensión de terreno
No se necesitan montacargas	Cubiertas de menos
Posibilidad de iluminación en techo	magnitud
Carga en suelo ilimitada	Manutención por gravedad
Posibilidad de posteriores ampliaciones en altura	

(Fuente: Cuatrecasas, 2009)

Otros aspectos a tener en cuenta son:

- Los puestos de trabajo: producción que se espera de los mismos, espacio necesario, equipamiento, útiles, herramientas, etc.
- Los almacenes, cantidades de materiales y productos que deben contener, así como sus características físicas, peso y volumen.
- Las vías de comunicación (pasillos, transportadores), volumen de materiales y productos a desplazar por unidad de tiempo, frecuencia de transporte, características físicas de los mismos, peso y volumen.
- Tipo de disposición de los procesos: talleres, células, en cadena, flujo continuo, y el tipo de operaciones y movimiento de materiales (manutención) que se conlleven.

Determinación de la Distribución Parcial

Consiste en analizar las ubicaciones posibles de las estaciones de trabajo que deben estar mostrados en el diagrama de operaciones. (Rojas C., 1996)

Producción Simple

Se basa en el diagrama de operaciones, por lo tanto el problema central es el balance de líneas

Tabla 8: Disposición en Producción Simple

Ubicación	Descripción
En línea Recta	Es la más eficiente, dado que el material sale por un lado y entra por otro, no hay pérdidas de tiempo, espacio, equipos con idas y vueltas de material o producto a lo largo de la línea
En U	Cuando no se cuente con terreno disponible para línea recta, disposición en U, dos flujos de línea recta, recibos y despachos serán por el mismo lado.
En S	Si el proceso es demasiado largo, de emplean 3 vueltas de línea recta, el producto sale por el lado opuesto que entro la materia prima. Cada vuelta mejora la relación largo/ancho de la planta.
En Convoluta	Cuando se necesita más de dos vueltas por causa del tamaño del edificio o largo del proceso, es el más costo y menos eficiente. Se pueden utilizar variaciones de estos modelos, en L, en J

(Fuente: Rojas C., 1996)

Producción Múltiple

Tabla 9: Distribución para Producción Múltiple

Método de Richard Muther	
Primera Etapa	Elaboración del Diagrama de operaciones (secuencia de operaciones)
	Diagrama de Relaciones (Calificación de cercanía) (Razón de la calificación de cercanía)
	Elaboración del Diagrama de relaciones en espacio (Muestra las ubicaciones relativas y parciales de los departamentos. Da la idea de las distancias entre áreas, muestra las relaciones entre ellas.)
Segunda Etapa	Cambios y Mejoras para eliminación de cruces. (Rediseño del diagrama de relaciones en el espacio)

(Fuente: Rojas C., 1996)

Determinación de la Distribución General

Analizar todas las áreas para determinar cuánto espacio y que requerimientos necesitamos para la distribución. Para calcular el tamaño de planta se deben tomar en cuenta todas las áreas. (Rojas C., 1996)

Datos de Entrada

- Número de Unidades con que contará cada área (máquinas, operarios)
- Ubicaciones relativas de los departamentos que van a existir en la planta

Método Guercht

- En ella queda incluido el espacio necesario para el operario, el almacenamiento de materia prima, los pasillos comunes para el transporte de materiales y demás consideraciones necesarias para la buena operatividad de una industria.

Tabla 10: Áreas Método Guerchet

Áreas		
Superficie Estática (S_s)	Superficie de Gravitación (S_g)	Superficie de Evolución (S_e)
<p>Área neta correspondiente a cada elemento que se vaya a distribuir (máquinas, muebles)</p> $S_s = L * A$ <p>L: Largo A: Ancho</p>	<p>Es el área reservada para manejo de maquinaria y para los materiales que se están procesando</p> $S_g = S_s * N$ <p>N: número de lados que se utiliza de la máquina</p> <p>Para las superficies de almacenamiento N= 0</p> <p>Cuando la máquina es un mueble circular (torno) N=2</p>	<p>Área reservada para el desplazamiento de los materiales y el personal entre las estaciones de trabajo</p> $S_e = (S_s + S_g) * K$ <p>K: coeficiente, depende del tipo de industria (0.7-2.5)</p> <p>Pequeña Industria metalmecánica (1.5-2.00)</p> <p>Gran Industrial metalmecánica (2.0-2.5)</p>

(Fuente: Rojas C., 1996)

$$A_t = (S_s + S_g + S_e) * n$$

A_t: Área total para cada centro de trabajo

n: Número de unidades en cada centro de trabajo.

$$A = \sum A_t$$

A: Área total de la planta, suma de las áreas por centro de trabajo

1.2.3.3. Planificación Táctica

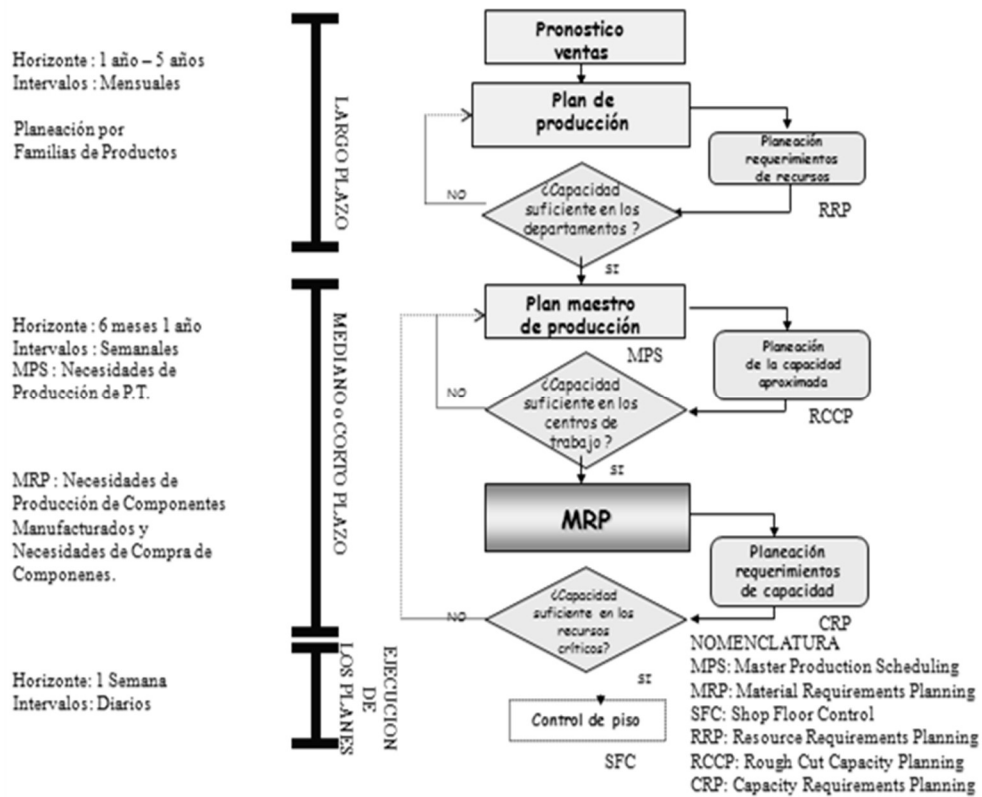


Figura 11: Gestión de la Producción

(Fuente: Unheval, 2007)

a. Plan agregado



Figura 12: Suministro del Plan Agregado

(Fuente: De la Fuente, 2005)

b. Plan maestro

Busca concretar el pronóstico o plan de producción en unidades de productos terminados. Ser el enlace entre la planeación en el largo plazo y la programación. Permite la coordinación entre ventas y producción

- Determinar la cantidad a producir por semana
- Determinar el límite de tiempo
- Cuantificar los pedidos

c. Plan de Requerimientos de Materiales

Busca determinar el qué, cuánto y cuándo comprar.



Figura 13: Datos de Entrada de MRP

(Fuente: Unheval, 2007)

d. Plan de requerimientos de capacidad

Busca validar la capacidad de producción de los centros de trabajo críticos Mediano y corto plazo

- Determinar el centro de trabajo crítico.
- Calcular la capacidad centros de trabajo
- Determinar carga de los centros de trabajo
- Comparar la carga con la capacidad
- Validar MPS y hacer ajustes

1.2.4. Programación y Control de la Producción

El programa de piso conlleva a programar personal y equipo en un taller para satisfacer las fechas de vencimiento de un grupo de trabajos, con frecuencia los trabajos deben procesarse en las máquinas del taller, según cierto orden o una secuencia única.

Objetivos:

- Cumplir con las fechas de entrega
- Minimizar el trabajo en proceso
- Minimizar el tiempo promedio de flujo a través del sistema.
- Suministrar un elevado tiempo de uso máquina/trabajador (minimizar el tiempo muerto de máquina/trabajador)
- Reducir los tiempos de preparación.
- Minimizar los costos de producción y de los trabajadores.

Es imposible optimizar simultáneamente los siete objetivos, especialmente entre el primero y el tercero que buscan alto nivel de servicio para el consumidor, mientras que los demás van dirigidos a suministrar una alta eficiencia de planta. Determinar el intercambio entre costo y calidad es uno de los aspectos estratégicos más importantes que actualmente enfrenta una compañía. (Nahmias, 2007)

1.2.4.1. Asignación de Carga

El proceso de determinar qué centro de trabajo recibe cuáles trabajos, se conoce como carga.

e. Carga Finita

Los procedimientos de carga finitos, los trabajos se asignan comparando las horas requeridas para cada operación con las horas disponibles en cada centro de trabajo para el periodo especificado por el programa.

f. Carga Infinita

En la carga infinita, los trabajos se asignan a los centros independientemente de su capacidad.

1.2.4.2. Programación

g. Directa

Programación hacia adelante, o adelantada, supone la obtención de materiales y las operaciones comienzan tan pronto como se conocen los requerimientos. Los eventos o etapas se programan desde el punto de vista de estos requerimientos. (Narasimhan S., McLeavey D., Billington P., 1996).

h. Inversa

Programación hacia atrás, la última operación en el despacho se programa primero. Entonces se fija el resto de las operaciones, una a la vez, en orden inverso, según sea necesario. Por último en tiempo de obtención de materiales determina el tiempo de inicio. Se utiliza principalmente en las industrias de tipo montaje, después de determinar las fechas requeridas para los submontajes más importantes, esta programación utiliza las fechas requeridas para cada componente y trabaja hacia atrás para determinar la fecha adecuada de liberación para cada orden de fabricación del componente. (Narasimhan S., McLeavey D., Billington P., 1996).

1.2.4.3. Asignación

Distribuye los trabajos entre los centros de trabajo, los trabajadores para cada trabajo.

1.2.5. Desperdicios de Producción

1.2.5.1. Definición

Es todo aquello que no agrega valor y por lo cual el cliente no está dispuesto a pagar. Actividades, proceso, tiempo, espacio, materiales, que no aumentan el valor del producto y que no son necesarios para el sistema o proceso, es decir pueden eliminarse

1.2.5.2. Tipos de Actividades de Producción

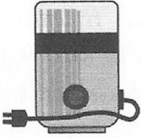
Producto: Molinillo café	Actividad	Materiales	Frecuencia	Tiempo (segundos)		Método
				Persona	Máquina	
	Insertar motor en carcasa base	Carcasa, motor, silentblocs y tornillería	1	90	90	Utilaje
	Control calidad de la inserción			1	25	---
	Colocación de carcasa con motor en carro			1	8	---
	Espera hasta que el carro esté completo			99	90 + 25 + 8	90
	Transporte del carro a área inserción tarjeta			1	100	---
	Tomar carcasa con motor y colocar en mesa			1	20	---
	Tomar tarjeta de circuito de un contenedor			1	15	---
	Insertar tarjeta con circuito impreso	Tarjeta electrónica y clipsujeción	1	45	---	Manual
	Insertar cableado y realizar conexionado	Cables, interruptor, juntas y conectores	3	25	---	Manual
	Lote producción: 1000 Uds./día	Montar carcasa externa y tapa	Carcasa, juntas, tapa y tornillería	1	10	30
Tiempo total segundos (incl. frecuencia) »				12.565	9.000	

Figura 14: Análisis de actividad por operaciones

(Fuente: Cuatrecasas, 2009)

Las actividades intercaladas consumen un tiempo y por lo tanto generan un coste pero no aportan nada al producto. Los sistemas lean, denominan a estas actividades waste o desperdicio (despilfarro).

La descomposición de los procesos por medio de diagramas permite, además de la descomposición en sus actividades, visualizar el flujo de actividades a lo largo del proceso productivo, con ello se puede analizar mejor la secuencia de actividades del proceso para hacerla más eficiente. Se utilizan símbolos especiales para representar, estos fueron propuestos por Taylor en su artículo “Shop Management”, fueron estandarizados por la American Society of MechanicalEngineers (ASME), y en la actualidad han sido homologados por la Oficina Internacional del Trabajo (OIT).

Tabla 11: Simbología de operaciones

Actividad		
Operación	○	Genera Valor Agregado
Inspección	□	
Espera	⊖	No genera Valor Agregado
Almacenaje	△	
Transporte	⇒	

(Fuente: Cuatrecasas, 2009)

Tabla 12: Clasificación de actividades por el valor que aporten

Actividades con valor añadido	Actividades sin valor añadido	Desperdicios
Convierten o transforman los materiales o la información de manera que se adaptan a las necesidades de los usuarios, los cuales se hallan dispuestos a pagar por ellas	Cualquier actividad necesaria para el sistema o proceso, dados los medios o tecnología actuales pero que no contribuye a comunicar valor al producto o servicio p para la satisfacción del cliente.	Actividades, proceso, tiempo, espacio, materiales, que no aumentan el valor del producto y que no son necesarios para el sistema o proceso, es decir pueden eliminarse

(Fuente: Cuatrecasas, 2009)

1.2.5.3. Identificación de los Desperdicios en los Recursos del Sistema Productivo

Tabla 13: Desperdicios en los Recursos del Sistema Productivo

Recursos del sistema productivo	Desperdicio
Materiales	Pueden estar porcentajes muy elevados de sus tiempos (con frecuencia más del 80%), almacenados, en espera de ser transportados o procesador, o en traslado, pero NO en proceso.
Personal	Puede ser una fracción muy elevada de su tiempo parado, vigilando un proceso, o en movimiento que no añada valor al producto, buscando herramientas, material)

**Maquinas y
equipamientos de
producción**

NO deberán estar en funcionamiento si no se precisan para obtener un producto realmente necesario para otro proceso o un cliente final; el despilfarro sería tenerlos en marcha produciendo un material o producto que no se necesita.

Se da frecuentemente despilfarros cuando están paradas o funcionando a una velocidad menor a la de su rendimientos, esperando materiales que no llegan o aguardando una operación de mantenimiento, averiadas o procesando productos defectuosos que deberán ser reprocesados.

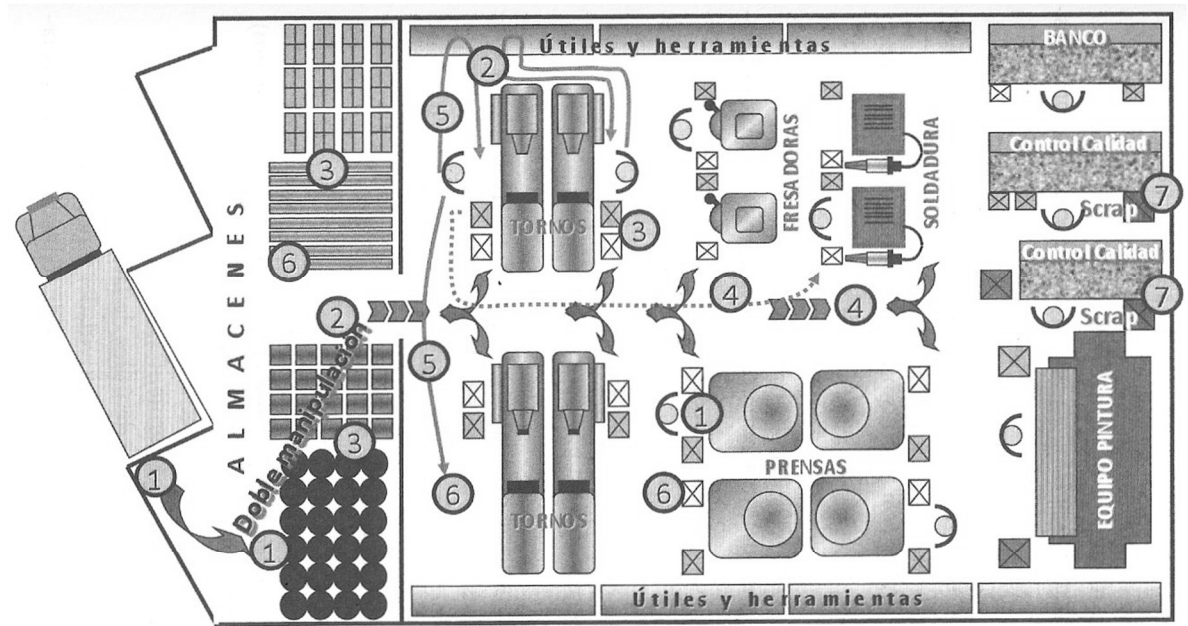
(Fuente: Cuatrecasas, 2009)

1.2.5.4. Clasificación de los Desperdicios

Tabla 14: Desperdicios en Procesos

Desperdicios: Gastos	Descripción
Tiempo de preparación	Tiempo cuando la línea de producción está inactiva por preparación de maquinaria según producto
Tiempo de falla	Tiempo cuando la línea de producción está inactiva por fallas en el equipo o maquinaria
Transporte	Movimientos de materiales o productos hacia diferentes ubicaciones durante el proceso o almacenamiento
Sobre procesamiento	Procesos de manufactura que son innecesarios y no agregan valor
Movimientos innecesarios	Movimientos de personal durante la producción
Inventario de materia prima	Almacenamiento innecesario de materiales
Trabajo en proceso	Almacenamiento innecesario de productos semi terminados
Inventario de productos terminados	Almacenamiento innecesario de productos terminados
Defectos	Error en la fabricación de productos o materiales

(Fuente: Rathí N., 2009)



- 1: **Sobreproducción:** Gran tamaño en aprovisionamientos y lotes de producción o máquinas al límite de su capacidad
- 2: **Proceso inadecuado:** Acopio incorrecto de útiles y herramientas, doble manipulación, etc.
- 3: **Stocks:** En almacenes de materiales, en proceso (contenedores) y productos generados
- 4: **Transportes:** De materiales desde almacén y de productos en proceso (contenedores)
- 5: **Movimientos:** De personas para atender otra máquina o para acopios
- 6: **Esperas:** De materiales o productos en proceso para ser procesados o puestos en espera de medios o parados
- 7: **Defectos de calidad:** Productos en proceso o terminados incorrectamente procesados

Figura 15: Tipos de desperdicio de producción

(Fuente: Cuatrecasas, 2010)

a. Sobreproducción

El tamaño de los lotes de producción debe ser el demandado en cada momento y cuando el cliente o mercado absorban grandes cantidades de producto, será conveniente fraccionarlas entregándolas en pequeños lotes, en la medida que a los clientes les interese recibirlos, si, además el sistema productivo puede elaborar una diversidad de productos o modelos será conveniente alternar lotes pequeños de cada uno para ir atendiendo con rapidez a los distintos clientes de cada variante del producto y sin incurrir en costes innecesarios en stocks, personal plazos dilatados.

b. Sobre procesamiento o procesamiento inadecuado

Es preciso desarrollar cada una de las actividades que componen los procesos de producción de forma que alcancen sus objetivos aplicando el mínimo de los

recursos y especialmente en el menor tiempo posible. Esto supone llevar a cabo las actividades de los procesos aplicando, los métodos de trabajo más adecuados y eficaces, personal debidamente formado y motivado, asignación adecuada de las tareas a los mismos, organización correcta de los puestos de trabajo, con los elementos que se requieren a mano, equipamientos productivos adecuados y disponibles, un layout asimismo adecuado, etc.

c. Existencias o stocks

El exceso de existencias de materiales y productos es uno de los más importantes despilfarros y es fuente indirecta y facilita la presencia de otros.

Supone un coste adicional por el valor del producto, por el espacio utilizado, transportes que exige, manipulación para almacenarlo y recuperarlo, etc.

El nivel de stock cubre las ineficiencias de los procesos igual que el nivel de agua cubre los obstáculos a la navegación de un barco que simboliza el proceso de producción.

d. Transportes y manipulación innecesarios

Una mala organización del sistema, con un diseño del proceso y distribución mal planificados, pueden dar lugar a distancias recorridas por materiales y productos excesivas e innecesarias. Esto puede significar además, tener que llevar a cabo un mayor número de manipulaciones de dichos materiales.

En plantas de tipo funcional, el acarreo de los lotes de materiales entre puestos, cubriendo distancias que a menudo son grandes, con un sistema de transporte que debe seguir por los pasillos que se indican, dan lugar a un recorrido a todas luces innecesario o como mínimo innecesariamente largo del lote de producción, que constituye un despilfarro.

e. Movimientos innecesarios

Las manipulaciones del personal que pueden ser evitadas constituyen también un despilfarro, como el caso de caminar de una misma persona que se ocupara de tareas separadas por una distancia considerable. Movimientos innecesarios los

habría también en el caso de personal desplazándose para ir en busca de materiales, herramientas, útiles o documentos.

f. Tiempos de espera

Es uno de los desperdicios más claros y más fáciles de detectar, pero sin embargo muy difícil de evitar en toda su extensión. Para eliminarlo, sería necesaria una sincronización total entre las operaciones, si cada actividad se desarrollara justo en el momento preciso no habrá tiempos de espera.

g. Falta de Calidad

Los componentes o productos con defectos constituyen un despilfarro ya que deben reprocesarse, o tirarse, lo que supone la pérdida o repetición de actividades que aportaban valor al producto. Además dan lugar a desajustes en la programación tales como paros de líneas, esperas, asimismo, se habrá incurrido en nuevos despilfarros por la actividad desplegada para detectar o reparar los fallos. Pero si el defecto escapa al control y el producto defectuoso llega al cliente, se incurre en los costes correspondientes a la reposición o reparación de dicho producto, sin contar con el desprestigio y la posible pérdida del cliente.

Para evitar defectos y fallos de calidad, no solo basta establecer controles para conocer el nivel de fallo. Sino proveer de una organización del proceso que evite la producción con posibilidad de fallos.

1.2.5.5. Causas de los Desperdicios de Producción

Tabla 15: Causas de Desperdicios de producción

Desperdicio	Causas
Sobreproducción	- Tamaño excesivo - No adecuación de la demanda

Procesos con procedimientos inadecuados	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempos excesivos de operaciones - Actividades que no aportan valor añadido - Búsqueda de Útiles, herramientas - Preparaciones o cambios de útiles de larga duración - Nivel de automatización de actividades repetitivas bajo - División de tareas entre los puestos de trabajo, de alta especialización (opuesta a polivalencia) - Operarios que vigilan maquinas o equipos mientras trabajan - Uso de equipos de gran capacidad y versatilidad (inadecuados para producción en flujo lineal) - Énfasis en el aprovechamiento de la capacidad de los equipos.
Transportes innecesarios	<ul style="list-style-type: none"> - Distribución en planta inadecuada - Excesiva distancia entre líneas - Secuenciación de actividades incorrecta
Movimientos innecesarios	<ul style="list-style-type: none"> - Distribución de planta incongruente con la distribución de tareas - Excesiva distancia entre líneas - Asignación de tareas a los puestos con distancias entre actividades por falta de polivalencia.
Esperas-Tiempo demora	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de equilibrado provocado por flujo irregular - Falta de equilibrado provocado por la asignación de tareas incorrecta - Tiempos en cada puesto no ajustados a un tiempo de ciclo único - Paradas por mantenimiento o averías - Paradas breves de todo tipo - Operativa por lotes de transferencia de tamaño superior a una unidad (las unidades q no se procesan esperan)
Sobre Stocks	<ul style="list-style-type: none"> - Pedidos anticipados de materiales para almacén - Operativa en lotes de transferencia de tamaño superior a 1 unidades (stocks en todos los puestos) - Stock en proceso fruto del desequilibrio del flujo y de la operativa por lotes de tamaño superior a una unidad.
Defecto	<ul style="list-style-type: none"> - Desconocimiento de los defectos de calidad a controlar y las actividades donde aparecen - Desconocimiento de las causas de los defectos de calidad

- Falta de control de calidad en cada puesto (autocontrol) o en el subsiguiente (control sucesivo)
- Control de calidad no efectuado al 100%
- No utilización de sistemas que garanticen la calidad del trabajo de equipos (automatización o Jidoka)
- No utilización de sistemas que garanticen la calidad del trabajo del personal (dispositivos y sistemas anti error o poka-yoke)

(Fuente: Cuatrecasas, 2009)

1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Chapa Metálica:** Hoja o lámina de metal. La chapa puede llegar a tener espesores que van desde 1 a 12 milímetros, su mecanizado se realiza en prensas de estampación y de troquelaje mediante punzones y matrices. (Wordreference, 2010)
- **Estampado en frío:** Labrado de metal por una fuerza o impacto compresivos que hacen que el metal fluya en alguna forma deseada, determinada por el diseño de las matrices. El metal se adapta a la forma de las matrices, pero no está restringido por completo, de modo que fluye en algún ángulo, siguiendo la dirección que se aplique la fuerza. (Sule, 1998)
- **Taller metal mecánico:** Instalación donde se realizan tratamientos de metales con el fin de darle formas adecuadas para su uso tanto como elementos estructurales o piezas mecánicas. (Black, S., Chiles V., 1999).
- **Buena Pro:** Es el procedimiento mediante el cual se notifica a las empresas las ofertas que resultaron ganadoras según los criterios de evaluación. (SEFAR, 2010)
- **Flexibilidad:** Amplitud con la que pueden ampliarse o reducirse los volúmenes de producción de los productos existentes para responder con rapidez a las necesidades de los clientes.

- **Plancha LAF:** Chapa Metálica Laminada al Frío. La laminación en frío es el proceso mediante el que se reduce el grosor y la planitud del acero, aluminio u otros metales en temperaturas inferiores a la del proceso de laminación en caliente. (RUSSULA, 2010)

- **Valor añadido:** Es una característica o servicio extra que se le da a un producto o servicio, con el fin de darle un mayor valor comercial, generalmente se trata de una característica o servicio poco común, o poco usado por los competidores, y que le da al negocio o empresa, cierta diferenciación.

- **Mura:** Variabilidad que acompaña la realización de las actividades (por falta de estandarización, disciplina, constancia en la disposición de medios y recursos) que dan lugar a diferencias en los tiempos de proceso, productividad, nivel de defecto, lead time y una falta de estandarización correctamente aplicada y bajo rendimiento.

- **Muri**
Prácticas injustificadas, presentes por costumbre en el modo de efectuar los procesos.

II. ANÁLISIS DE VIABILIDAD

2.1. ESTUDIO DE MERCADO

2.1.1. OBJETIVOS

Obtener la información necesaria para demostrar que existe un número suficiente de consumidores con las características necesarias para considerar como demanda de lo que se piensa producir y que al mismo tiempo, puedan ejercer una demanda real que justifique la producción.

2.1.2. EL PRODUCTO EN EL MERCADO

- Producto principal

Caja portamedidor de luz monofásico; Es un dispositivo que permite la protección y sostén del medidor de luz monofásico, el cual es utilizado para conexiones monofásicas, que alimentan potencias inferiores a 6 Kw Este tipo de conexión cuenta con dos cables de ingreso. (DISTRILUZ, 2010)

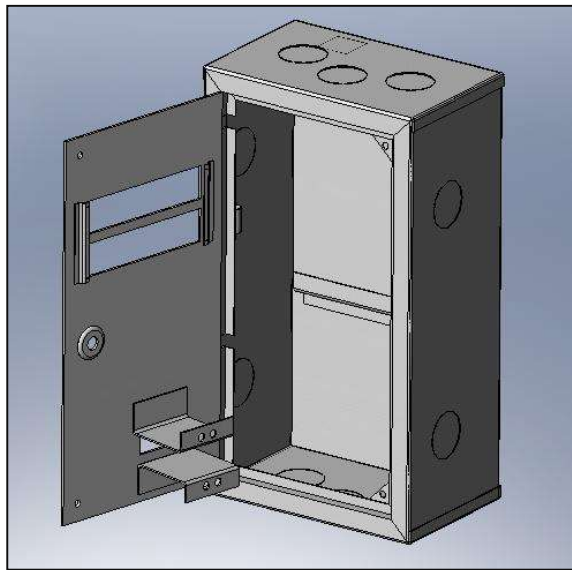


Figura 16: Diseño 3D Caja Portamedidor de Luz Monofásico

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

- **Características especificadas por el mercado según el Ministerio de Energía y Minas**

Las cajas porta medidores serán fabricadas con plancha de hierro laminado en frío LAF, de 0,9 mm de espesor para el cuerpo de la caja y 2,0 mm para la tapa. Las dimensiones exteriores de la caja portamedidor dependerán del tipo de medidor de energía a instalar, del tipo inducción o del tipo estático.

Todos los puntos de soldadura estarán distanciados entre sí 40 mm como máximo. Los cortes y dobleces deberán efectuarse por estampado, no debiendo tener filos cortantes ni rebabas.

Previamente a la aplicación de la capa de pintura, se limpiará la superficie metálica mediante un proceso de arenado o decapado. El acabado se hará a base de pintura anticorrosiva epóxica, color gris mate.

Se aceptará otro tipo de acabado y pintado, el cual deberá ser debidamente sustentado y aprobado por el Propietario.

Presentará seis agujeros prefabricados: uno (3) en la cara inferior, uno (3) la cara superior y dos (2) en cada cara lateral. La apertura de los agujeros deberá efectuarse por el interior de la caja.

El marco frontal no será desmontable y estará provisto de un visor transparente de policarbonato o vidrio, resistente a radiación ultravioleta material y a los cambios bruscos de temperatura. Para los efectos de seguridad, estará equipado con una chapa triangular metálica implementada con precinto de seguridad.

En el interior de la caja se instalará un tablero de madera tornillo o cedro liso, protegido con material preservante CCB o Pentaclorofenol, aplicado según lo indicado en la Norma ITINTEC 251.019. El acabado será similar en ambas caras del

tablero. Las dimensiones de la madera dependerán del tipo de caja metálica a suministrar.

En la parte inferior del tablero de madera se instalará el equipo de protección conformado por un interruptor termomagnético bipolar de 10 A de corriente nominal, fabricado en base a la Norma IEC 898.

Las cajas metálicas serán cuidadosamente embaladas en cajas de madera, provistas de paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas de material sintético altamente resistente, para permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Las caras internas de las cajas de embalaje deberán ser cubiertas con papel impermeable para servicio pesado a fin de garantizar un almacenamiento prolongado a la intemperie y en ambiente salino. (MINEM, 2003).

En la siguiente tabla se aprecian las especificaciones técnicas requeridas por el consumidor y las ofertadas por la empresa.

**Tabla 16: Tabla de Especificaciones Técnicas
Caja Metálica Portamedidor Monofásico Tipo CMR E para medidor Electrónico Modelo
Dístilas (ENSA, HIDRANDINA, ELECTROCENTRO, ENOSA)**

Ítem	Descripción	Unidad	Requerido	Ofertado
1	Fabricante			CERINSA
2	Procedencia			PERU
3	Modelo			CMRE
4	Material		Plancha de Acero Laminado en Frio (LAF)	Plancha de Acero Laminado en Frio (LAF)
5	Norma técnica		ASTM A366	ASTM A366
6	Dimensiones			
	- Ancho	mm	180	180
	- Altura	mm	320	320
	- Profundidad	mm	120	120
	- Espesor Caja (Plancha)	mm	0.9	0.9
	- Espesor Tapa (Plancha)	mm	2.00	2.00
7	Preparación de la superficie		Arenado comercial o decapado	Decapado

8	Pintura anticorrosiva epóxica			
	Número de capas		1	1
	Espesor por capa	um	40	40
9	Esmalte epóxico			Pintura Electrostática Epóxica
	Número de capas		1	1
	Espesor por capa	um	80	80
10	color gris		GRIS	GRIS
11	Unión de partes mecánicas por soldadura		Si	SI
	Tipos de corte			
	Cortes, agujeros y dobleces		Por estampado	Por estampado
12	Agujeros laterales, salidas de cables		2	2
	Agujeros en parte superior derecha y later.	mm	30	30
13	Tipo de cerradura		Perno 1/4" hexag. Forza	Perno 1/4" hexag. Forza
14	Protección de parte visor		Plancha de vidrio doble	Plancha de vidrio doble
15	Agujeros laterales y superiores		Precortado	Precortado
16	Bisagra giratoria en tapa, lado izquierdo		2	2
17	Suministro de riel de 35 mm		Según DIN 50022	Según DIN 50022
18	Accesorio para maniobrar desde el exterior el interruptor termo magnético		Si	Si
19	Tablero de madera			
	Tipo de madera		Ishpingo, mohena o similar	Mohena
	Espesor	mm	10	10
	Tratamiento		Doble base barniz transpar.	Doble base barniz transpar.

(Fuente: CERINSA, 2010)

- Dimensiones

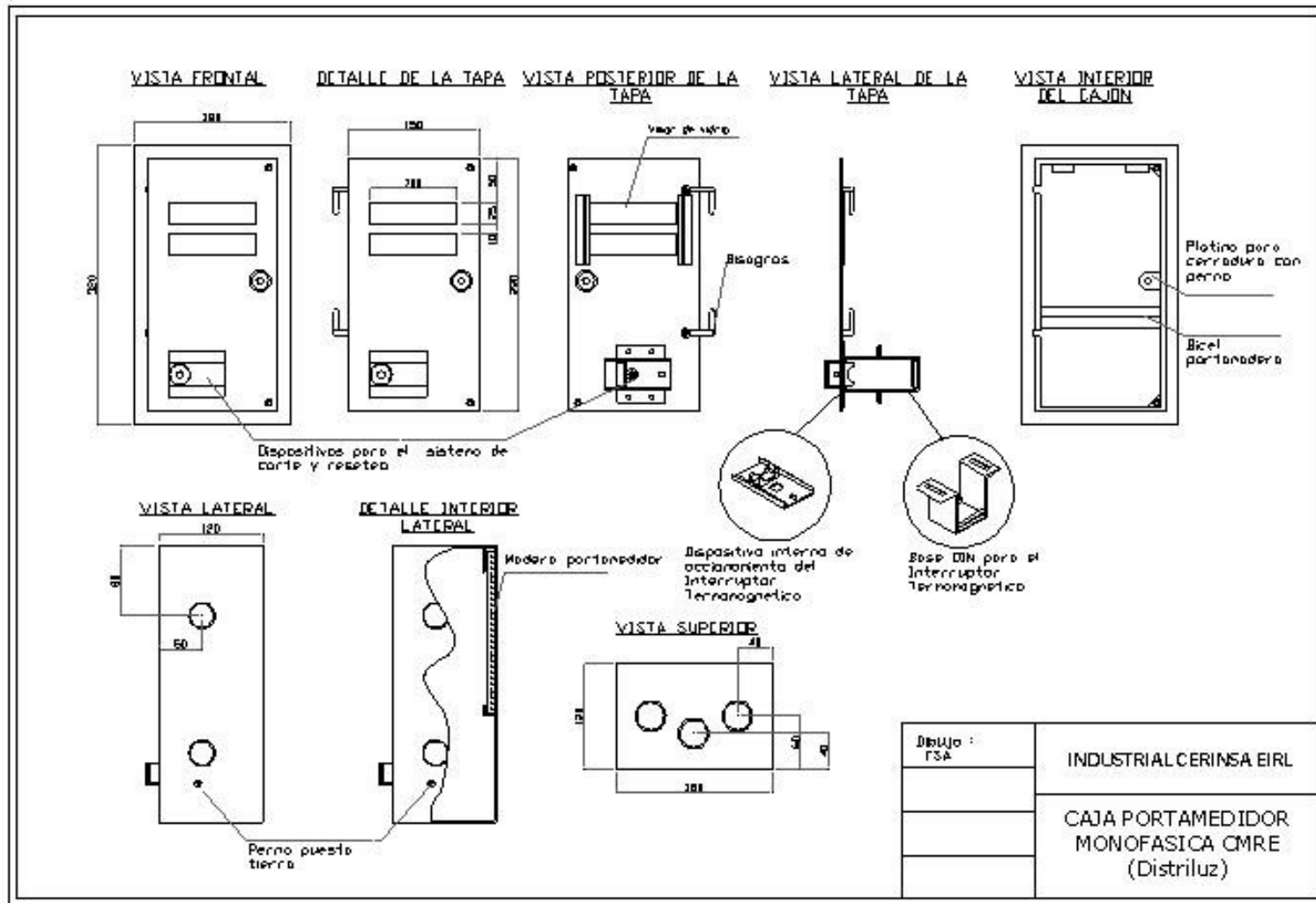


Figura 17: Planos 2D Caja Portamedidor Monofásica

(Fuente: CERINSA, 2010)

- Condiciones de exposición del Producto

El producto debe soportar condiciones ambientales y de servicio eléctrico de acuerdo a como se detalla a continuación.

Tabla 17: Condiciones del Servicio

Altura sobre el nivel del mar	2,640 m
Ambiente	Tropical
Humedad	Mayor al 90%
Temperatura máxima y mínima	45°C – 5°C respectivamente
Temperatura promedio	14°C
Instalación	Según aplique: empotrada o a la intemperie, sujeción al poste
Tensión nominal del sistema	120/208 V
Tensión máxima	600 V
Disposición del sistema	Monofásico Bifilar (1 fase + neutro) Monofásico Trifilar (2 fase + neutro)
Frecuencia del sistema	60 Hz

(Fuente: DISTRILUZ, 2010)

- Requerimientos de calidad

El tamaño de la muestra y el nivel de inspección es determinado según lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2859–1 1999: procedimientos de Muestreo para Inspección por Atributos, o su equivalente la norma ISO 2859-1: 1989; para el cual deberá considerarse un Plan de Muestreo Simple para Inspección General, con un Nivel de Calidad Aceptable (AQL) igual a 4,0. Las verificaciones y pruebas a las que se someten las cajas metálicas portamedidor son las siguientes:

- Dimensiones de la caja y sus componentes.
- Espesor de la pintura.
- Verificación de puntos de soldadura: espaciamiento no mayor a 30 mm entre puntos de soldadura.
- Inspección de fisuras: Suma total de fisuras no mayor a 15 mm.

- Descarburación: Suma total no mayor a 1,5 cm².
 - Ensayo de niebla salina.
 - Ensayo de adherencia de la pintura.
 - Pruebas de verificación de la tensión del interruptor termomagnético
 - Pruebas de verificación de la corriente nominal del interruptor termomagnético
 - Pruebas de verificación de Icu e Ics del interruptor termomagnético.
 - Prueba de verificación de la curva de disparo del interruptor termomagnético.
 - Verificación del preservado y pintado de la base de madera.
 - Inspección de defectos de la madera: presencia de duramen, nudos mayores a 3 cm de diámetro, podredumbre, perforaciones de insectos, etc.
- **Estrategia del lanzamiento al mercado**

La empresa se encuentra en una etapa de crecimiento, ante ellos utiliza una estrategia de determinar cuándo es adecuado modificar los precios para atraer a los consumidores sensibles a estos.

Dado que el mercado de licitaciones está determinado por concursos nacionales, donde la puntuación estará determinada por los detalles ofertados como: costo, tiempo de entrega y especificaciones técnicas. Las características del mercado para la aplicación de esta técnica son las siguientes:

- El mercado es grande
- El mercado está perfectamente enterado del producto
- El mercado es sensible a los precios.
- La competencia se encuentra en crecimiento.

- **Productos Sustitutos**

De acuerdo al Plan Nacional Luz para todos, dentro del inciso Proyectos con Energías Renovables, La DGER-MEM viene utilizando los paneles solares como una alternativa de suministro de energía a localidades rurales y/o comunidades nativas muy aisladas, donde no es posible llegar con los sistemas convencionales, para atender las necesidades básicas de energía eléctrica de estas localidades, priorizando las zonas de frontera y la Amazonía.

Proyecto: “Implementación de Un Sistema Fotovoltaico Productivo”

Beneficiaría a la localidad de Vilcallamas en Puno.

Programa Eurosolar: “Implementación de Sistemas Híbridos Eólico Fotovoltaico”

Las 130 localidades beneficiadas por el Programa, se encuentran ubicadas en las regiones de Amazonas, Ayacucho, Cajamarca, Huancavelica, Ica, Junín, Lambayeque, Piura, Puno, Lima, Apurímac, La Libertad y Cusco.

Los componentes fotovoltaicos y las labores de instalación son contratados mediante una licitación en Europa.

2.1.3. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

- **Descripción de los clientes**

La empresa tiene como clientes a entidades prestadoras de servicio de distribución y electrificación en el país:

- Distriluz
- Electro Sur Este
- Luz del Sur
- Electro Oriente

De las cuales, el Grupo Distriluz representa su cliente principal, por el volumen de pedidos y por el tiempo trabajando ya en este sistema de concurso público, dado el prestigio y aceptación del producto de la empresa.

Distriluz

Grupo de empresas que genera y distribuye energía eléctrica con presencia en 12 de 24 departamentos del Perú:

- Piura (Electronoroeste S.A.)
- Chiclayo (Electronorte S.A.)
- Trujillo (Hidrandina S.A.)
- Huancayo (Electrocentro S.A.)

Tabla 18: Grupo Distriluz

Empresa	Área de concesión	Regiones	Nº clientes	Nº unid de negocio	Unid. Negocio
Electronoroeste S.A ENOSA	577 km ²	Piura y Tumbes	Más de 300 mil clientes	6	Piura, Paita, Talara, Sullana, Tumbes, Sucursales y Servicio Mayor Sechura
Electronorte S.A ENSA	139.63 km ²	Lambayeque, Amazonas y parte de Cajamarca	Más de 256 mil clientes	5	Chiclayo, Chachapoyas, Jaén , Cajamarca y Sucursales
Hidrandina S.A. HIDRANDINA	7,916 km ² ,	Ancash, La Libertad y parte de Cajamarca	Más de 400 mil clientes	5	Trujillo, La Libertad Norte, Chimbote, Huaraz y Cajamarca
Electrocentro S.A ELECTROCENTRO	6,303 km ² ,	Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica y Ayacucho	Más de 381 mil clientes	6	Tingo María, Tarma Pasco, Selva Central, Huancayo, Valle del Mantaro,

(Fuente: DISTRILUZ, 2010)

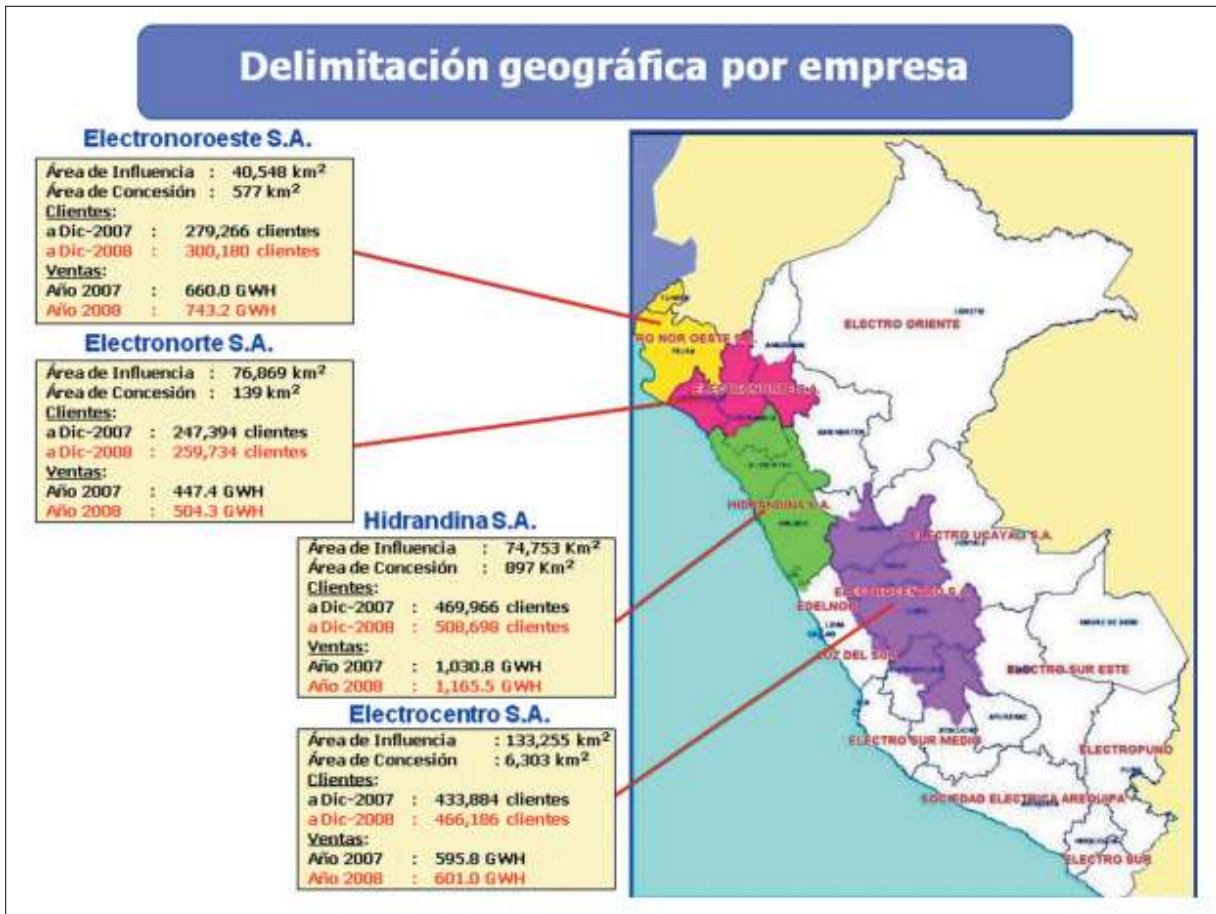


Figura 18: Alcance del Grupo Distriluz a nivel nacional

(Fuente: Distriluz, 2010)

Luz del Sur

Cuenta con una zona de 3,000 km², que incluye 30 de los más importantes distritos de Lima, los que en conjunto superan los 3 millones de habitantes.

Atiende a más de 800 mil clientes.

Electro Sur-Este

Electro Sur Este S.A.A., concesionaria de la distribución de energía eléctrica, comprendiendo dentro de su área de concesión las regiones de Cusco, Apurímac, Madre de Dios y la provincia de Sucre en la región de Ayacucho

Electro Oriente

Electro Oriente S.A. proporciona el servicio de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica con el carácter de servicio público o de libre contratación dentro de su área de concesión. Su área de influencia incluye a los departamentos de Loreto, San Marín, Amazonas y el Norte de Cajamarca, que suman un área geográfica de 420,105.3km (33% del territorio nacional). Se encuentra en la ejecución del proyecto 507 que incorpora al servicio eléctrico a más de 12,500 familia y 70,000 habitantes de asentamientos humanos la nuestra región del oriente.

- Características de los clientes

- ✓ Atienden las necesidades de sus clientes con una oferta de servicios que contribuya a mejorar la calidad de vida, enfocándose en el recurso humano, seguridad, medio ambiente, nuevas tecnologías para la prestación de un servicio confiable y rentable
- ✓ Buscan ser reconocidos por la excelencia en el servicio, calidad, incentivo y a la creatividad y desempeño de sus trabajadores
- ✓ Organismo Regulador: Fonafe (Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad del Estado)
- ✓ Organismo Supervisor: OSINERG (Organismo Supervisor de Energía y Minería)
- ✓ Ministerio: MEM (Ministerio de energía y Minas).
- ✓ Sede Principal: Ciudad de Lima - Perú.

- ✓ Siguen una modalidad de compra por:
 - Pedidos particulares
 - Licitación de Suministros de Energía Eléctrica para las Empresas Concesionarias de Distribución Eléctrica

- **Situación actual de la demanda**

Actualmente para el año 2010, el Perú cuenta con una población de 28 millones de personas, y según el INEI, la tasa de crecimiento poblacional estimada es de 1.3% anual.

Alrededor de 5.6 millones de peruanos aun no cuentan con el servicio de electricidad, siendo la mayor parte de ellos pobladores rurales. De acuerdo al censo del 2008, sólo el 38% de la población rural tiene acceso a la electricidad.

Habiendo sido promulgada en el año 2006 La Ley de la Electrificación Rural, que tiene la finalidad de incrementar el nivel de cobertura en zonas más alejadas del país; el estado asume un rol subsidiario a través de Sistemas Eléctricos Rurales (SER). La Dirección General de Electrificación Rural (DGER) del Ministerio de Energía y Minas elaboró el Plan Nacional de Electrificación Rural, el cual es un documentos de largo plazo (10 años) que consolida los planes de desarrollo regionales y locales concertados además de exponer los principales proyectos a desarrollarse por distintas entidades privadas y públicas en materia de electrificación rural. Este documento es actualizado anualmente y de él se desprenden los planes de corto plazo que incluyen los proyectos a desarrollarse en el ejercicio presupuestal de cada año. (SNMPE Sociedad Nacional de Minas, Petróleo y Energía, 2010).

Así mismo el coeficiente de electrificación nacional se encuentra al 57.9%, para el año 2018 el MINEM estima una electrificación sostenida de 84.5%.

Tabla 19: Coeficiente de Electrificación Nacional

Año	Coeficiente
	Electrificación
2008	37.9%
2009	45.1%
2010	57.9%
2011	68.8%
2012	72.5%
2013	74.6%
2014	76.7%
2015	78.6%
2016	80.7%
2017	83.0%
2018	84.5%

(Fuente: MINEM, 2010)

De acuerdo con los datos del INEI, el promedio de personas por hogar peruano es de 4.1, obteniendo para el año 2011 4'759,618 hogares a electrificar, que representa a 3'954,146 familias.

La necesidad del producto es 1 caja portamedidor de luz monofásico por casa, asumiendo que 1 familia (de número promedio de integrantes) viva en ella.

Tabla 20: Servicio de Electrificación en el Perú

Año	Población	% Electrificación	Habitantes		Hogares
			Con electrificación	Sin electrificación	Sin electrificación
2010	28,000,000	57.9%	16,212,000	11,788,000	3,954,146
2011	28,364,000	68.8%	19,514,432	8,849,568	4,759,618
2012	28,732,732	72.5%	20,831,231	7,901,501	5,080,788
2013	29,106,258	74.6%	21,713,268	7,392,989	5,295,919
2014	29,484,639	76.7%	22,614,718	6,869,921	5,515,785
2015	29,867,939	78.6%	23,476,200	6,391,739	5,725,902
2016	30,256,222	80.7%	24,416,771	5,839,451	5,955,310
2017	30,649,553	83.0%	25,439,129	5,210,424	6,204,666
2018	31,047,997	84.5%	26,235,558	4,812,440	6,398,917

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Así también detalla el MINEM, la participación de la población a nivel regional se detalla de la siguiente manera:

Tabla 21: Participación Población por Región

Región	% Participación población
Amazonas	1.4%
Ancash	3.8%
Cajamarca	5.1%
Huancavelica	1.6%
Huánuco	2.8%
Junín	4.4%
La Libertad	5.9%
Lambayeque	4.1%
Pasco	1.0%
Piura	6.0%
Tumbes	0.8%
TOTAL	36.9%

(Fuente: INEI, 2010)

Siendo el Grupo Distriluz conformado por los departamentos de Junín, La Libertad, Lambayeque y Piura, representa el 36.9% de la población a nivel nacional

- **Condiciones de la demanda futura.**

En el marco del Decreto Legislativo 1001, el Grupo Distriluz suscribió cuatro (4) convenios con el Ministerio de Energía y Minas, por un monto total de 71 Millones de Nuevos soles a fin de beneficiar a 17, 509 familias, cuya población estimada es de 87,545 habitantes. (DISTRILUZ, 2009)

Programa Luz Para Todos

El Sector Energía y Minas vienen desarrollando activamente, la electrificación rural del país, a través del Programa “Luz para Todos”, el cual a fines del 2010 presenta el siguiente avance:

A) Grupo de Proyectos del inicialmente denominado “Plan de Estímulo Económico”

Ejecuta 41 obras de electrificación rural en las regiones de Huánuco, Amazonas, Ancash, Cajamarca Piura, La Libertad, Lambayeque, Ayacucho, Huancavelica, Pasco y San Martín mediante mecanismo de inversión pública directa, con una inversión total de S/. 255 millones que beneficiarán a su conclusión a una población de 274 mil habitantes. Del total de 41 proyectos, para la actualidad se han concluido 39, lo que permitirá un impacto en el coeficiente de electrificación rural de 3,5%, faltando los proyectos “Línea de Transmisión Huallanca-La Unión 60 KV y Subestaciones” y “Pequeño Sistema Eléctrico Moyabamba I Etapa”, los cuales se estiman concluir en el I Trimestre del año 2011.

B) Otros Grupos de Obras en Ejecución

Se tiene previsto ejecutar 163 proyectos de electrificación rural, con alcance en las regiones de Amazonas, Ancash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, La Libertad, Lambayeque, Loreto, Piura, Puno, San Martín, Tacna y Ucayali; mediante mecanismo de inversión pública directa, con una inversión total de S/.498 millones, que beneficiarán a su conclusión a una población de 510 mil habitantes. A la fecha de publicación del PNER 2011-2020, se encuentran concluidos 03 proyectos y 160 se encuentran en ejecución.

C) Grupos de Obras Convocadas

Se ha convocado a licitación a 70 proyectos, con estos proyectos se tiene previsto conseguir una inversión total de S/. 95 Millones, para electrificar a 598 Centros Poblados y beneficiar a 105 Mil habitantes.

D) Obras en Preparación

Se convocará a licitación a 21 proyectos, con estos proyectos, se tiene previsto conseguir una inversión total de S/. 113 Millones, para electrificar a 857 Centros Poblados y beneficiar a 137 Mil habitantes.

2.1.4. ANÁLISIS DE LA OFERTA

La empresa realiza una mixtura en la producción de cajas porta medidor monofásico, trabajando contra stock 3,000 unidades mensuales como flujo continuo a almacenar e ir despachando y contra pedido según ordenes de trabajo que libere el sistema. El taller tiene una capacidad instalada de 12,188 unidades mensuales, trabajando al 65% de utilización, con una oferta de 7,887 unid/mes, necesitando usualmente de horas extra para cubrir la demanda mensual (78 horas aprox.) al mes para cubrir los pedidos. (CERINSA, 2010).



Figura 19: Foto Caja Portamedidor Monofásico

(Fuente: CERINSA, 2010)

2.1.5. BALANCE-OFERTA-DEMANDA

Se participa del mercado de Licitaciones Públicas, a través de la obtención de la Buena Pro. Actualmente tienen un flujo continuo de producción de cajas porta medidor monofásico contra stock de 3,000 unid/mes. Los pedidos en promedio son de 50,000 unidades, con un plazo de entrega de 5 ó 6 meses. Comercializándose toda la Producción (ANEXO 01), teniéndose que recurrir a horas extra para completar los pedidos. (CERINSA, 2010)

2.1.6. PRECIOS

La Caja metálica porta medidor de luz modelo CMR, tiene un precio unitario que dependerá de la capacidad de negociación de ambas partes y la flexibilidad de precios estará regulada por el costo de producción, que varía por los cambios de precios en materiales (planchas LAF) a lo largo del tiempo.

El precio unitario se asigna con un mínimo de 30% sobre el costo total, s/. 23.55, para el caso de cargar un 35% el precio de venta bordearía los S/.24.45, en caso de ser distribuido a zonas cercanas; para distancias mayores, el precio de venta se aproxima a s/.25

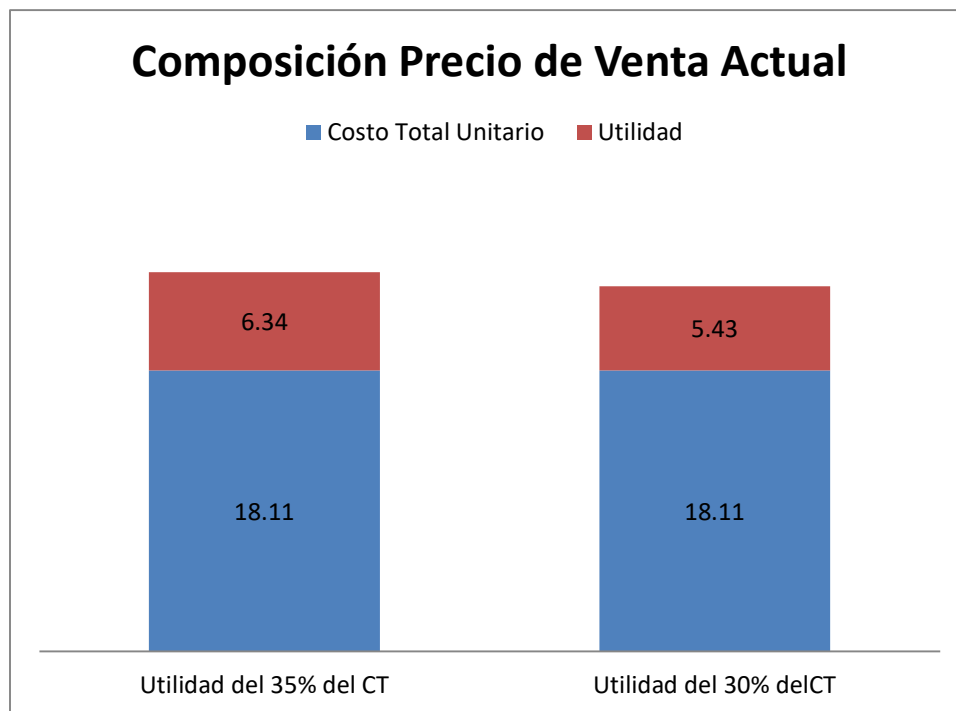


Figura 20: Composición precio de venta actual

(Fuente: CERINSA, 2010)

2.1.7. COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO

Los paquetes de 10 unidades son distribuidos haciendo uso de Vehículos (Camiones, tráiler), cargándose un flete, dependiendo de la zona a la que se haya destinado.

Tabla 22: Flete de Transporte

Zona	Flete (S././ paquete)	Flete (S././unid)
Lima	5 sin incluir IGV	0.60
Huancayo	10	1.00
Trujillo	3	0.30
Piura	3	0.30
Chimbote	4	0.40

(CERINSA, 2010)

* 1 Paquete contiene 10 cajas porta medidor monofásico de dimensiones 320x180x120 mm

2.2. MATERIAS PRIMAS Y SUMINISTROS

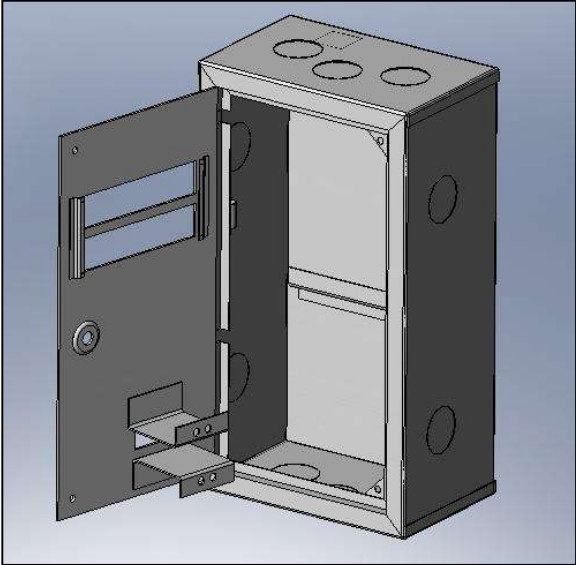
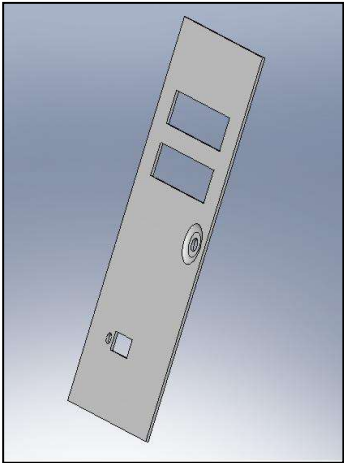
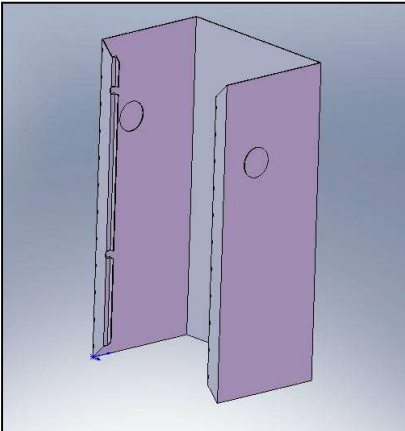
Materiales y Componentes industriales elaborados

Tabla 23: Dimensiones de Componentes

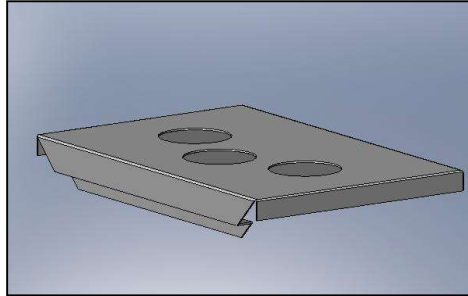
Código	Componentes	Nº	Material	Tipo		Medidas del material		Área
				(pulg)	D(mm)	A(mm)	L(mm)	
PF001	Cuerpo	1	Plancha	1/32		320	470	150,400
PF002	Platina para Cerradura	1	Platina	1/8 * 3/4		60	80	4,800
PF003	Bocina	2	Plancha	5/64		35	15	2,500
PF004	Pasacable	2	Plancha	1/40		170	35	525
PF005	Portamadera	1	Plancha	1/32		155	200	5950
PF006	Costado	2	Plancha	1/32		30	20	31,000
PF007	Uña portamadera	2	Plancha	5/64		6	80	2,500
PF008	Esquinero	2	Plancha	1/32		290	150	600
PF009	Bisagras	2	Alambrón		6	17	80	480
PF010	Tapa	1	Plancha	5/64		80	50	43,500
PF011	Portavidrio	3	Plancha	1/20		35	41	1,360
PF012	Porta Omega	2	Plancha	1/20		75	75	4,000
PF013	Sombrero	1	Plancha	1/20		35	28	1,435
PF014	Cascos	1	Plancha	1/20		50	70	5,625
PF015	Uña corredizo	1	Plancha	1/20		160	35	980
PF016	Corredizo	1	Plancha	1/32		34	44	3,500
PF017	Omega	1	Plancha	1/20		320	470	5,600
PF018	Riel din	1	Plancha	1/32		60	80	1,496

(Fuente: CERINSA, 2010)

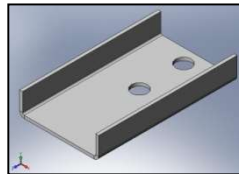
Tabla 24: Diseño de Componentes

Nombre	Imagen
Caja fabricada, prensada y soldada sin ensamble	
Tapa	
Cuerpo	

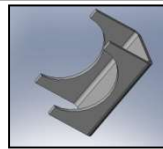
Costado



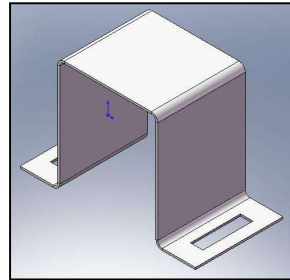
Corredizo



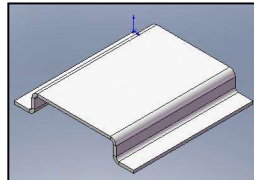
Uña corredizo



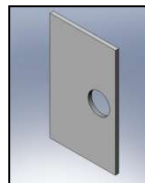
Omega



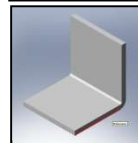
Riel dim



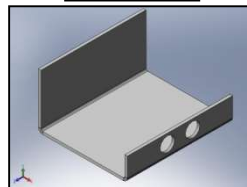
Esquinero


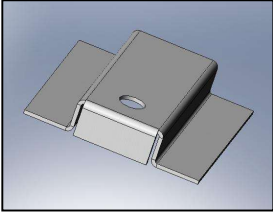
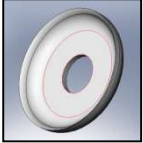
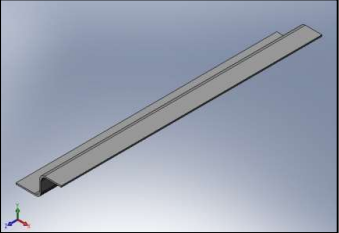
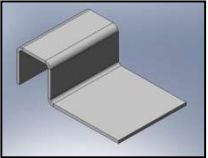
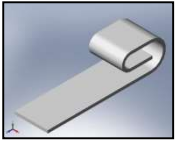
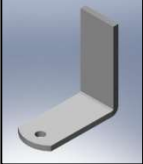


Uña porta madera



Porta omega



Portavidrio	
Casco	
Sombrero	
Porta madera	
Bocina	
Pasa cable	
Platina	

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 25: Material de Ensamble

Código	Material	N°	Tipo (pulg)	Dimensiones
PC026	Arandela	1	Estándar	
PC025	Autoenroscante	1		6 x 3/8
PC023	Perno con tuerca, puesta a tierra	1	3/16	Perno 1/4 x 5/8 Tuerca 3/16
PC022	Perno para cerradura	1	1/4	5/16 x 3/4

PC024	Soove bolts	2		3/16 x 5/8 10.7 cm. x 7.2
PC020	Vidrio	1		cm 1/5
PC021	Pulsador plástico	1	Estándar	
PF019	Madera barnizada	1		20 cm. x 14 cm.

(Fuente: CERINSA, 2010)

Tabla 26: Material de Embalaje

Código	Material	Cantidad	Dimensiones
PC027	Bolsa	1	18 x 26 cm
PC028	Cartón	1 cartón/10 unid	1.20 m x 1.20 m
PC029	Zuncho	1 zuncho/10 unid	2.40 m

(Fuente: CERINSA, 2010)

Suministros de la Fábrica

Tabla 27: Suministros de Producción

Suministro	Actividad	Unidad	Presentación
Varillas de cobre	Soldadura de punto	cm	Varillas de 20 cm
Agua para soldado de punto	Soldadura de punto	l m ³	bidón de 25 l
Oxígeno	Soldadura autógena	mt	bidón de 10 mt
Acetileno	Soldadura autógena	mt	bidón de 8 mt
Carbofil	Soldadura mig-mag	rollo o canuto	rollo
Agua para lavado	Desengrase-Decapado-Enjuagues	m ³	2 tinas de 1x1.15x0.94 m 2 cilindros de 1x0.56x0.75 m
Detergente	Desengrase	kg	bolsa de 250 kg
Desoxcleanner	Decapado	l	bidón de 258.125 l
Gas secado	Secado post Decapado	kg	balón de 10 kg
Pintura epóxica + tiner	Pintado Base	juego	lata de pintura + tiner
Lijas	Lijado	unid	lija de lamina de 0.1x0.1 m

Pintura electrostático	Pintado Electrostático	kg	bolsa de pintura, cajas de 25 unidades de 1 kg
Gas quemado	Horneado-Quemado	kg	balón de 30 kg

(Fuente: CERINSA, 2010)

2.3. ASPECTOS TÉCNICOS: LOCALIZACIÓN Y TAMAÑO

2.3.1. MACROLOCALIZACIÓN

Industrial metalmecánica CERINSA EIRL, está localizada en la Región Lambayeque.

2.3.2. FACTORES BÁSICOS QUE DETERMINAN LA LOCALIZACIÓN

❖ ASPECTOS GEOGRÁFICOS

Limites políticos

Limita con las regiones Piura y La Libertad por el norte y sur respectivamente, así como, con la región Cajamarca por el este y a su vez con el océano Pacífico por el oeste.



Figura 21: Mapa Político de Lambayeque

(Fuente: PROVIASDES; 2010)

Coordenadas y altitud sobre el nivel del mar

Se encuentra situada entre los 9°264,000 UTM y 9°258,000 UTM Sur y entre 620,000 UTM y 623,000 UTM Oeste a una altura promedio de 17.67 m.s.n.m.

- ✓ Latitud sur: 5° 28' 37".
- ✓ Longitud oeste: entre meridianos 79° 53' 48" y 80° 37' 24".
- ✓ Altitud de la capital: 29 msnm

Extensión

La superficie de la región es de 14,231.30 km²

❖ ASPECTOS SOCIECONOMICOS Y CULTURALES

Población Total

Según proyecciones del INEI, en base al censo 2007, para el año 2010, tiene una población de 1'207,589 habitantes, con una tasa de crecimiento del 0.91% anual

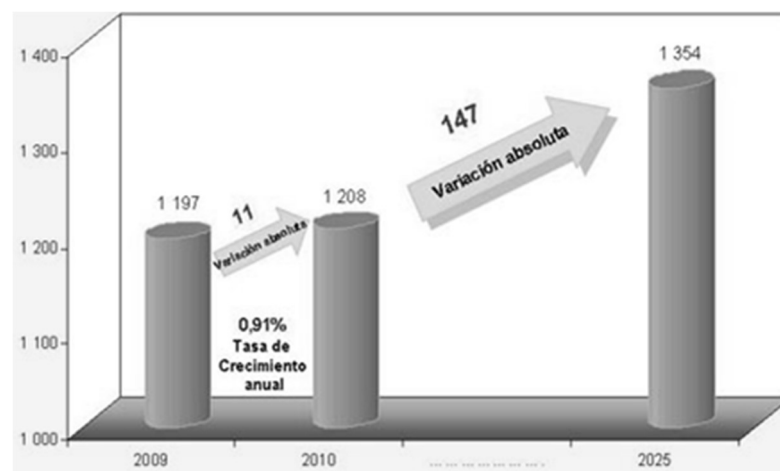


Figura 22 : Población Lambayeque 2010 (miles)

(Fuente: INEI, 2010)

Centros de Población más importantes

La provincia de Chiclayo cuenta con la mayor densidad: 230.36 hab/km², mientras que la provincia de Lambayeque presenta la menor densidad 27.74 hab/km²

Tabla 28: Densidad Poblacional por Provincia

Departamento Provincia	Superficie (Kilómetros cuadrados)	Población censada 21.oct.2007 (habitantes)	Densidad poblacional (habitantes por kilómetro cuadrado)	Capital de Provincia	
				Nombre	Altitud (Metros sobre el nivel del mar)
Lambayeque	14, 231.30	1'1128,68	78.20		
Chiclayo	3,288.07	757,452	230.36	Chiclayo	29
Ferreñafe	1,578.60	96,142	60.90	Ferreñafe	67
Lambayeque	9,346.63	259,274	27.74	Lambayeque	17

(Fuente: INEI, 2010)

Asimismo, Chiclayo destaca como el distrito que concentra la mayor población del departamento (282,400 habitantes), mientras que Chóchope con 1,246 habitantes, es el de menor poblado.

Con mayor población		Con menor población	
• CHICLAYO	282,0	• OYOTUN	10,3
• JOSE LEONARDO ORTIZ	178,9	• LAGUNAS	10,0
• LA VICTORIA	85,2	• PICSÍ	9,6
• LAMBAYEQUE	70,6	• ILLIMO	9,5
• MORROPE	43,1	• PUCALA	9,5
• OLMOS	39,5	• PACORA	7,2
• PIMENTEL	37,5	• MANUEL ANTONIO MESONES MURO	4,4
• FERREÑAFE	34,8	• NUEVA ARICA	2,5
• MONSEFU	31,9	• ETEN PUERTO	2,3
• TUMAN	30,0	• CHOCHOPE	1,2

Figura 23: Lambayeque Distritos con mayor y menos población (miles)

(Fuente: INEI, 2010)

Población económicamente activa

La fuerza de trabajo o población económicamente activa en el departamento de Lambayeque está constituida por 630,800 personas, de las cuales el 95.9% está en condición de ocupado.

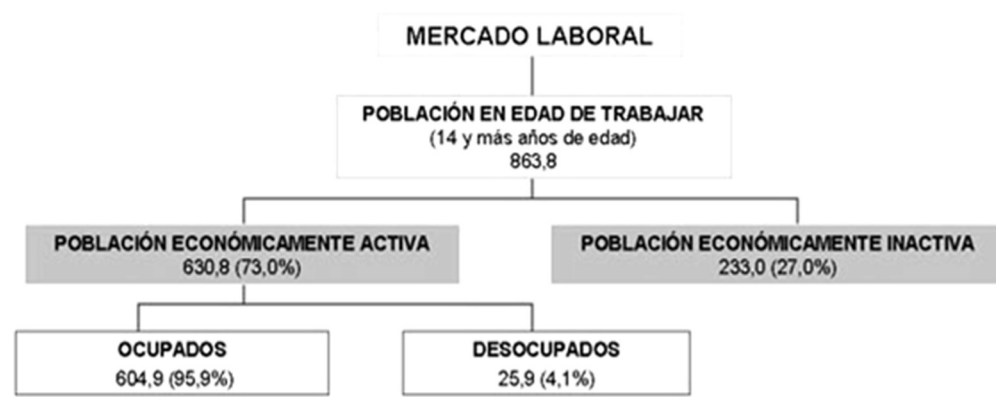


Figura 24: Población Económicamente Activa Lambayeque 2009 (miles de personas)

(Fuente: Inei, 2009)

Ramas de actividad

El Departamento de Lambayeque mostró gran dinamismo en los últimos años, llegando a cifras de crecimiento económico superiores al 10% en el 2007 y posicionando su aporte al PBI nacional en 3.44% debido al Boom exportador que sufre la costa norte peruana y del despegue de su agroindustria, minería, industria manufacturadora por el incremento significativo de sus exportaciones. Además se han

realizado importantes inversiones en todos los rubros, sobre todo en el de infraestructura que actualmente realizan grandes proyectos mineros, de regadío, carreteras, aeropuertos, puertos, entre otros. Durante los últimos años también se realizaron diferentes inversiones en turismo y hotelería que representan el 31% de las inversiones totales en el departamento ascendientes a 300 millones de dólares. Se concentra alrededor del 30% del comercio de la costa norte en Lambayeque. La actividad principal es la agroindustria seguido de la minería y la industria manufacturada, todos estos ligados a exportación y demanda interna.

Estructura del poder vigente

El Departamento de Lambayeque es jurisdicción del Gobierno Regional de Lambayeque y tiene sede en la ciudad de Chiclayo por ser la capital del Departamento. Se divide en 3 provincias: Chiclayo, Lambayeque y Ferreñafe, cada provincia es gobernada civilmente por una Municipalidad Provincial, encabezada por un alcalde, elegido por sufragio universal cada cuatro años, quien dirige la política provincial.

❖ INFRAESTRUCTURA

Vías de Comunicación

Puertos marítimos: Eten y Pimentel.

Aeropuerto Internacional: en Chiclayo, que a su vez es base de la FAP José Quiñones Gonzales.

✓ Terrestre:

Lima-Chiclayo: 770 Km por la Carretera Panamericana Norte (10 horas, en auto aproximadamente).

✓ **Aérea:**

Vuelos regulares desde Lima a la ciudad de Chiclayo (1 hora aproximadamente).

Vuelos desde la ciudad de Chiclayo a Piura (1/2 hora aproximadamente).

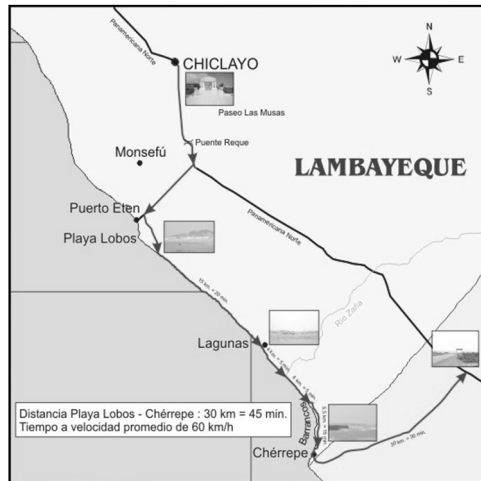


Figura 25: Vías de Comunicación Lambayeque

(Fuente: Defensa Civil, 2009)

A pesar de que las condiciones geográficas son más propicias que en otros departamentos Lambayeque no esté adecuadamente articulado con un sistema de carreteras y trochas carrozables adecuadas. Existen 2,193.77 kilómetros de carretera que representan apenas el 3% de la red vial del país. El 22% de esa red corresponden al sistema nacional, 5% al sistema departamental y la restante es vecinal. De acuerdo al tipo de rodadura, el 33% de dicha red es asfaltada, 5% afirmada y las restantes son sin afirmar (20%) y trochas carrozables (42%). Esto significa que entre el mayor kilometraje de vías de comunicación terrestre son de mala calidad.

Electrificación

La producción energética propia en el Departamento viene descendiendo en los últimos años, dado que la generación de energía en gran parte de Lambayeque es mediante generadores térmicos. La demanda es cubierta cada vez más por el Sistema Interconectado del Mantaro, el servicio energético que se oferta en el ámbito es administrado por la empresa Electronorte S.A. El acceso a este servicio es todavía un anhelo para muchos pueblos de Lambayeque, incluyendo capitales distritales. No

tener acceso permanente al servicio de energía eléctrica priva a muchas poblaciones de las condiciones mínimas para una vida digna y para desarrollar sus propias capacidades e iniciativas.

❖ ASPECTOS INSTITUCIONALES

Programas de desarrollo regional

Objetivos:

- Desarrollo social (NBI, distribución del ingreso, fortalecimiento institucional).
- Crecimiento económico (competitividad regional, agricultura, industria, agroindustria y turismo).
- Descentralización, democracia y gestión pública.

Dentro del segundo objetivo, las políticas de Desarrollo Regional-Plan De Desarrollo Regional Concertado 2010, más resaltantes son:

- Impulsar el desarrollo de los sectores productivos estratégicos de la región: agricultura, turismo e industria y agroindustria.
- Orientar la inversión pública y de la Cooperación Internacional en zonas rurales de menor desarrollo relativo, donde la inversión privada es poco atractiva.
- Impulsar la ejecución de grandes proyectos regionales estratégicos.
- Impulso de los programas de electrificación urbano y rural.

2.3.3. MICROLOCALIZACIÓN

La empresa está micro localizada, en la Provincia de Chiclayo, Distrito de José Leonardo Ortiz, urbanización de San Lorenzo.

CRÓQUIS DE UBICACIÓN DEL INMUEBLE

Calle Las Cascadas Nro. 295 - Urb. San Lorenzo
Jose L. Ortiz - Chiclayo

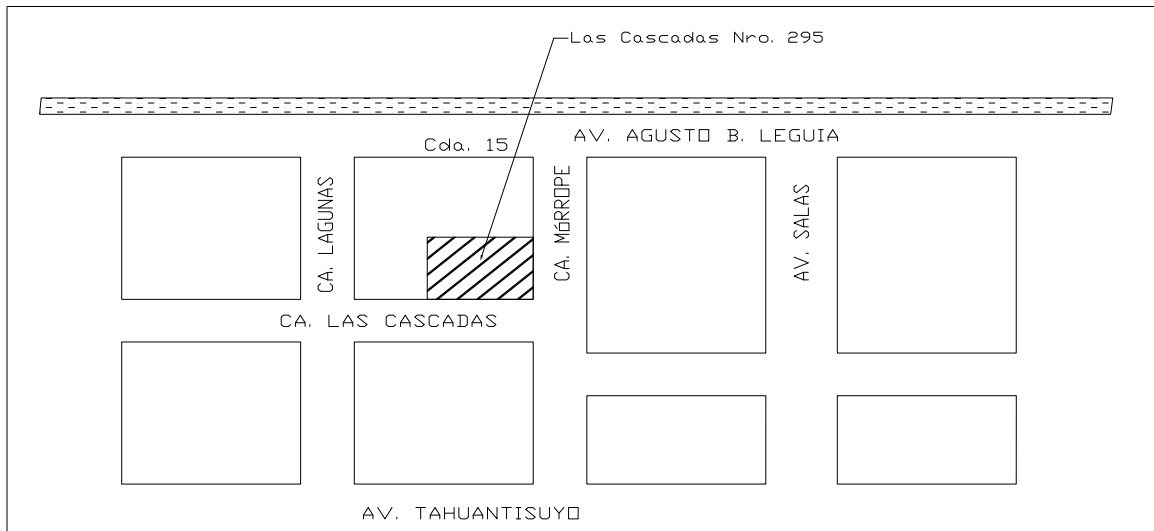


Figura 26: Localización CERINSA

(Fuente: CERINSA, 2010)

2.3.4. TAMAÑO

El taller cuenta con 1,200 m²

2.3.5. JUSTIFICACIÓN DE LA UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

La empresa se encuentra estratégicamente ubicada en el departamento de Lambayeque debido al creciente apoyo de Programas de Electrificación Urbano y Rural en desarrollo; además que el 30% del comercio se concentra en gran medida en la industria.

La ubicación en el distrito de José Leonardo Ortiz y su cercanía a Chiclayo, le facilita la obtención de recurso humano especializado, dado que son los distritos de mayor población, de personas en edad de trabajar.

La localización estratégica en la Urbanización San Lorenzo, le brinda cercanía a: Materias Primas (empresas distribuidoras de Planchas LAF, Ferreterías), Servicio de

Mantenimiento y Repuestos (Talleres vecinos), Transporte y Distribución (salida a la avenida principal).

2.4. INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

2.4.1. PROCESO GLOBAL

Diagrama de proceso y de flujos

- Diagrama de Actividades

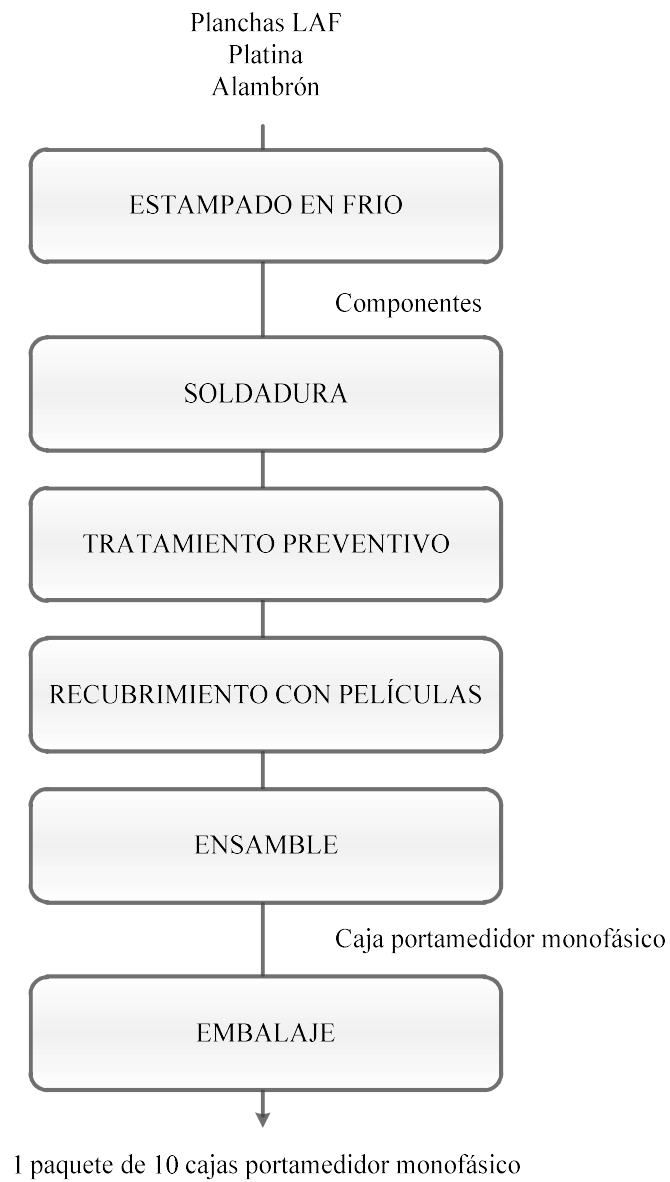


Figura 27: Diagrama de Actividades de Manufactura

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

- **Diagrama de Flujo de Materiales**

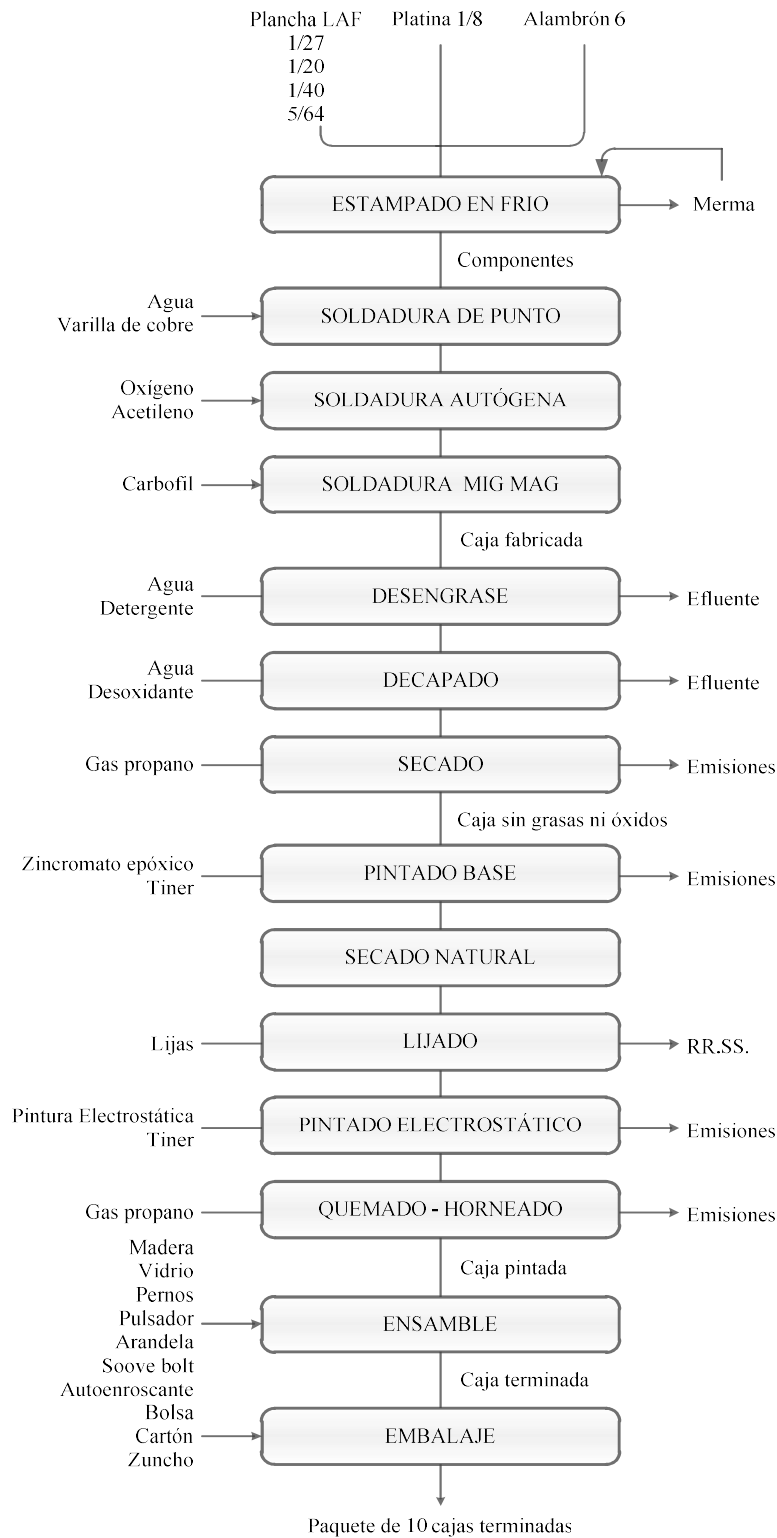


Figura 28: Diagrama de Flujo de Materiales por Actividad de Manufactura

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

- **Diagrama de Operaciones**

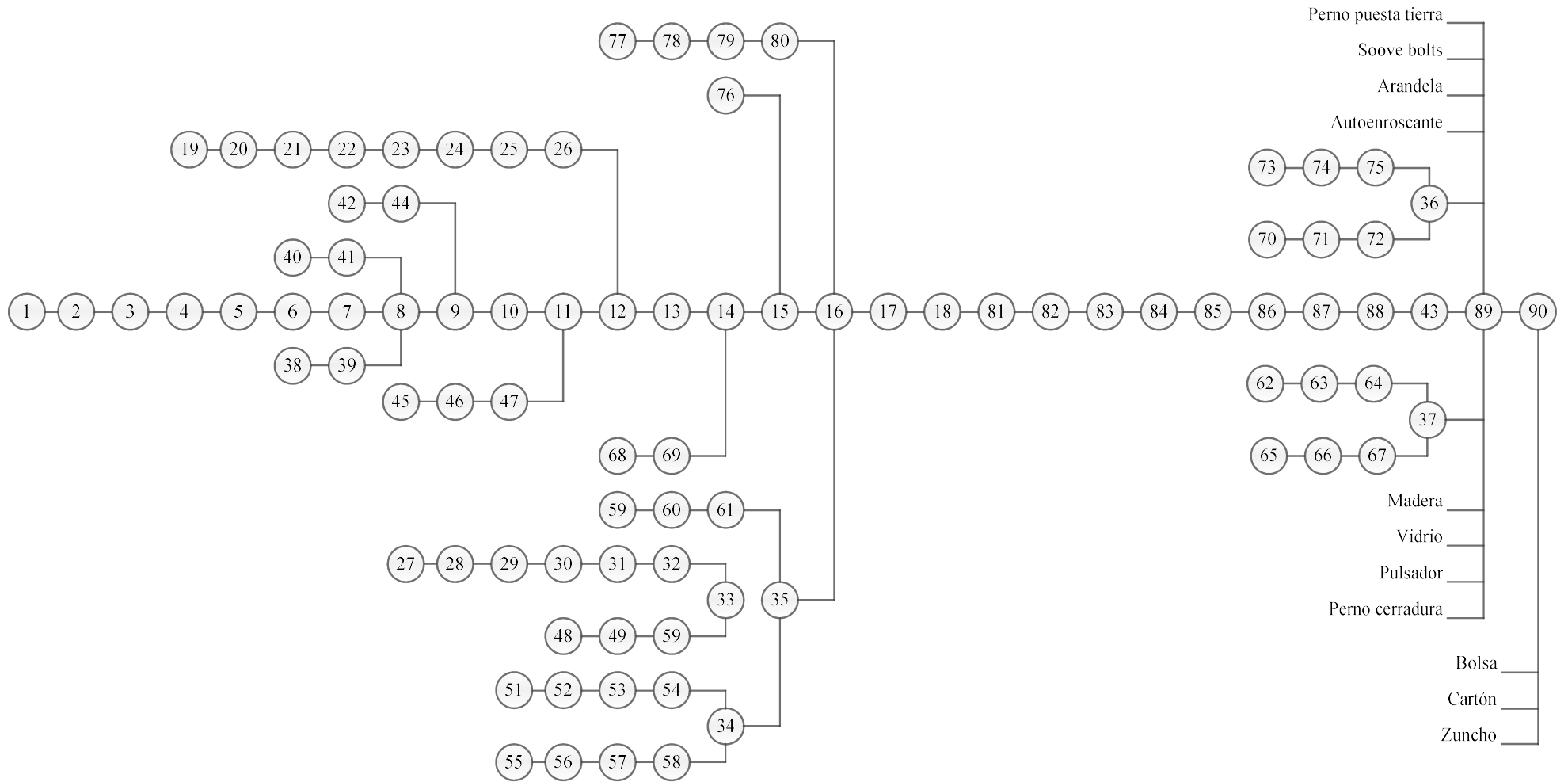


Figura 29: Diagrama de Operaciones de Manufactura
(Fuente: Elaboración Propia ,2010)

Tabla 29: Lista de Operaciones

N°	Operación	Componente
1	Habilitado en tiras de cuerpo	
2	Tronzado de cuerpo a medida	
3	Perforado de puesta tierra cuerpos	
4	Despunte para alojamiento de bisagras	
5	Despunte de zigzag cuerpo	
6	Semirecortado de cuerpo	
7	Perfilado de cuerpo	
8	Soldado de bocina y pasacables	
9	Soldado platina	
10	Doble de cuerpo U	Cuerpo
11	Soldado de portamadera	
12	Soldadura de cuerpo y costados	
13	Soldado de autógena con costados	
14	Soldado de uñas portamadera	
15	Soldado esquineros	
16	Soldado de bisagras en cuerpo, tapas	
17	Acomodado de cajas	
18	Perforación de esquineros	
19	Habilitado en tiras de costados	
20	Tronzado de costados	
21	Despunte zigzag costados	
22	Despunte de esquina de costado	
23	Prensado de semicortado y logotipo	Costado
24	Perfilado de costados	
25	Doblado lado largo de costados	
26	Doblado de lado chico de costados	
27	Habilitado en tiras tapa	
28	Tronzado de tapas	
29	Troquelado de visor y alojamiento de corredizo	
30	Rolado de tapa	Tapa
31	Embutido de alojamiento de precinto forza	
32	Embutido de esquineros	
33	Soldado de portavidrios	

34	soldadura de sombreros a los cascos	
35	Soldado de cascos y portaomega	
36	Soldadura de ña para corredizo	
37	Soldado de omegas con riel din	
38	Tronzado de bocina de bisagra	Bocina
39	Dobles de bocina de bisagra	
40	Tronzado de pasacable	Pasacable
41	Dobles de pasacable	
42	Habilitado y perforado de platina	Platina
44	Doblado L de platina	
45	Habilitado de portamadera	Portamadera
46	Tronzado a medida de portamadera	
47	Embutido de portamadera	
48	Habilitado en tiras de portavidrios	Portavidrio
49	Silueta de portavidrios	
50	Embutido de portavidrios	
51	Habilitado en tiras cascos	Casco
52	Tronzado de cascos	
53	Silueta en cascos	
54	Embutidos de cascos	
55	Habilitado en tiras de sombreros	Sombrero
56	Silueta de sombreros	
57	Embutido de sombrero	
58	Enderezado de sombrero	
59	Habilitado en tiras de portaomegas	Portaomega
60	Tronzado y Perforado de portaomegas	
61	Embutido de portaomegas	
62	Habilitado en tiras de omegas	Omega

63	Tronzado y Perforado de omegas	
64	Embutido de omegas	
65	Habilitado en tiras de riel din	
66	Tronzado a medidas riel din	Riel din
67	Embutido riel din	
68	Tronzado de uñas portamadera	
69	Doblado L de uñas portamadera	Uña portamadera
70	Habilitado en tiras de corredizo	
71	Silueta de corredizo	Corredizo
72	Embutido de corredizo	
73	Habilitado en tiras de uña de corredizo	
74	Silueta de uña corredizo	Uña corredizo
75	Embutido de uña de corredizo	
76	Tronzado de esquineros	Esquinero
77	Tronzado de bisagras	
78	Doblado L de bisagras	
79	Doblado curvo de bisagras	Bisagra
80	Martillado de bisagras	
81	Desengrase - Enjuague	
82	Decapado - Enjuague	
83	Secado	
84	Pintado Base	
85	Secado natural	
86	Lijado	
87	Pintado Electrostático	
88	Quemado - Horneado	
43	Roscado de cajas	
89	Ensamble	
90	Embalaje	

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Indicadores de Producción

- **Determinación del Tiempo Base**

La empresa trabaja todo el año, de lunes a sábado (6 días a la semana), siendo su horario de 8:00 -13:00 y 15:00 a 19:00 (9 horas al día) de lunes a viernes; el día sábado el horario laboral es de 8:00 a 15:00 (7 horas al día).

$$\left(6 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 9 \frac{\text{horas}}{\text{día}}\right) + 1 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 7 \frac{\text{horas}}{\text{día}} = 52 \frac{\text{horas}}{\text{semana}}$$

A través de la presente tabla se ha ponderado el número de horas promedio por día de trabajo, que emplearemos en los cálculos necesarios.

Tabla 30: Ponderación horas promedio por día

Tipo	Nº días	Hora/día	Ponderación	Puntaje
Lunes a Viernes	5	9	0.83	7.50
Sábado	1	7	0.17	1.17
Total	6	Promedio ponderado hr/día		8.67

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

Del total de 6 días, los 5 días de 9 horas (lunes – viernes) representan el 83% y el día de 7 horas (sábado), el 17%, al multiplicar el factor de ponderación por el número de horas por día, obtenemos el promedio ponderado de horas efectivas por día.

El tiempo base obtenido es de

- Descontando los días domingo, se tiene 26 días efectivos de trabajo
- 52 horas semanales
- 25 horas al mes
- 13,520 minutos al mes
- 811,200 segundos al mes

- Promedio de 8.76 horas laboradas al día.

Tolerancias de tiempo

Si bien la hora de entrada es 8:00 am en punto, se brinda una tolerancia a los trabajadores de 10 minutos, tanto en la mañana como en la tarde.

$$10 \frac{\text{min}}{\text{entrada}} * 2 \frac{\text{entrada}}{\text{día}} = 20 \frac{\text{min}}{\text{día}} * 60 \frac{\text{seg}}{\text{min}} = 12,00 \frac{\text{seg}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{día}}{\text{mes}} = 31,200 \frac{\text{seg}}{\text{mes}}$$

Se estima lo mismo para el uso de SSHH. y el break que a las 11:00 am suelen tener por disposición de la Administración, en pro de descansar la vista y la tensión del trabajo mecánico.

$$10 \frac{\text{min}}{\text{SSHH y otros bloque}} * 2 \frac{\text{bloque}}{\text{día}} = 20 \frac{\text{min}}{\text{día}} * 60 \frac{\text{seg}}{\text{min}} = 12,00 \frac{\text{seg}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \\ = 31,200 \frac{\text{seg}}{\text{mes}}$$

Estas tolerancias representan un 8% del tiempo total de trabajo:

$$\frac{31,200 \frac{\text{seg}}{\text{mes}}}{811,200 \frac{\text{seg}}{\text{mes}}} * 100\% = 4\% \text{ del tiempo base para entrada a laborar}$$

$$\frac{31,200 \frac{\text{seg}}{\text{mes}}}{811,200 \frac{\text{seg}}{\text{mes}}} * 100\% = 4\% \text{ del tiempo base para uso de SSHH y otros}$$

Disponiéndose de la diferencia, es decir el 92% del tiempo base para trabajo efectivo.

$$811,200 \frac{\text{seg}}{\text{mes}} * 0.92 = 748,800 \frac{\text{seg}}{\text{mes}}$$

Tiempo base

- Tiempo base proyectado: 811,200 segundos al mes
- Tiempo base real o efectivo: 748,800 segundos al mes

- **Determinación del Cuello de Botella**

Registro de Producción Actual

Mano de obra Directa utilizada (horas-hombre trabajadas), en un mes (26 días hábiles), para la producción de 6000 cajas porta medidor monofásico, se produjo esa cantidad porque se alternaba con otros pedidos.

Tabla 31: Registro de Producción Enero 2010

Procesos	Horas Trabajadas	Horas/Unid	Segundos/Unid
Habilitado en tiras de cuerpo	30	0.0050	18.00
Tronzado de cuerpo a medida	16	0.0027	9.86
Perforado de puesta tierra cuerpos	18	0.0030	10.91
Despunte para alojamiento de bisagras	22	0.0037	13.33
Despunte de zigzag cuerpo	20	0.0033	12.00
Semirecortado de cuerpo	15	0.0025	9.00
Perfilado de cuerpo	40	0.0067	24.00
Soldado de bocina y pasacables	40	0.0067	24.00
Soldado platina	40	0.0067	24.00
Doble de cuerpo u	40	0.0067	24.00
Soldado de portamadera	46	0.0077	27.69
Soldadura de cuerpo y costados	67	0.0111	40.00
Soldado de autógena con costados	105	0.0175	63.16
Soldado de uñas portamadera	50	0.0083	30.00
Soldado esquineros	55	0.0091	32.73
Soldado de bisagras en cuerpo, tapas	109	0.0182	65.45
Acomodado de cajas	171	0.0286	102.86
Perforación de esquineros	38	0.0063	22.50
		0.1537	553.49
Costados			

Habilitado en tiras de tapas	7	0.0006	2.18
Tronzado de costados	21	0.0018	6.32
Despunte zigzag costados	22	0.0018	6.55
Despunte de esquina de costado	30	0.0025	9.00
Prensado de semicortado y logotipo	21	0.0018	6.32
Perfilado de costados	36	0.0030	10.91
Doblado lado largo de costados	34	0.0029	10.29
Doblado de lado chico de costados	36	0.0030	10.91
		0.0174	62.46
Tapa			
Habilitado en tiras de tapas	14	0.0024	8.67
Tronzado de tapas	13	0.0022	8.00
Troquelado de visor y alojamiento de corredizo	17	0.0029	10.29
Rolado de tapa	20	0.0033	12.00
Embutido de alojamiento de precinto fuerza	15	0.0025	9.00
Embutido de esquineros	15	0.0025	9.00
Soldado de portavidrios	46	0.0077	27.69
Soldadura de sombreros a los cascos	20	0.0033	12.00
Soldado de cascos y portaomega	67	0.0111	40.00
Soldadura de uña para corredizo	16	0.0026	9.47
Soldado de omegas con riel dim	24	0.0040	14.40
		0.0446	160.53
Bocina			
Tronzado de bocina de bisagra	20	0.0017	6.00
Dobles de bocina de bisagra	24	0.0020	7.20
		0.0037	13.20
Pasacable			
Tronzado de pasacable	6	0.0010	3.60
Dobles de pasacable	10	0.0017	6.00
		0.0027	9.60
Platina			
Habilitado y perforado de platina	3	0.0005	1.80
Roscado de platina en cajas	20	0.0033	12.00
Doblado l de platina	20	0.0033	12.00
		0.0072	25.80
Porta madera			
Habilitado de portamadera	6	0.0010	3.60

Tronzado a medida de portamadera	12	0.0020	7.20
Embutido de portamadera	12	0.0019	6.92
		0.0049	17.72
Porta vidrio			
Habilitado en tiras de portavidrios	15	0.0013	4.50
Silueta de portavidrios	24	0.0020	7.20
Embutido de portavidrios	20	0.0017	6.00
		0.0049	17.70
Casco			
Habilitado en tiras cascos	4	0.0007	2.40
Tronzado de cascos	10	0.0017	6.00
Silueta en cascos	10	0.0017	6.00
Embutidos de cascos	13	0.0022	8.00
		0.0062	22.40
Sombrero			
Habilitado en tiras de sombreros	5	0.0008	2.77
Silueta de sombreros	5	0.0008	3.00
Embutido de sombrero	10	0.0017	6.00
Enderezado de sombrero	17	0.0029	10.29
		0.0061	22.05
Porta omega			
Habilitado en tiras de portaomegas	6	0.0005	1.80
Tronzado y perforado de portaomegas	11	0.0009	3.27
Embutido de portaomegas	20	0.0017	6.00
		0.0031	11.07
Omegas			
Habilitado en tiras de omegas	4	0.0007	2.40
Tronzado y perforado de omegas	8	0.0013	4.50
Embutido de omegas	14	0.0023	8.37
		0.0042	15.27
Riel dim			
Habilitado en tiras de riel dim	5	0.0008	2.88
Tronzado a medidas riel dim	14	0.0024	8.67
Embutido riel dim	13	0.0022	8.00
		0.0054	19.55
Uñas portamadera			
Tronzado de uñas portamadera	20	0.0017	6.00

Doblado l de uñas portamadera	34	0.0029	10.29
		0.0045	16.29
Corredizo			
Habilitado en tiras de corredizo	4	0.0007	2.40
Silueta de corredizo	9	0.0014	5.14
Embutido de corredizo	13	0.0022	8.00
		0.0043	15.54
Uña para corredizo			
Habilitado en tiras de uña de corredizo	5	0.0008	2.77
Silueta de uña corredizo	6	0.0010	3.60
Embutido de uña de corredizo	12	0.0020	7.20
		0.0038	13.57
Esquinero			
Tronzado de esquineros	6	0.0005	1.80
		0.0005	1.80
Bisagra			
Tronzado de bisagras	6	0.0005	1.80
Doblado l de bisagras	15	0.0013	4.50
Doblado curvo de bisagras	24	0.0020	7.20
Martillado de bisagras	17	0.0014	5.14
		0.0052	18.64

(Fuente: CERINSA, 2010)

Tabla 32: Registro de Producción Enero 2010- Acabado, Ensamble, Embalaje

Actividad	Unid/día	Horas/día	Horas/unid	Segundos/unid	Operarios	Segundos /Operario
Tratamiento preventivo	500	9	0.0180	64.80	3	21.60
Recubrimiento por capas	500	9	0.0180	64.80	4	16.20
Ensamble	500	9	0.0180	64.80	3	21.60
Embalaje (10)				162.4012	2	81.20

(Fuente: CERINSA, 2010)

Cuello de Botella

También llamado paso de la producción, es la operación más lenta que determinará el ritmo del sistema, en este caso es de 102.86 segundos, operación de acomodo de cajas que actualmente es ejecutada por 2 operarios.

- Determinación de la Producción Actual

$$P = \frac{tb}{ciclo} = \frac{811,200 \text{ seg/mes}}{102.86 \text{ seg/unid}} = 7,887 \text{unid/mes}$$

Actualmente la empresa tiene una producción de 7,887 unidades al mes

Tiempos Estándar

Tiempo Estándar: Tiempo necesario para efectuar la operación en condiciones normales (cronometrado), la operación por sí misma, fuera de otras *actividades intercaladas*.

Tiempo Real: Tiempo registrado como necesario para llevar a cabo la operación, como se trata de una producción por lotes, el tiempo incluye la operación y demás *actividades intercaladas* que no generan valor agregado.

Tabla 33: Tiempos Estándar de Operación

Operación	Estándar	Registro de producción
Cuerpo		
Habilitado en tiras de cuerpo	13.00	18.00
Tronzado de cuerpo a medida	4.17	9.86
Perforado de puesta tierra cuerpos	3.44	10.91
Despunte para alojamiento de bisagras	4.85	13.33
Despunte de zigzag cuerpo	6.02	12.00
Semirecortado de cuerpo	6.85	9.00
Perfilado de cuerpo	11.43	24.00
Soldado de bocina y pasacables	16.77	24.00
Soldado platina	8.91	24.00

Doble de cuerpo U	20.35	24.00
Soldado de portamadera	7.27	27.69
Soldadura de cuerpo y costados	21.35	40.00
Soldado de autógena con costados	62.21	63.16
Soldado de uñas portamadera	9.64	30.00
Soldado esquineros	17.41	32.73
Soldado de bisagras en cuerpo, tapas	33.27	65.45
Acomodado de cajas	46.70	102.86
Perforación de esquineros	4.58	22.50

Costados

Habilitado en tiras de costados	2.00	2.18
Tronzado de costados	1.65	6.32
Despunte zigzag costados	3.59	6.55
Despunte de esquina de costado	4.80	9.00
Prensado de semicortado y logotipo	4.04	6.32
Perfilado de costados	5.23	10.91
Doblado lado largo de costados	4.93	10.29
Doblado de lado chico de costados	10.40	10.91

Tapa

Habilitado en tiras tapa	1.80	8.67
Tronzado de tapas	3.28	8.00
Troquelado de visor y alojamiento de corredizo	5.06	10.29
Rolado de tapa	5.10	12.00
Embutido de alojamiento de precinto forza	4.43	9.00
Embutido de esquineros	5.80	9.00
Soldado de portavidrios	25.55	27.69
soldadura de sombreros a los cascos	7.65	12.00
Soldado de cascos y portaomega	13.14	40.00
Soldadura de uña para corredizo	7.79	9.47
Soldado de omegas con riel din	4.63	14.40

Bocina

Tronzado de bocina de bisagra	4.27	6.00
Dobles de bocina de bisagra	22.88	7.20

Pasacable		
Tronzado de pasacable	3.06	3.60
Dobles de pasacable	5.67	6.00
Platina		
Habilitado y perforado de platina	2.04	1.80
Roscado de platina en cajas	7.42	12.00
Doblado L de platina	7.65	12.00
Portamadera		
Habilitado de portamadera	3.22	3.60
Tronzado a medida de portamadera	3.06	7.20
Embutido de portamadera	5.56	6.92
Portavidrio		
Habilitado en tiras de portavidrio	3.28	4.50
Silueta de portavidrio	1.12	7.20
Embutido de portavidrio	4.44	6.00
Casco		
Habilitado en tiras casco	2.04	2.40
Tronzado de casco	3.06	6.00
Silueta en casco	4.25	6.00
Embutidos de casco	6.12	8.00
Sombrero		
Habilitado en tiras de sombrero	0.14	2.77
Silueta de sombrero	2.19	3.00
Embutido de sombrero	4.37	6.00
Enderezado de sombrero	3.83	10.29
Portaomega		
Habilitado en tiras de portaomega	1.53	1.80
Tronzado y Perforado de portaomega	2.55	3.27
Embutido de portaomega	18.68	6.00
Omegas		

Habilitado en tiras de omega	1.91	2.40
Tronzado y Perforado de omega	3.83	4.50
Embutido de omega	6.12	8.37
Riel Din		
Habilitado en tiras de riel din	9.87	2.88
Tronzado a medidas riel din	1.12	8.67
Embutido riel din	2.91	8.00
Uñas Portamadera		
Tronzado de uñas portamadera	1.13	6.00
Doblado L de uñas portamadera	3.98	10.29
Corredizos		
Habilitado en tiras de corredizo	2.04	2.40
Silueta de corredizo	2.67	5.14
Embutido de corredizo	3.26	8.00
Uña De Corredizo		
Habilitado en tiras de uña de corredizo	2.35	2.77
Silueta de uña corredizo	3.06	3.60
Embutido de uña de corredizo	5.10	7.20
Esquineros		
Tronzado de esquinero	1.02	1.80
Bisagras		
Tronzado de bisagra	1.53	1.80
Doblado L de bisagra	2.54	4.50
Doblado curvo de bisagra	4.09	7.20
Martillado de bisagra	11.73	5.14
Decapado		
Lavado	21.55	
Decapado	30.60	64.80
Pintura		

Pintado base	20.70	
Lijado	66.56	
Pintado electromagnético	16.45	64.80
Ensamble		
Puesta Vidrio, sove bolts y omegas	63.97	
Puesta de pulsadores y corredizo	42.78	
Puesta perno puesta a tierra	10.49	
Puesta madera y perno hexagonal	14.16	
Envasado (bolsa)	16.70	
Embalaje	148.09	162.40
Empaquetado en 10 unidades	16.24	

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Cuello de Botella (Estándar)

En este caso es de 66,50 segundos, operación de lijado de cajas que actualmente es ejecutada por 1 operario.

- Determinación Capacidad de Producción

$$Capacidad\ Proyectada = \frac{Tiempo\ Base}{Cuello\ de\ Botella\ (est\andar)}$$

$$Capacidad\ Proyectada = \frac{811,200\ seg/mes}{66.56\ seg/unid} = 12,188\ unid/mes$$

$$Capacidad\ Real\ o\ Efectiva = \frac{Tiempo\ Base - Tolerancia}{Cuello\ de\ Botella\ (est\andar)}$$

$$Capacidad\ Real\ o\ Efectiva = \frac{746,304\ seg/mes}{66.56\ seg/unid} = 11,213\ unid/mes$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad Ociosa} &= \text{Capacidad Proyectada} - \text{Producción Real} \\ &= 4,301 \text{unid/mes} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Colchón de Seguridad} &= \text{Capacidad Proyectada} - \text{Capacidad Real} \\ &= 916 \text{unid/mes} \end{aligned}$$

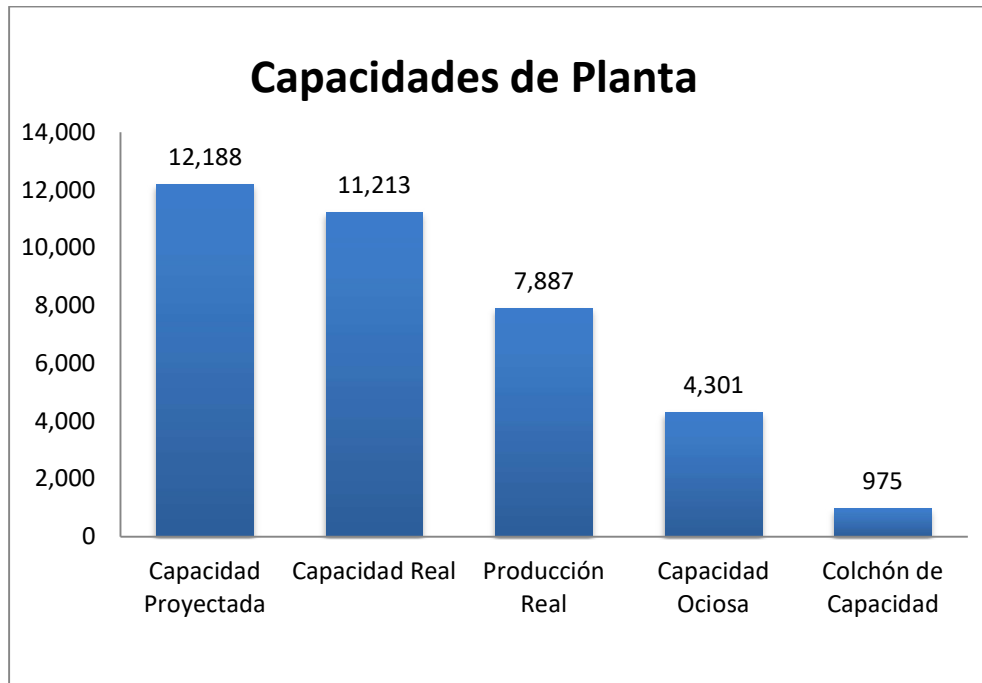


Figura 30: Capacidades de Planta Actuales
(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

La planta está diseñada para fabricar 12,188 unidades al mes, y en el mejor de los casos debería alcanzar las 11,213 unidades, con la eficiencia del tiempo de producción.

- **Descripción De Factores Del Sistema Productivo**

Tabla 34: Factores del Sistema Productivo

Factor	Dimensión	Situación
MATERIALES Y PRODUCTOS	Materiales	Se compran a un importador (Lima), con una línea de crédito, el abastecimiento es constante (todos los meses) dependiendo la

		cantidad de pedido del capital con el que se cuenta, no existe un modelo de inventarios.
	Insumos	Se cuenta con abastecedores (Teckno) para los detergentes y pinturas, no tiene un modelo de inventarios, se realizan las compras mensualmente, en caso de falta se recurre a retails de la ciudad
	Productos	Trabajan con proveedores locales que les abastecen de madera, vidrio y material de embalaje; los proveedores nacionales les abastecen de componentes de ensamble.
	Trabajadores	Cuenta con 31 operarios en planta, de 20 a 60 años, calificado (20) y no calificado (11). En su mayoría hombres, siendo mujeres uno de los pintores y las ensambladoras (03).
ELEMENTOS	Equipamiento	Cuentan con máquinas cortadoras (01), guillotinas (01), prensas mecánicas excéntricas (12), prensas manuales (05), prensa neumática (01), soldadoras de punto (05), soldadoras autógenas (02), soldadoras mig mag (02), mesas de trabajo, cubículos de pintado (01), percheros (02) equipos de pintado (02), hornos (02), tinas de inmersión (02), cilindros de lavado (02), rejillas de oreo (01).
	Ambientes	Objetos innecesarios en zonas de trabajo, desorden y falta de ubicación de lugares específicos para los equipos, falta de limpieza, falta de señalización y rotulación, falta de ergonomía en el trabajo y estandarización de procedimientos, falta de mantenimiento y seguimiento de buenas prácticas
ORGANIZACIÓN		Actualmente cuenta con una organización funcional por ordenes de trabajo, laborando en mixtura, a contra pedido (dependiendo de la demanda existente mensualmente) y contra stock (cantidad fija de producción 3,000 unidades)

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 35: Elementos del Sistema Productivo

Elementos	Descripción	Situación
ACTIVIDADES COORDINADAS	Operaciones de manufactura que transforman al producto y le dan valor agregado	Corte, Guillotinado, Doble, Perfilado, Embutido, Troquelado, Taladrado, Roscado, Sinterización, Procesos de Ensamble, Desengrasado, Lavado, Decapado, Pintado Epoxi, Pintado Electrostático, Lijado, Horneado-

		Quemado, Soldadura de Punto, Soldadura Autógena, Soldadura Migmag
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	Desperdicios de Producción	Transportes, esperas y demoras, movimientos innecesarios, inventario, sobre procesamiento, sobreproducción, defecto, preparación

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

- **Indicadores de Producción**

$$Utilización = \frac{Producción\ Real}{Capacidad\ Proyectada} * 100\% = \frac{7,7887\ unid/mes}{12,188\ unid/mes} * 100\% = 65\%$$

$$Eficiencia = \frac{Producción\ Real}{Capacidad\ Real} * 100\% = \frac{7,887\ unid/mes}{11,272\ unid/mes} * 100\% = 70\%$$

$$Producción\ estimada = Utilización * Eficiencia * Capacidad\ Proyectada$$

$$Producción\ estimada = 0.65 * 0.70 * 12,188 \frac{unid}{mes} = 5,546\ unid/mes$$

La empresa tiene utiliza el 65% de su capacidad de diseño, a una eficiencia del 70%, con una producción estimada de 5,546 unidades mensualmente.

Desperdicio de Producción

$$Desperdicio = 100\% - 65\% = 35\%$$

Sólo se utiliza eficientemente un 65% del tiempo trabajado, siendo el 35% desperdiciado y asumido por la empresa como gastos operativos, este despilfarro se produce por una serie de actividades que no generan valor agregado a la empresa

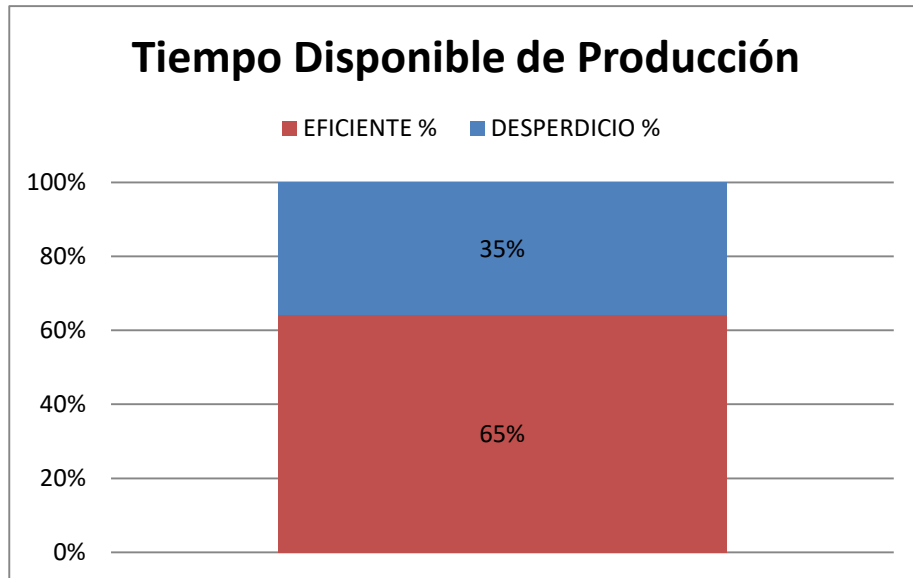


Figura 31: Desperdicio en el Tiempo de Producción

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Como ya se mencionó previamente, la empresa debe cubrir una demanda constante de 10,000 unidades/mes en promedio, dependiendo del monto total a entregar en un plazo de 5 meses (Licitación). Para lograr cumplir con las necesidades del mercado, recurre a la utilización de horas extra, 3 horas diarias después del turno normal de trabajo (7:00 – 10:00 pm). En los 26 días laborados, se han empleado 225 hrs normales y 78 hrs extra al mes, siendo un total de 303 horas no aprovechadas en su totalidad.

De las 303 horas utilizadas para producir la demanda requerida, el 74% es el trabajo normal, de 1 turno, y el 26% las horas extra que se emplean.

DISTRIBUCION TIEMPO TOTAL LABORADO EN PLANTA MENSUAL

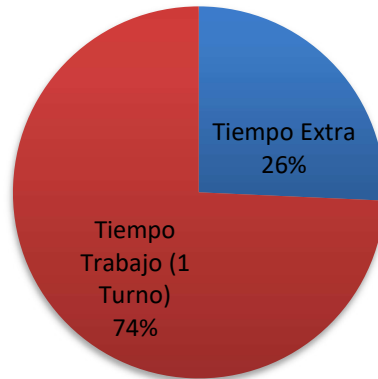


Figura 32: Distribución tiempo total laborado en planta mensualmente

(Fuente: Elaboración Propia, 2011)

De acuerdo a los indicadores obtenidos para el porcentaje de Desperdicio, del total de horas laboradas, contabilizado las horas extra requeridas para cubrir la demanda, únicamente 196 serían empleadas en operaciones que generan valor agregado, 107 horas son desaprovechadas y desperdiciadas.

$$303 \frac{\text{horas totales}}{\text{mes}} * 0.65 = 196 \frac{\text{horas eficientes totales}}{\text{mes}} * 0.74 = 146 \text{ horas eficientes 1 turno}$$

$$303 \frac{\text{horas totales}}{\text{mes}} * 0.35 = 107 \frac{\text{horas desperdicio totales}}{\text{mes}} * 0.74 = 80 \text{ horas desperdicio 1 turno}$$

$$196 \frac{\text{horas totales eficientes}}{\text{mes}} - 146 \frac{\text{horas eficientes 1 turno}}{\text{mes}} = 50 \text{ horas eficientes}$$

$$107 \frac{\text{horas totales desperdicio}}{\text{mes}} - 80 \frac{\text{horas desperdicio 1 turno}}{\text{mes}} = 28 \text{ horas desperdicio}$$

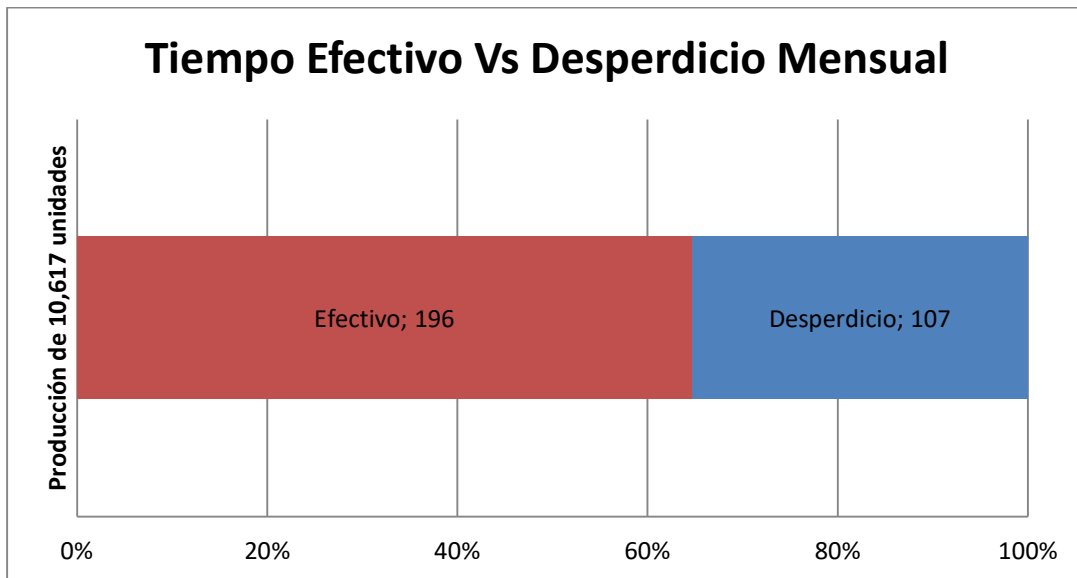


Figura 33: Tiempo Efectivo Vs Desperdicio Mensual

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

Detalladamente:

- De las 225 hrs/mes en trabajo de turno normal, 80 horas son de desperdicio.
- De las 78 hrs extra/mes, 28 hrs son de desperdicio.

Reduciendo los desperdicios industriales, puede eliminarse la utilización de horas extra, disminuyendo los ya aumentados gastos de operación.

En un escenario eficiente, habiéndose reducido los despilfarros con el plan de trabajo y estrategias de mejora, el aprovechamiento de las 80 hrs de desperdicio eliminaría las 78 hrs extra (50 de las cuales solamente son efectivas), pudiendo mejorar el nivel de producción al cubrir la demanda con el turno normal de producción.

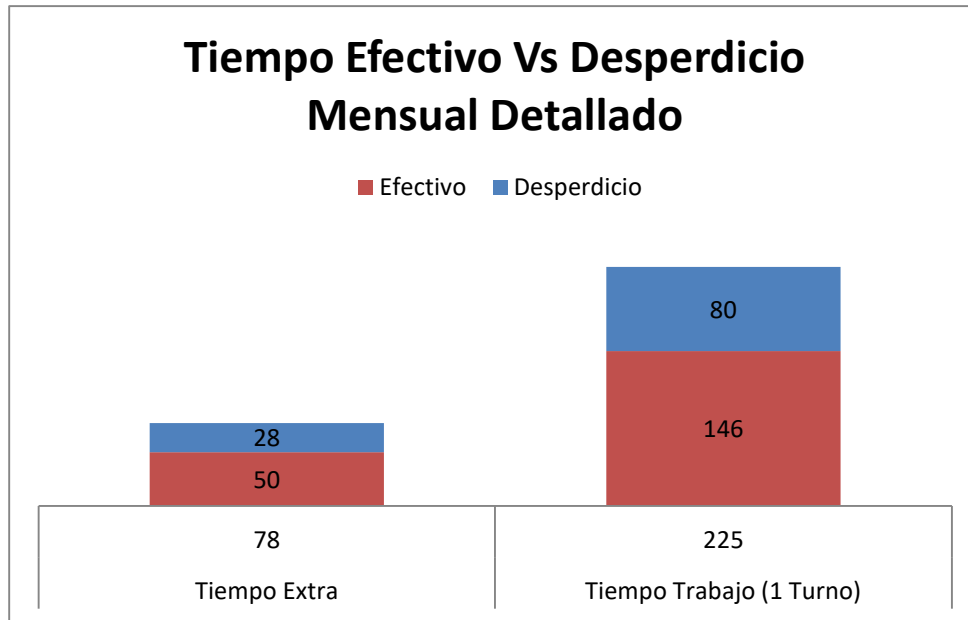


Figura 34: Cuantificación del desperdicio industrial en la producción actual

(Fuente: Elaboración propia, 2011)

Análisis De Causa – Efecto

Para determinar qué desperdicios influenciaban el desaprovechamiento del tiempo de trabajo, se cronometró 20 unidades siendo procesadas con un ciclo de 10 seg/unid., el tiempo de operación fue de 200 segundos, la espera de una pieza para procesarse es el mismo tiempo de operación a la pieza previa, el transporte incurrió en 240 minutos (para traer el lote al puesto de trabajo y para dejar el lote en el siguiente puesto de trabajo, también hubo participación de movimientos innecesarios de 40 segundos al no encontrar el implemento de ayuda en el prensado y el acomodo del material en la matricería. Por lo tanto se dice que el transporte representa el 35% del tiempo total empleado, las esperas y demoras el 29%, mientras que movimientos innecesarios sólo indica un 6%.

A través de un análisis de espina de pescado se ubican las posibles causas para la aparición e cada tipo de desperdicio industrial.

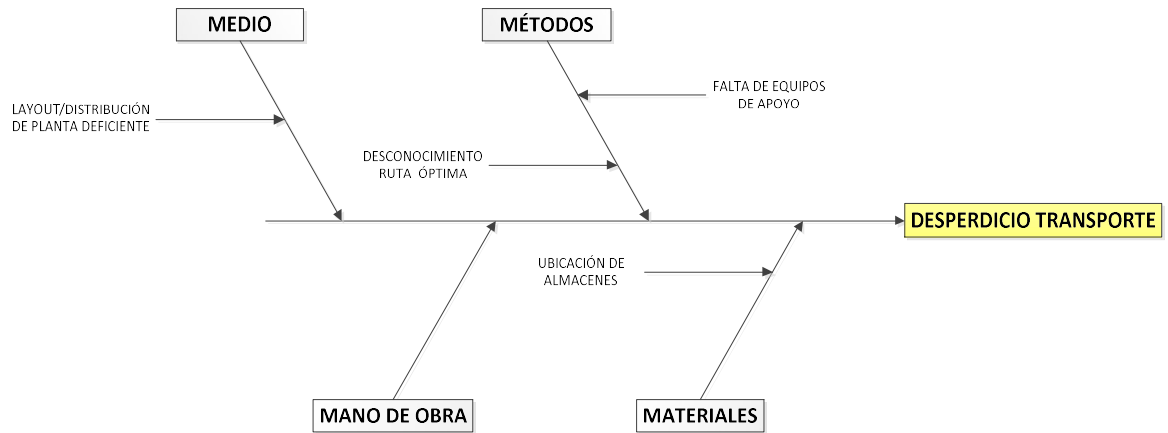


Figura 35: Causa-efecto Desperdicio de Transporte

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Se puede apreciar que el deficiente layout, la falta de equipos de apoyo, el desconocimiento de rutas y la incorrecta ubicación de almacenes originan el desperdicio de transporte

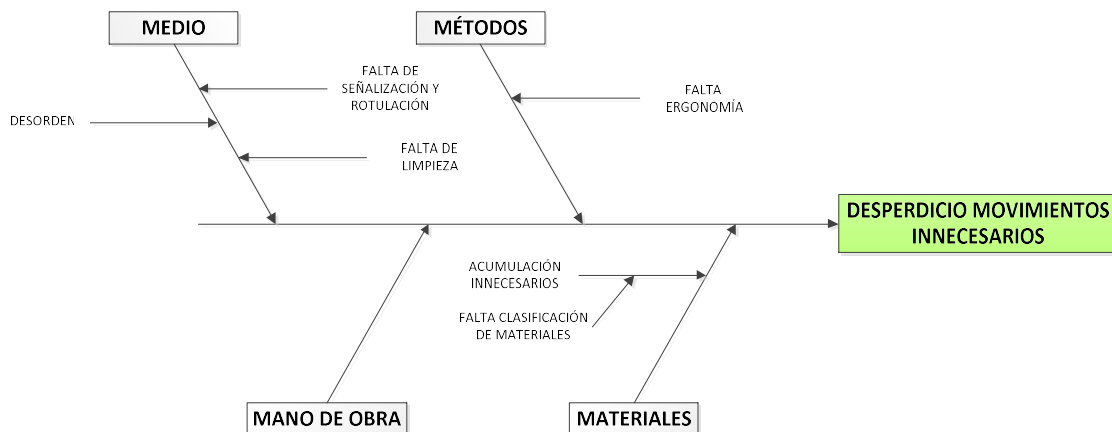


Figura 36: Causa-efecto desperdicio de movimientos innecesarios

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

El desorden, la falta de señalización y rotulación, escasa limpieza, carencia de diseño ergonómico, y acumulación de innecesarios por una falta de clasificación originan el desperdicio por movimientos innecesarios.

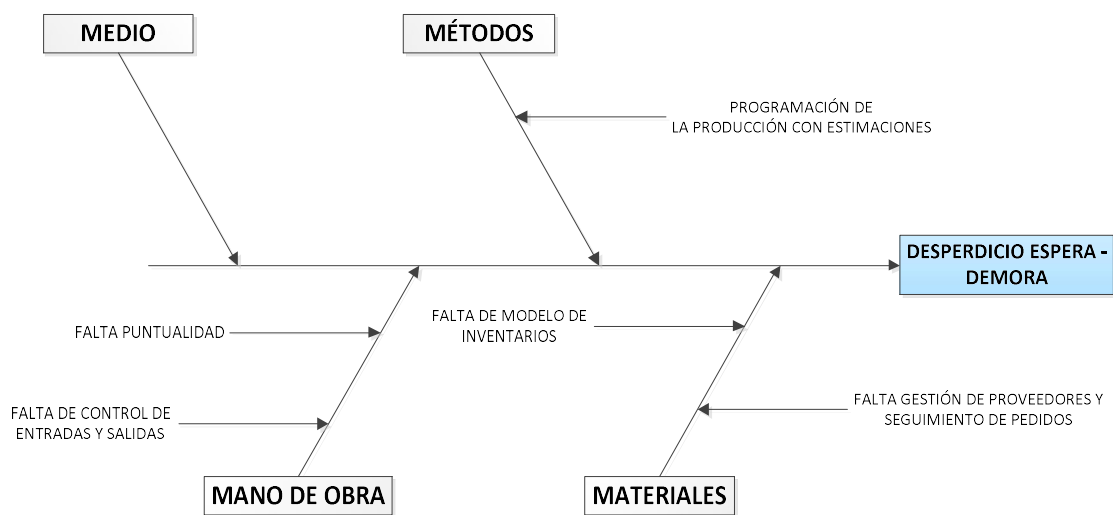


Figura 37: Causa-efecto desperdicio de esperas-demoras

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

La programación de la producción con estimaciones de capacidad, la falta de puntualidad y control de entradas y salidas, la falta de un modelo de inventarios y gestión de proveedores y seguimiento de pedidos traen consigo la aparición del desperdicio por esperas-demoras.

- Identificación de problemas y sus causas. Propuesta general de solución

Identificadas las posibles causas para la aparición de los desperdicios industriales, se establecen las propuestas de solución para cada una de ellas; así como los límites del estudio, el presente trabajo comprenderá una Redistribución de Planta, la Programación de la Producción en base al Plan Maestro, al Plan de Requerimientos de Materiales, Plan de Requerimientos de Capacidad y la Aplicación de un Plan de 5s, para una mejora sostenida de los resultados y seguimiento de ellos.

Tabla 36: Propuesta General de Solución

Problema de producción	Causas posibles	Propuesta general de solución
-------------------------------	------------------------	--------------------------------------

Desperdicio de Transporte	Deficiente distribución de Planta	Redistribución de planta
Desperdicio de Movimientos Innecesarios	Desorden Falta de Limpieza Elementos innecesarios Falta de Señalización Falta de Ergonomía	Aplicación de Plan de 5s y mejora continua <ul style="list-style-type: none"> - Clasificación - Orden y Limpieza - Señalización - Estandarización y Ergonomía - Disciplina y Seguimiento
Desperdicio de Espera - Demora	Programación de la producción con estimaciones Falta de puntualidad Falta de control de entradas y salidas Falta de Modelo de Inventarios Falta de gestión de proveedores y seguimiento de pedidos	Programación de la producción en base a Programa maestro, requerimiento de materiales y capacidad Control de Entradas y Salidas de personal. Determinación de Modelo de Inventarios y Punto de Pedido. Sistema de gestión de proveedores

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Balance de materiales

- Componentes

- Las planchas LAF tienen una dimensión de 2,400 x 1,200 mm estándar de (largo x ancho)
- Las varillas de alambón tienen un largo de 9,000 mm, con un diámetro de 6 mm
- La platina tiene un largo de 6,000 mm con un ancho de 19 mm

De acuerdo a la tabla 23: Componentes, donde se hallan especificadas las dimensiones por pieza, se obtienen el número de piezas por material, de donde proviene el rendimiento, así mismo se detalla una merma teórica y una merma real, la que está influenciada por la forma de corte del material

Tabla 37: Área materiales

Material	Área (mm)
Planchas LAF	2'880,000
Platina	360,000
Varilla Alambón	54,000

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

El rendimiento teórico se obtuvo de dividir el área total disponible por plancha entre el área requerida por pieza al momento del corte; el rendimiento real se obtiene al cortar las tiras al momento de la fabricación, en la mayoría de componentes se tiene un rendimiento real menor al teórico; las piezas PF003 y PF007 (bocina y uña portamadera se obtienen de la etapa de troquelado de visor, de allí salen 2 tiras de 50x100mm como merma, convirtiéndose en material para la elaboración de 2 bocinas y 2 uñas por tapa manufacturada.

La categoría material empleado por componente se determinó de dividir la unidad (plancha, varilla o platina) entre el número de piezas fabricadas por material; para el caso de la pieza PF001, de área 15,040 mm, cuya materia prima tienen un área de

2'880,000 mm, se obtienen 15 cuerpos por plancha, representando 1 cuerpo al 6.67% de una plancha, estos datos nos servirán más adelante para el costeo de piezas.

Tabla 38: Balance de Materiales

Código	Componentes	n°	Material	Tipo		Cantidad de piezas por			Material por componente	
				(pulg)	(mm)	material	Teórica	Real		Merma
PF001	Cuerpo	1	Plancha	1/32			19.15	15	4.15	0.0667
PF002	Platina para Cerradura	1	Platina	1/8 *3/4			75.00	75	0.00	0.0133
PF004	Pasacable	1	Plancha	1/40			5485.71	5474	11.71	0.0002
PF005	Portamadera	1	Plancha	1/32			484.03	476	8.03	0.0021
PF006	Costado	2	Plancha	1/32			92.90	90	2.90	0.0111
PF008	Esquinero	2	Plancha	1/32			4800.00	4800	0.00	0.0002
PF009	Bisagras	2	Alambrón		6		112.50	112	0.50	0.0089
PF010	Tapa	1	Plancha	3/64			66.21	64	2.21	0.0156
PF011	Portavidrio	3	Plancha	1/20			2117.65	2115	2.65	0.0005
PF012	Porta Omega	2	Plancha	1/20			720.00	720	0.00	0.0014
PF013	Sombrero	1	Plancha	1/20			2006.97	1972	34.97	0.0005
PF014	Cascos	1	Plancha	1/20			512.00	512	0.00	0.0020
PF015	Uña corredizo	1	Plancha	1/20			2938.78	2890	48.78	0.0003
PF016	Corredizo	1	Plancha	1/32			822.86	816	6.86	0.0012
PF017	Omega	1	Plancha	1/20			514.29	510	4.29	0.0020
PF018	Riel din	1	Plancha	1/32			1925.13	1890	35.13	0.0005

(Fuente: CERINSA, 2010)

- Material Ensamble y Embalaje

Tabla 39: Balance de Ensamble y Embalaje

Código	Material Ensamble	Cantidad
PF019	Madera	1
PC020	Vidrio	1
PC021	Pulsador	1
PC022	Perno cerradura	1
PC023	Perno puesta a tierra	1

PC024	Soove bolts	2
PC025	Autoenroscante	1
PC026	Arandela	1
Código	Material Embalaje	Cantidad
PC027	Bolsa	1
PC028	Cartón	1/10
PC029	Zuncho	1/10

(Fuente: CERINSA, 2010)

Balance de insumos de Soldadura

- Varillas de Cobre

La presentación es de varillas de 20 cm de largo, cuyo consumo registrado es de 7 cm cada 10 días, contando con que trabajan 5 máquinas soldadoras de punto, registrándose un total de 119 horas semanales de trabajo en soldadura de punto.

$$\frac{7cm}{10día} = \frac{0.7cm}{dia} * \frac{26días}{mes} = 18.2 \frac{cm}{mes}$$

$$\frac{18.2 \frac{cm}{mes}}{7,887 \frac{unid}{mes}} = 0.0023 \frac{cm}{unid}$$

- Agua en Soldadura de Punto

Se consume 1 bidón de 25 L de agua cada 10 minutos, con un registro de 119 horas semanales trabajando 5 máquinas de soldadura de punto para una producción de 7.887 unidades al mes.

$$\frac{25 L}{10 min} * \frac{60 min}{1 hora} = \frac{150 L}{hora} * 119 \frac{hora}{sem} * 4 \frac{sem}{mes} = 71,400 \frac{L}{mes}$$

$$\frac{71,400 \frac{L}{mes}}{7,887 \frac{unid}{mes}} = 9,05 \frac{L}{unid} * \frac{1m3}{1000L} = 0.00905 \frac{m3}{unid}$$

- **Oxígeno**

Se emplea 1 balón de 10 m3 cada 3,000 unidades en soldadura autógena.

$$\frac{10 m3}{3,000 unid} = 0.0033 \frac{m3}{unid}$$

- **Acetileno**

Se emplea 1 balón de 8 m3 cada 4,000 unidades en soldadura autógena.

$$\frac{8 m3}{4,000 unid} = 0.0020 \frac{m3}{unid}$$

- **Carbofil**

Se emplea un canuto de Carbofil cada 5,000 unidades en soldadura mig mag

$$\frac{1 canuto}{5,000 unid} = 0.0002 \frac{canuto}{unid}$$

En resumen, se tienen un consumo de insumos de soldadura de la siguiente manera:

Tabla 40: Balance de Insumos de Soldadura

Operación	Insumo	Cantidad	Unidad
Soldadura de punto	Agua	0.00905	m3
	Varillas de cobre	0.0023	cm
Soldadura autógena	Oxígeno	0.0033	m3
	Acetileno	0.0020	m3
Soldadura Migmag	Carbofil	0.0002	canuto

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

Balance de insumos de Tratamiento Preventivo

- Agua en Tinas de Inmersión

Ambas tinas tienen iguales dimensiones: 1.15 x 0.94 x 0.18m, originando un volumen de agua de 0.19458 m³, es decir 194.58 L por tina.

Tina Desengrase

En la etapa de desengrase se utiliza 1 tina de agua por día

$$\frac{0.19458 \frac{m^3}{día}}{500 \frac{unid}{día}} = 0.00038916 \frac{m^3}{unid} = 0.38916 \frac{L}{unid}$$

Tina Decapado

En la etapa de decapado se cambia el agua de la tina cada 4 días.

$$\frac{0.19458 \frac{m^3}{día}}{4} = \frac{0.048645 \frac{m^3}{día}}{500 \frac{unid}{día}} = 0.00009729 \frac{m^3}{unid} = 0.9729 \frac{L}{unid}$$

- Agua en Cilindros de Enjuague

Ambos cilindros tienen iguales dimensiones: 2 m largo x 0.56 m diámetro x 0.75 m altura, originando un volumen de agua de 0.1847 m³, es decir 184.47 L por cilindro.

$$Volumen cilindro = Área base * Altura$$

$$Área base = \pi * Radio^2$$

$$Radio = Diámetro/2$$

$$Volumen cilindro = \pi * \left(\frac{0.56}{2}\right)^2 * 0.75 = 0.18447 m$$

Se tienen un caudal volumétrico de 1L cada 20 segundos, es decir que en 1 hora se habrán consumido 180 L por cilindro y en 1 día de 8.67 horas se tendrán 1,560 L

$$\frac{1 L}{20 \text{ seg}} * \frac{3600 \text{ seg}}{\text{hora}} * \frac{8,67 \text{ hora}}{\text{día}} = \frac{1,560 L}{\text{día}}$$

$$\frac{1,560 \frac{L}{\text{día}}}{500 \frac{\text{unid}}{\text{día}}} = 3.12 \frac{L}{\text{unid}} = 0.00312 \frac{m^3}{\text{unid}}$$

En total, el consumo de agua en la etapa de desengrase es de $0.00038916 \text{ m}^3 + 0,00312 \text{ m}^3 = 0.0035 \text{ m}^3$ por unidad desengrasada.

En total, el consumo de agua en la etapa de decapado es de $0.00009729 \text{ m}^3 + 0,00312 \text{ m}^3 = 0.0032 \text{ m}^3$ por unidad desengrasada.

- ***Detergente en Desengrase***

Se emplean 1 Kg de detergente por día

$$\frac{1 \frac{Kg}{\text{día}}}{500 \frac{\text{unid}}{\text{día}}} = 0.002 \frac{Kg}{\text{unid}}$$

- ***Agente Decapador***

Se utiliza 1 bidón de 258.125 L, previamente se explicó que el cambio de agua de decapado es cada 4 días, 1 bidón rinde para 4 cambios.

$$\frac{258.125 \frac{L}{\text{bidón}}}{4 \text{ cambios} * 0.25 \frac{\text{bidón}}{\text{cambio}}} = 16.13 \frac{L}{\text{día}}$$

$$\frac{16.13 \frac{L}{día}}{500 \frac{unid}{día}} = 0.0322 \frac{L}{unid} * \frac{1 bidón}{258.125 L} = 0.000125 \frac{bidón}{unid}$$

- **Gas Propano Secado**

Se hace uso de 1 balón de gas de 10 Kg cada 12 días

$$\frac{10 Kg}{12 días} = 0.833 \frac{Kg}{día}$$

$$\frac{0.833 \frac{Kg}{día}}{500 \frac{unid}{día}} = 0.0017 \frac{Kg}{unid}$$

En resumen se tienen un consumo de insumos de tratamiento preventivo de la siguiente manera

Tabla 41: Balance de Insumos Decapado

Operación	Insumo	Cantidad	Unid
	Agua	0.0035	m3
Desengrase	Detergente	0.0020	kg
	Agua	0.0032	m3
Decapado	Desoxcleanner	0.0323	l
Secado	Gas	0.0017	kg

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

Balance de insumos de Recubrimiento con películas

- **Pintura Epóxica Base**

El juego de pintura epóxica consiste en 1 galón de pintura y q galón de catalizador para combinar. (1 galón = 3.79 L)

Al combinar 1 galón de pintura se obtienen 3.78 L de pintura y de catalizador, en total, 7.58 L de mezcla.

Cada juego rinde 35.5 m² de pintado, teniendo la caja portamedidor un área lateral disponible para pintar de 0.4704 m², se tiene un rendimiento de 75 unidades por juego

$$\text{Área Lateral} = 2 * (2 * ((0.32 * 0.12) + (0.18 + 0.12) + (0.18 * 0.32))) = 0.4704m^2$$

$$\frac{1 \text{ juego}}{75 \text{ unid}} = 0.0132 \frac{\text{juego}}{\text{unid}}$$

- ***Pintura Electrostática***

La pintura electrostática tiene una presentación de caja de 25 Kg, tiene un rendimiento de 260 unidades por caja de pintura.

$$\frac{25 \text{ Kg}}{260 \text{ unid}} = 0.09615 \frac{\text{Kg}}{\text{unid}}$$

- ***Tiner***

La presentación es e 1 galón de 3.79 L, cuyo rendimiento es de 3 galones por cada 75 unidades.

$$\frac{3 \text{ galón}}{75 \text{ unid}} * 3.79 \frac{\text{L}}{\text{galón}} = 0.1507 \frac{\text{L}}{\text{unid}}$$

- ***Gas Propano Quemado***

Se consume 1 balón de 30 Kg cada 10 días, para lotes de 500 cajas pintadas por día

$$\frac{30 \text{ Kg}}{10 \text{ días}} = 3 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$\frac{3 \frac{Kg}{día}}{500 \frac{unid}{día}} = 0.006 \frac{Kg}{unid}$$

- **Lijas**

Se emplean 8 pliegos de (0.3x0.3 m) cada 432 unidades.

$$\frac{8 \text{ pliego}}{432 \text{ unid}} = 0.0185 \frac{\text{pliego}}{\text{unid}}$$

Se presenta el de consumo en la actividad de Recubrimiento con Películas:

Tabla 42: Balance de Insumos Recubrimiento con Películas

Operación	Insumo	Cantidad	Unidad
Pintado base	Pintura epoxi	0.0502	L
	Catalizador	0.0502	L
	Tiner	0.1507	L
Lijado	Lija	0.0185	Pliego
Pintado electrostático	Pintura electrostática	0.0961	Kg
Horneado-quemado	Gas	0.0060	Kg

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

Finalmente, a modo de resumen, en la presente tabla se muestra el balance de insumos por actividad.

Tabla 43: Balance de Insumos

Actividad de manufactura	Descripción	Cantidad	Unidad
Tratamiento preventivo	Agua	0.0067	m3
	Detergente	0.0020	Kg
	Desoxcleaner	0.0323	L
	Gas	0.0017	Kg
Recubrimiento	Pintura epoxi	0.0502	L
	Catalizador	0.0502	L
	Tiner	0.1507	L

	Lija	0.0185	Pliego
Operación de manufactura	Pintura electrostática	0.0961	Kg
	Gas	0.006	Kg
Soldadura de punto	Varilla de cobre	0.0040	cm
	Oxigeno	0.0033	m3
Soldadura autógena	Acetileno	0.0020	m3
	Carbofil	0.0002	Canuto
Soldadura Mig-Mag			

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Balance de energía

Actualmente se tienen un consumo mensual de 7,506 Kwh, como producto de la utilización de maquinaria en la fabricación, empleándose 425 Kwh en iluminación y 7,081 Kwh en operación. En la presente tabla se emplean las horas de trabajo necesarias para producir alcanzando la demanda, 225 horas en turno normal y 78 horas extra.

Tabla 44: Balance de Energía

Descripción	Cantidad	Potencia	Potencia	Horas	Energía	Total
		Unitaria	Total	de		
		Watts	Watts	Trabajo	WH	Kwh
Fluorescente	15	40	600	303	182,000	182
Reflector	2	400	800	303	242,667	243
	Subtotal					425
Dobladora Hidráulica	1	8,090	8,090	203	1,646,172	1,646
Prensa Excéntrica de 7 Ton	5	540	2,700	351	948,038	948
Prensa Excéntrica de 20 Ton	5	1,050	5,250	299	1,570,616	1,571
Prensa Excéntrica de 75 Ton	1	2,680	2,680	99	264,791	265
Prensa Perfiladora	1	960	960	106	102,023	102
Maquina de Soldadora de Punto	4	960	3,840	664	2,549,498	2,549
	Subtotal					7,081
	TOTAL					7,506

(Fuente: CERINSA, 2010)

*1 Kwh = 1000W

2.4.2. DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS

Actual

La Fabrica cuenta con 1,200 m² (aproximadamente 31 largo x 52.12 m ancho)

- **Tipo de sistema**

Cuenta con un sistema por Batch y Orden de Trabajo, produce lotes de 2,654 unid/semana, de las cuales sólo 1,725 son fabricadas en turno normal de trabajo y el resto en horas extra, liberta ordenes de producción según concurso ganado o pedidos particulares.

- **Modelo de Gestión**

Industrial Masiva, grandes cantidades de producto y reducción de costes por economía de escala.

- **Tipo de distribución**

Actualmente la empresa tiene un tipo de distribución enfocada al Proceso, áreas distribuidas por función. Con un enfoque de disposición horizontal. De tipo Intermitente Cerrado, dado que produce artículos de acuerdo a los materiales, tolerancias y dimensiones especificadas por el Cliente. Produciendo mensual y continuamente el producto Caja metálica porta medidor estandarizado.

Diagnóstico

Los centros de trabajo integrados por personas y máquinas, dispuestos funcionalmente en la planta, siendo el producto el que a base de recorridos más o menos complejos y diferenciados pasa de un puesto a otro. Los equipos son genéricos (prensas, cortadoras, etc.), de gran capacidad, costosos y precisan de una mano de obra experta y especializada. El desarrollo del proceso es lento, como consecuencia

de operar por lotes (1,725-2,654 unid/sem). El producto se envía por lotes de un centro de trabajo a otro por la lejanía de los puestos de trabajo.

Existe una demora de cada unidad de producto en cada puesto de trabajo que incluye la operación de esa pieza más la operación de todo el lote. El producto llega a cada centro y deber hacer cola y esperar que el centro termine con los lotes que está procesando. Hay una gran cantidad de actividades intercaladas y complementarias en las operaciones principales (esperar turno, manipulación para removerla y devolverla, transportarse distancias largas, permanecer en stock, desperdicios).



Figura 38: Foto Espera de lote de cajas en soldadura de punto
(Fuente: CERINSA, 2010)

Se aprecia la demora del lote de la producción que representa su tiempo de operación más el tiempo de operación de las otras unidades del lote, hasta que en su total son transportadas a la siguiente área. Asimismo, la deficiente localización del área de tratamiento preventivo dificulta el traslado de cajas pintadas a ensamblaje y empaquetado.



Figura 39: Foto Área Tratamiento Preventivo
(Fuente: CERINSA, 2010)

Tabla 45: Áreas de Planta

Área	Descripción
Recepción y envío	Descarga y despacho de materiales y producto terminado
Área materia prima	Almacenamiento de materiales de fabricación, insumos, embalaje, ensamble
Área producto terminado	Apilamiento de paquetes de producto final embalado
Área de componentes	Almacenamiento de piezas, componentes fabricados
Área cortado	Corte de Planchas y Guillotinado, para producción y para servicio externo a clientes.
Área prensado	Estampado en frío de planchas, se desarrollan procesos de deformación, embutidos, doblez, troquelado, taladrado, roscado, perfilado.
Área decapado	Tratamiento Preventivo de Planchas, anticorrosión, desengrase, decapado, enjuagues, secado
Área pintado	Recubrimiento con películas de pintura, epoxi y electrostática, lijado y horneado-quemado
Área soldadura punto	Unión por soldadura dura, de componentes
Área soldadura autógena	Unión por soldadura de bordes (costados-cuerpo)
Área soldadura mig-mag	Unión de componentes (bisagra-cuerpo-tapa)

Área ensamblaje-embalaje	Unión temporal de componentes, elementos de sujeción roscados.
--------------------------	--

(Fuente: CERINSA, 2010)

- **Plan de Distribución de Planta (áreas)**

Actualmente las áreas se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

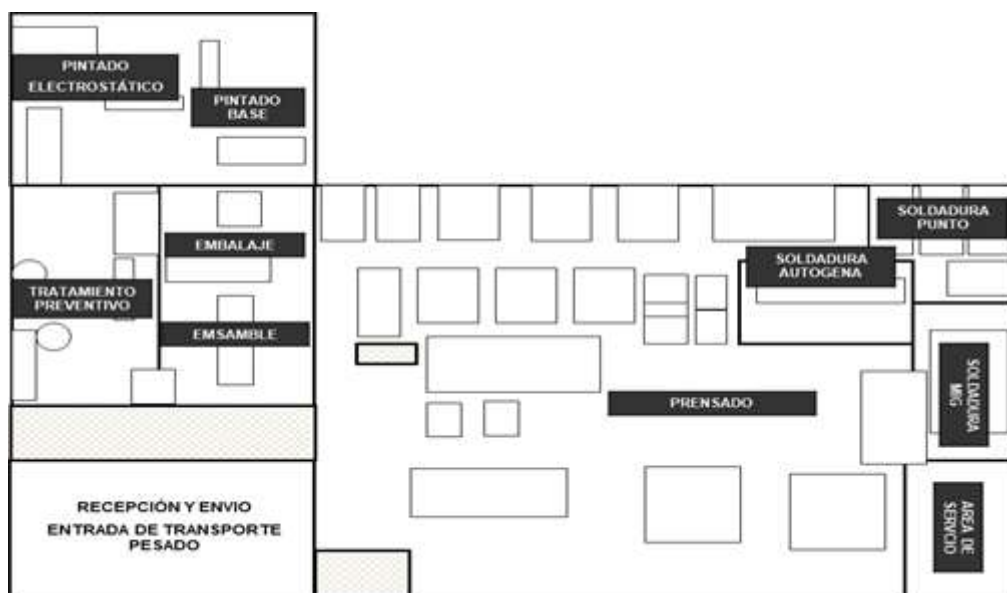


Figura 40: Distribución de Planta Actual

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

- **Elementos Principales de la Planta (Equipos)**

Tabla 46: Maquinaria Actual

Tipo de maquinaria	Subclasificación	Simbología	Descripción
Corte	Cortadora en tiras	Cortadora Hidráulica	Plegadora hidráulica habilitada para el corte de plancha en tiras
	Cortadora en partes más pequeñas	G1	Guillotina, corte de tira en trozos
		G2	
		P1	

		P2	
		P3	
	Prensas excéntricas- eléctricas	P4	
		P5	Prensas excéntricas, habilitadas para
		P6	operaciones de perforados, cortes,
		P7	perfilados, embutidos, dependiendo de
		P8	la matriz que se le asigne.
		P9	
Estampado en frío- prensado		P10	
		P11	
		P12	Prensa excéntrica, destinada a embutidos
		Pma	
	Prensas manuales	Pmc	Prensas manuales, destinadas a dobléz y cortes
		Pmd	
		Pme	
	Prensa hidráulica	Ph	Plegadora hidráulica habilitada para doblez
		Sp1	
		Sp2	Maquinas soldadoras de punto
	Soldadura de punto	Sp3	también llamadas de arco, para la
		Sp4	unión de componentes
Soldadura	Soldadura autógena	Sa	Soldadura oxi-acetileno, para bordes de unión cuerpo-costados
		Sm	Soldadura para unión de la caja y la tapa a través de bisagras.
	Soldadura mig-mag	Acom.-ma	Mesa de trabajo para acomodo de tapa en caja a través de martilleo
Enderezado	Roladora	Ro1	Maquina manual de rodillo para el enderezamiento de la tapa
	Martillado	Mach	Para doblado y martillado de bisagras
	Tinas de lavado	T1	Inmersión y desengrase
		T2	Inmersión y decapado
Tratamiento preventivo	Cilindros de enjuague	C1	Enjuague de desengrase
		C2	Enjuague de decapado
	Rejilla de oreo	R	Oreo de la caja lavada
	Hornos	H1	Secado de caja lavada

		H2	Quemado-horneado de caja pintada en polvo
Pintura	Perchero	Perch1	Pintado base
		Perch2	Secado natural pintado base
		Perch3	Pintado electrostático
Ensamblaje-embalaje	Mesa de trabajo	M1	Mesa de lijado
		M1	Mesa de ensamblaje de componentes
	Roscadora	M2	Mesa de embalaje de paquetes
		Ros	Roscado de caja para cerradura fuerza

(Fuente: CERINSA, 2010)

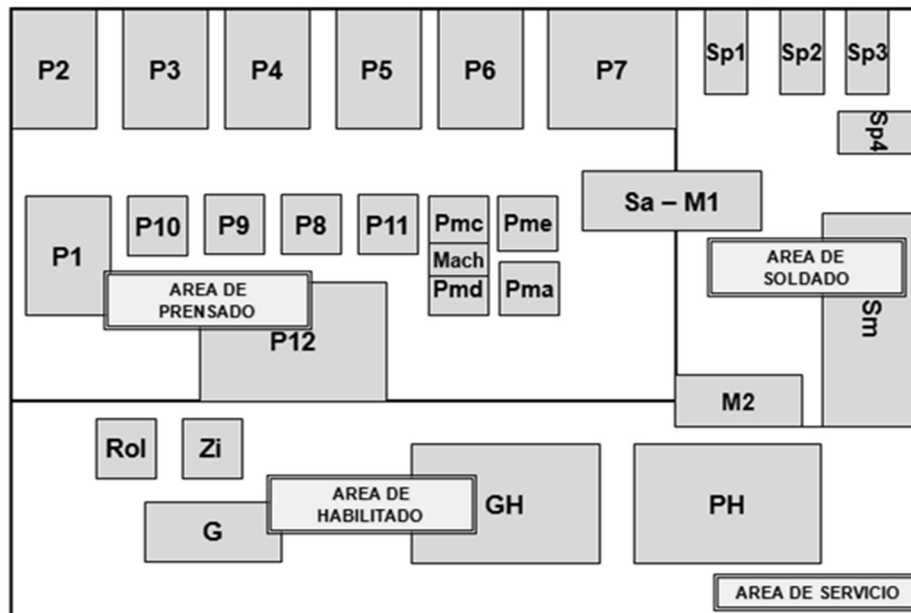


Figura 41: Diagrama Ubicación de equipos actual área de fabricación

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

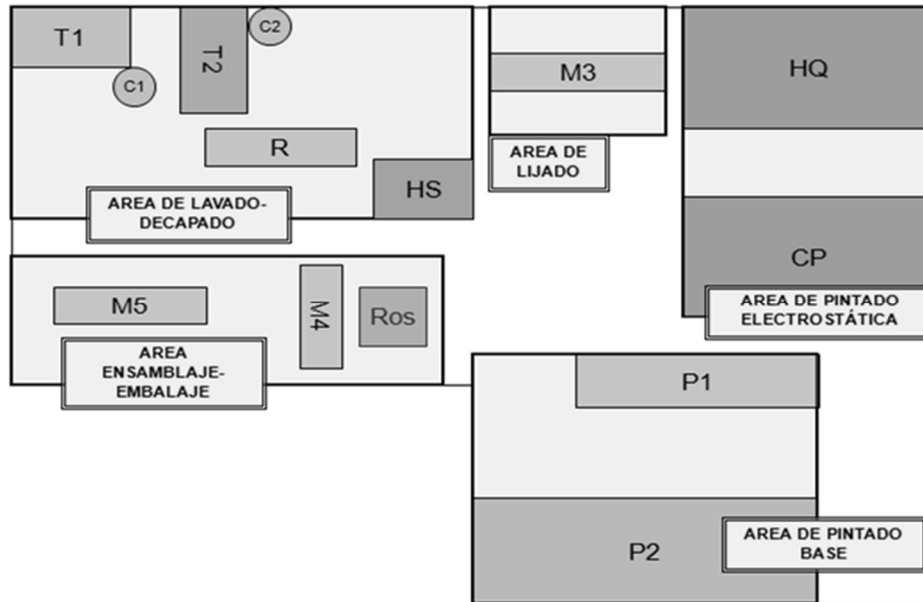


Figura 42: Diagrama de Ubicación de Equipos actual área Acabado, Ensamble y Embalaje
(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Análisis de Cargas entre áreas

Valoración de 1 para necesidades de proximidad por secuencia de operaciones, 0 para las áreas independientes unas de otras.

Tabla 47: Relación de Cargas entre áreas

Nº	Área	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Recepción y envío		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Área materia prima			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	Área producto terminado				0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	Área de componentes					0	1	0	0	1	0	1	0
5	Área cortada						1	0	0	0	0	0	0
6	Área prensada							0	0	1	0	0	0
7	Área decapada								1	0	0	1	0
8	Área pintada									0	0	0	1
9	Área soldadura punto										1	0	0
10	Área soldadura autógena											1	0
11	Área soldadura mig-mag												0
12	Área ensamblaje-embalaje												

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 48: Tarifa transporte planta

Tarifa	Unidad
30.00	Sol/hr
3.46	Sol/hr
603	Unid/hr
8.67	Hr/dia
26	Dia/mes
1.29	Sol/unid (1mes)

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Se empleará una tarifa de 1.29 para el análisis de cargas en el diseño actual del layout

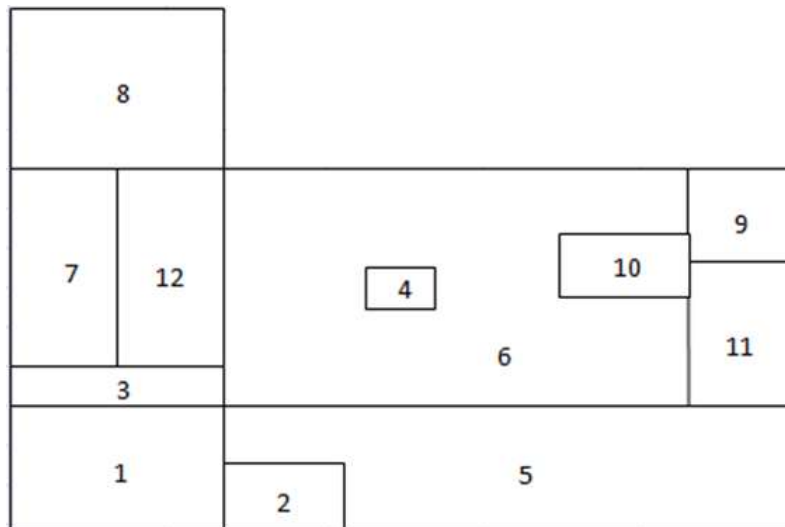


Figura 43: Layout actual

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Se le ha asignado un valor de 1 para áreas próximas lateralmente y un valor de 2 para áreas que se encuentren alejadas.

Tabla 49: Costeo Cargas en Distribución Actual

Costeo de Cargas en Distribución			
Grupo	Cercanía	Tarifa	Total
1 y 2	1	1.29	1.29
1 y 3	1	1.29	1.29
2 y 5	1	1.29	1.29

3 y 12	1	1.29	1.29
4 y 6	2	1.29	2.59
4 y 9	2	1.29	2.59
4 y 11	2	1.29	2.59
5 y 6	1	1.29	1.29
6 y 9	2	1.29	2.59
7 y 8	1	1.29	1.29
7 y 11	3	1.29	3.88
9 y 10	1	1.29	1.29
TOTAL		23.28	

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

La distribución actual, representa un costo de 23.28 soles por unidad al mes, siendo deficiente la ubicación de espacios, al encontrarse alejados cuando requieren minimizar desperdicios de transportes y encontrarse en proximidad.

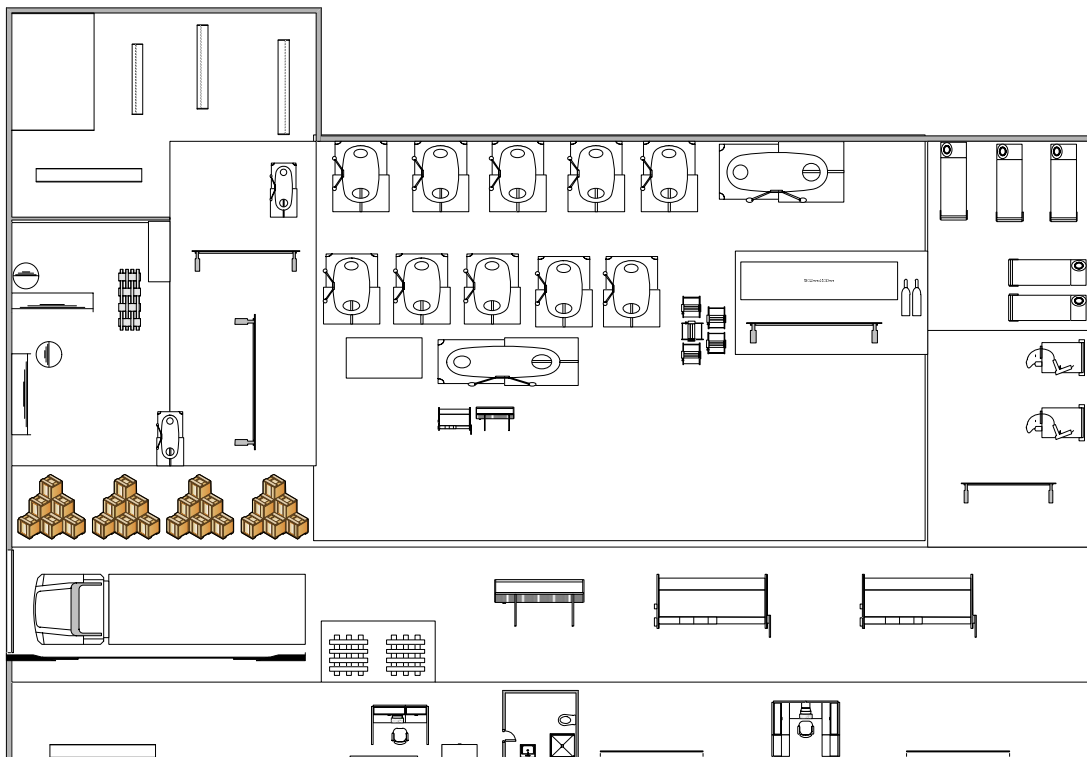


Figura 44: Diagrama de Equipos Actual

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

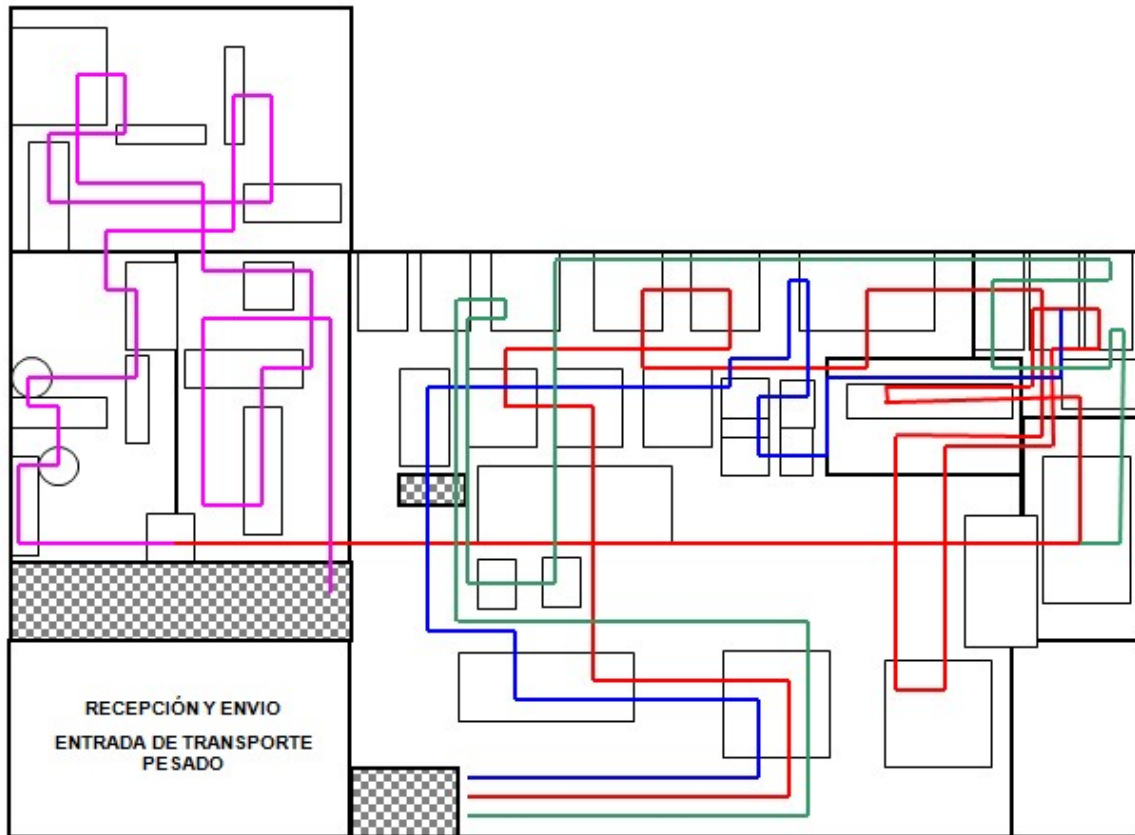


Figura 45: Recorrido de Piezas Principales Actual Caja CMR

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

Se aprecia los problemas de cruces de recorrido para las 3 piezas principales:

Rojo: Cuerpo

Azul: Costado

Verde: Tapa

Propuesta de Mejora en el Plan de Distribución de Planta

Se propone una nueva distribución de Planta, una mixtura de estrategias de distribución, una ubicación de equipos por procesos, pero que al mismo tiempo mejore los recorridos y reduzca los cruces. Dividiendo algunas etapas como soldadura de Punto y Reorganizando las áreas en función del espacio disponible, para un solo trayecto, sin regresos.

Tabla 50: Valoración de Proximidad Método Muther

Código	Relación de Proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Importancia ordinaria
U	No importante
X	Indeseable

(Fuente: Rojas C., 1996)

Valoración de necesidad de Proximidad según Richard Muther

Tabla 51: Método Muther para necesidad de Proximidad entre Áreas

ACTIVIDAD	METODO MUTHER											
ALMACEN MATERIAS PRIMAS												
ALMACEN COMPONENTES	U											
ALMACEN PRODUCTO TERMINADO	U	U										
CORTADO	U	U	A									
PRENSADO	A	U	U	U								
SOLDADO MIG	I	U	U	U	U							
DECAPADO	A	U	U	U	U	I						
PINTADO	A	U	U	U	U	U	I					
ROSCADO	A	U	U	U	U	U	U	U				
ENSAMBLAJE	A	U	U	U	U	U	U	U	I			
EMBALAJE	A	U	U	U	U	U	U	A	U	I		
RECEPCION-ENTREGA	A	U	U	U	U	U	U	E	A	I	A	
PERFORADO ESQUINEROS	U	U	U	U	U	U	A	U	U	U	U	U
SOLDADO AUTOGENO	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
SOLDADO PUNTO	A	U	U	U	U	U	U	U	A	U	U	U

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Diseño Propuesto de Layout

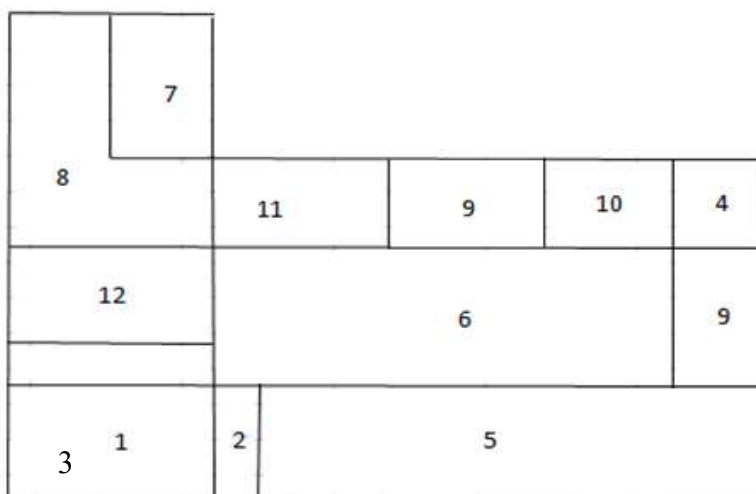


Figura 46: Layout Propuesto

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Análisis de Cargas para el Layout Propuesto

Tabla 52: Costeo de Cargas Distribución Propuesta

Costeo de Cargas en Distribución			
Grupo	Cercanía	Tarifa	Total
1 y 2	1	1.29	1.29
1 y 3	1	1.29	1.29
2 y 5	1	1.29	1.29
3 y 12	1	1.29	1.29
4 y 6	1	1.29	1.29
4 y 9	1	1.29	1.29
4 y 11	2	1.29	2.56
5 y 6	1	1.29	1.29
6 y 9	1	1.29	1.29
7 y 8	1	1.29	1.29
7 y 11	1	1.29	1.29
9 y 10	1	1.29	1.29
		TOTAL	16.82

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

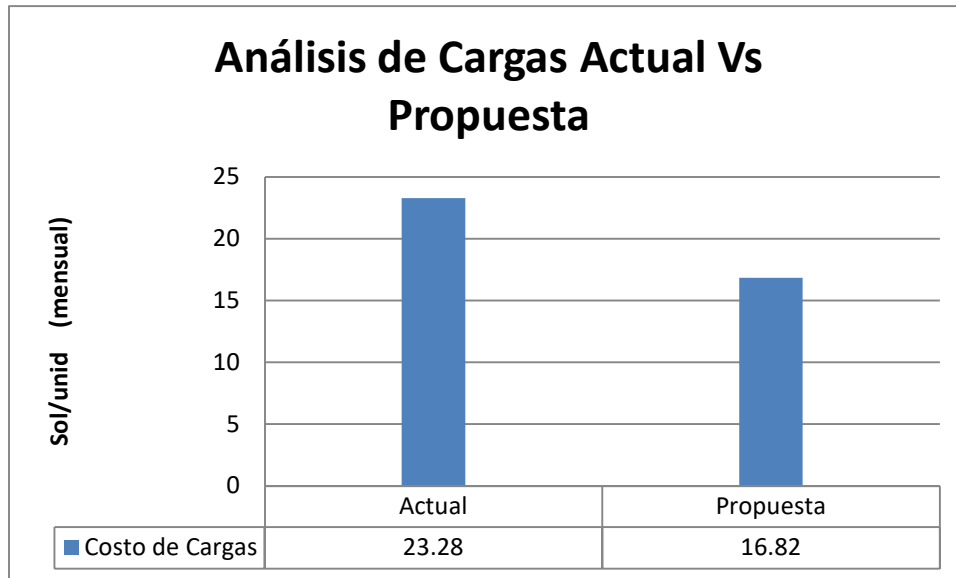


Figura 47: Distribución Actual Vs Distribución Propuesta

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Se aprecia una reducción de 28% de costos en Transportes entre áreas según la distribución propuesta para el proceso productivo de cajas portamedidor monofásico

Tabla 53: Nuevos Indicadores de producción

Indicadores	Actual	Propuesto
Producción	7,887	11,284
Utilización	65%	93%
Eficiencia	70%	96%
Producción estimada	5,529	11,319

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Se observa un incremento del 28%, que representa un aumento de 3,397, dando una producción de 11,284 unidades/mes, aumentando la utilización a 93% y la eficiencia de la instalación a un 100%, pero al reducir las tolerancias en un 4%, la eficiencia se mantiene en 97%, determinando una producción media o estimada de 10,860 unid/mes

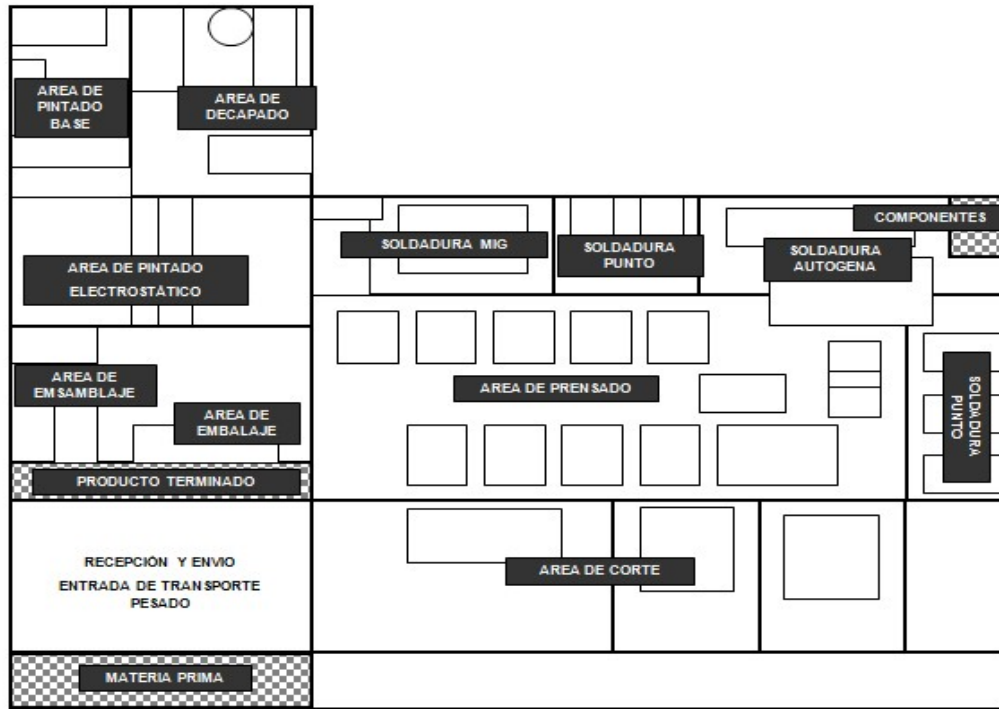


Figura 48: Distribución de Planta Propuesta
(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

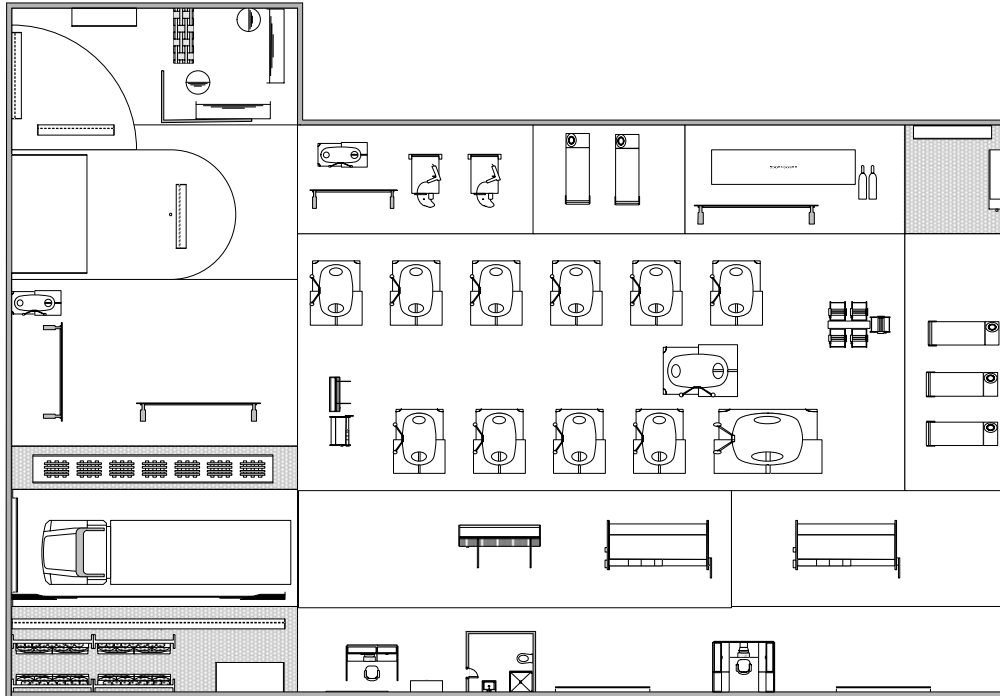


Figura 49: Diagrama de Equipos Propuesto
 (Fuente: Elaboración Propia, 2010)

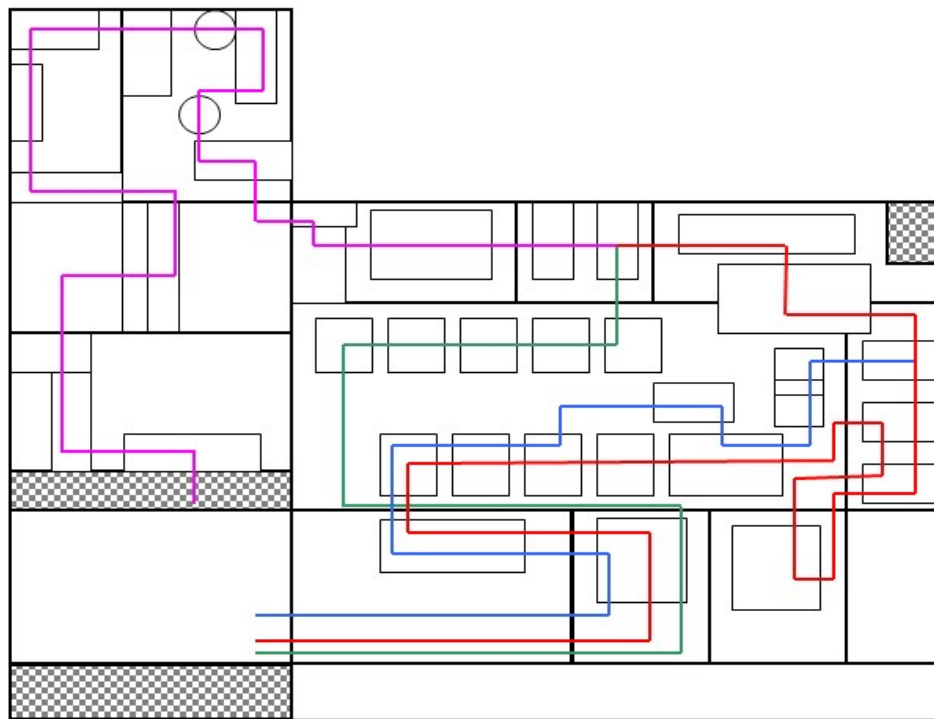


Figura 50: Recorrido Actual Piezas Principales
 (Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Se ha reducido los cruces de recorrido para operación, limitando así la congestión de pasillos y zonas de trabajo.

Necesidades de Estantería para Almacenes

- Estantería Planchas LAF

Con el almacén selectivo se podrá manejar tarimas para hueco vacío, lo que permite tener acceso directo y unitario a todas las tarimas almacenadas.

L= 2.60 m

A=2.80 m

H=1.20 m

- Estantería Varilla y Alambrón

Se empleará el estante Cantilever, ya que son óptimos para el almacenamiento de cargas largas y voluminosas como perfiles, tubos, barras, ángulos, láminas, tablonos y listones. Este sistema puede ser doble o sencillo dependiendo de su localización en el área de almacenaje. Entre las ventajas que se logran en la operación se destacan la facilidad de acceso directo a cada posición de la carga y la posibilidad de retirar cualquier unidad de almacenamiento sin mover las restantes, reduciendo así costos de manipulación.

L = 1.00 m

A = 9.00 m

H= 1.50 m

- Estantería Insumos

Estos serán dispuestos en racks mixtos, tipo selectivo, ya que se manejarán grandes cantidades de referencias manejando la estiba como principal unidad de empaque. Con este sistema se puede almacenar a diferentes alturas y anchos para una gran variedad de productos.

$$L = 3.00 \text{ m}$$

$$A = 2.00 \text{ m}$$

$$H = 2.00 \text{ m}$$

- **Estantería Material de Ensamble**

Para estos tipos de materiales es necesario usar una estantería flujo de cajas o inclinado. Es un sistema especial de picking dinámico. La mercancía se almacena en rieles con ruedas, colocados en plano inclinado, de modo que la caja se desplaza por gravedad, agilizando así la operación de recolección de piezas.

$$L = 0.80 \text{ m}$$

$$A = 1.80 \text{ m}$$

$$H = 1.50 \text{ m}$$

- **Estantería Material de Embalaje**

Estos materiales se almacenarán en estantes convencionales.

$$L = 1.80 \text{ m}$$

$$A = 1.70 \text{ m}$$

$$H = 2.60 \text{ m}$$

- **Estantería de Componentes**

Los racks empleados deberán ser de tamaño pequeño y no requiere de bastante área, ya que el espacio ocupado por un sub componente puede ser ocupado por otro cuando éste último necesite del primero para su ensamble, y también por el volumen y tamaño de los sub componentes. Se recomienda emplear un estante manual convencional de 3 cuerpos como máximo y de 4 a 5 niveles.

$$L = 3.80 \text{ m}$$

$$A = 0.60 \text{ m}$$

$$H = 1.8 \text{ m}$$

- **Pañol de Herramientas**

Como parte de la metodología 5s, se requiere que cada herramienta tenga una ubicación específica y se encuentre señalizado.

$$L=1.00 \text{ m}$$

$$A= 0.2 \text{ m}$$

$$H=1.0 \text{ m}$$

- **Estantería Producto Terminado** (paquetes de 10 unidades c/u)

Este estante debe ser tipo manual modular, puesto que sólo se almacenarán cajas de cartón.

Dimensión de las cajas - paquetes:

$$L =1.2 \text{ m}$$

$$A = 0.32 \text{ m}$$

$$H = 0.18 \text{ m}$$

Para parihuelas de 1.2 x 1.0 m, se apilan 3 paquetes por fila, 10 filas por parihuela, equivalente a 300 paquetes, con una altura de 1.8m por nivel.

Para una entrega quincenal de 5,325, se necesitaría de 18 parihuelas, el rack estará diseñado para 3 niveles y 2 cuerpos y medio. Con una capacidad para 563 paquetes

Estante Producto Terminado

$$L=8.1 \text{ m}$$

$$A=1.3 \text{ m}$$

$$H=6.0 \text{ m}$$

Se requiere el apoyo de 1 Montacargas para la manipulación de parihuelas

Distribución General, Método Guercht

Superficie Estática (S_s): $S_s = L * A$, L: Largo, A: Ancho

Superficie de Gravitación (S_g): $S_g = S_s * N$

Superficie de Evolución (S_e): $S_e = (S_s + S_g) * K$

Area Total: $A_t = (S_s + S_g + S_e) * n$

$$A = \sum A_t$$

Tabla 54: Dimensiones Elementos Fijos

Código	Área	n	N	L	a	H
Corte						
CH	Cortadora hidráulica (LVD)	1	2	2.5	0.8	1.5
G	Guillotina	2	2	1.5	0.8	0.8
Prensado						
PE1	Prensa 1	1	1	1.4	1.4	2.5
PE2	Prensa 2	1	1	1.0	1.0	2.1
PE3	Prensa 3	1	1	0.8	0.8	1.6
PE4	Prensa 4	1	1	0.9	0.9	2.3
PE5	Prensa 5	1	1	1.0	1.0	1.8
PE6	Prensa 6	1	1	0.9	0.9	1.5
PE7	Prensa 7 (Perfiladora)	1	1	1.5	1.5	1.9
PE8	Prensa 8	1	1	0.8	0.8	1.6
PE9	Prensa 9	1	1	0.6	0.6	1.5
PE10	Prensa 10	1	1	0.7	0.7	1.5
PE11	Prensa 11	1	1	0.9	0.9	1.9
PE12	Prensa 12 - (Schuller)	1	2	1.1	1.1	4.0
PMa	Prensa manual a	1	2	1.3	1.3	1.6
PMb	Prensa manual c	1	2	1.5	1.5	1.5
PMc	Prensa manual b	1	2	1.5	1.5	1.5
PMd	Prensa manual g	1	2	2.0	2.0	1.7
PMe	Prensa Manual e	1	2	2.0	2.0	1.7
PMf	Prensa manual f	1	2	1.3	1.3	1.6
PH	Prensa Hidráulica	1	2	2.5	0.8	1.5
Zi	Cizalla	1	2	0.8	0.8	0.7
Ma	Machina	1	1	0.5	0.5	0.5
Rol	Roladora	1	2	1.2	0.6	1.0
Soldadura Punto						
SP1	Máquina soldadora de punto 1	1	1	0.4	0.8	1.2

SP2	Máquina soldadora de punto 2	1	1	0.4	0.8	1.2
SP3	Máquina soldadora de punto 3	1	1	0.4	0.8	1.2
SP4	Máquina soldadora de punto 4	1	1	0.4	0.8	1.2
SP5	Máquina soldadora de punto 5	1	1	0.4	0.8	1.2
Soldadura Autógena						
SA 1 y 2	Soldadora autógena	2	4	0.4	0.6	1.0
M1	Mesa de acomodado	1	2	1.2	0.5	0.8
Soldadura Mig-Mag						
SM 1 y 2	Soldadora mig mag	2	4	0.5	0.3	0.5
M2	Mesa Acomodado de Cajas	1	2	1.2	0.5	0.8
Ta	Taladro	1	1	0.8	0.8	1.6
Decapado						
T1 y 2	Tina de inmersión	2	3	1.2	0.9	0.4
C1 y 2	Cilindros de lavado	2	4	0.3	0.3	1.0
HS	Horno de secado	1	1	1.0	0.4	1.5
R	Rejilla de escurrido	1	4	2.4	0.5	0.8
Pintado						
HQ	Horno de quemado	1	1	2.5	1.0	4.0
CP	Cubículo de pintado	2	1	2.5	0.5	2.0
M3	Mesa de lijado	1	3	2.4	0.5	0.8
P1 y 2	Perchero	2	2	2.5	0.5	1.8
EP 1 y 2	Equipo de pintado	2	4	0.5	0.3	0.5
Ensamble						
M4	Mesa de ensamble	1	2	2.4	0.5	0.8
Ros	Roscadora	1	1	0.8	0.8	1.6
Embalaje						
M5	Mesa de embalaje	1	2	2.4	0.5	0.8
Almacén Materia Prima						
E1	Estante Planchas	1	2	2.6	2.8	1.2
E2	Estante Varillas	1	2	1.0	9.0	1.5
E3	Estante Insumos	1	1	3.0	2.0	2.0

E4	Estante Material Ensamble	1	1	0.8	1.8	1.5
E5	Estante Material Embalaje	1	1	1.8	1.7	2.6
Almacén Producto Terminado						
E6	Estante Producto Terminado	1	1	8.1	1.3	6.0
Almacén Componentes						
E7	Estante Componentes	1	2	3.8	0.6	1.8
Pañ	Pañol de Herramientas	1	1	1.0	0.2	1.0

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 55: Dimensión Elementos Móviles

AREA	n	N	L	a	H
Montacargas	1	4	2.4	1.5	2
Carretillas	2	0	1.2	0.5	1
Personas	30	0	0.7	0.7	1.65
Camión carga-descarga	1	2	8	2.5	3.7

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 56: Áreas Método Guercht

Código	Área	Ss	Sg	Ssxn _h	Ssxn	Se	St (m ²)
Corte							
CH	Cortadora hidráulica (LVD)	2.0	4.0	3.0	2.0	4.0	10.0
G	Guillotina	1.2	2.4	1.9	2.4	2.4	12.0
Total Área		3.2	6.4	4.9	4.4	6.4	22.1
Prensado							
PE1	Prensa 1	2.0	2.0	4.9	2.0	2.6	6.6
PE2	Prensa 2	1.0	1.0	2.1	1.0	1.3	3.3
PE3	Prensa 3	0.6	0.6	0.9	0.6	0.8	1.9
PE4	Prensa 4	0.9	0.9	2.1	0.9	1.2	3.0
PE5	Prensa 5	0.9	0.9	1.6	0.9	1.2	3.0
PE6	Prensa 6	0.8	0.8	1.2	0.8	1.0	2.6
PE7	Prensa 7 (Perfiladora)	2.2	2.2	4.1	2.2	2.9	7.3
PE8	Prensa 8	0.7	0.7	1.1	0.7	0.9	2.2
PE9	Prensa 9	0.4	0.4	0.6	0.4	0.5	1.3
PE10	Prensa 10	0.5	0.5	0.7	0.5	0.6	1.5
PE11	Prensa 11	0.8	0.8	1.4	0.8	1.0	2.6
PE12	Prensa 12 - (Schuller)	1.3	2.6	5.2	1.3	2.6	6.5
PMa	Prensa manual a	1.7	3.5	2.8	1.7	3.5	8.7
PMb	Prensa manual c	2.2	4.4	3.2	2.2	4.4	11.0
PMc	Prensa manual b	2.2	4.4	3.2	2.2	4.4	11.0
PMd	Prensa manual g	3.8	7.7	6.4	3.8	7.7	19.3
PMe	Prensa Manual e	3.8	7.7	6.4	3.8	7.7	19.3
PMf	Prensa manual f	1.7	3.5	2.8	1.7	3.5	8.7
PH	Prensa Hidráulica	2.0	4.0	3.0	2.0	4.0	10.0
Zi	Cizalla	0.6	1.3	0.4	0.6	1.3	3.2
Ma	Machina	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3	0.8

Rol	Roladora	0.7	1.4	0.7	0.7	1.5	3.6
	Total Área	31.0	51.2	55.0	31.0	55.2	137.5
	Soldadura Punto						
SP1	Máquina soldadora de punto 1	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	1.1
SP2	Máquina soldadora de punto 2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	1.1
SP3	Máquina soldadora de punto 3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	1.1
SP4	Máquina soldadora de punto 4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	1.1
SP5	Máquina soldadora de punto 5	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	1.1
	Total Área	1.6	1.6	1.9	1.6	2.1	5.3
	Soldadura Autógena						
SA 1 y 2	Soldadura autógena	0.2	1.0	0.5	0.5	0.8	4.0
M1	Mesa de acomodado	0.6	1.2	0.5	0.6	1.2	3.0
	Total Área	0.8	2.2	1.0	1.1	2.0	7.0
	Soldadura Mig						
SM 1 y 2	Soldadura mig mag	0.2	0.6	0.2	0.3	0.5	2.5
M2	Mesa Acomodado de Cajas	0.6	1.2	0.5	0.6	1.2	3.0
Ta	Taladro	0.6	0.6	0.9	0.6	0.8	1.9
	Total Área	1.3	2.4	1.5	1.5	2.5	7.4
	Decapado						
T1 y 2	Tina de inmersión	1.1	3.2	0.9	2.2	2.9	14.5
C1 y 2	Cilindros de lavado	0.1	0.3	0.2	0.2	0.3	1.3
HS	Horno de secado	0.4	0.4	0.6	0.4	0.5	1.3
RE	Rejilla de escurrido	1.2	4.8	1.0	1.2	4.0	10.0
	Total Área	2.8	8.8	2.6	3.9	7.7	27.1
	Pintado						
HQ	Horno de quemado	2.5	2.5	10.0	2.5	3.4	8.4
CP	Cubículo de pintado	1.3	1.3	5.0	2.5	1.7	8.4
M3	Mesa de lijado	1.2	3.6	1.0	1.2	3.2	8.0
P1 y 2	Perchero	1.3	2.5	4.5	2.5	2.5	12.5
EP 1 y 2	Equipo de pintado	0.2	0.6	0.2	0.3	0.5	2.5
	Total Área	6.4	10.5	20.6	9.0	11.3	39.8
	Ensamble						
M4	Mesa de ensamble	1.2	2.4	1.0	1.2	2.4	3.6

Ros	Roscadora	0.6	0.6	0.9	0.6	0.8	1.1
	Total Área	1.8	3.0	1.9	1.8	0.0	4.7
	Embalaje						
M5	Mesa de embalaje	1.2	2.4	1.0	1.2	2.4	6.0
	Total Área	1.2	2.4	1.0	1.2	2.4	6.0
	Almacén Materia Prima						
E1	Estante Planchas	7.3	14.6	8.7	7.3	14.7	36.5
E2	Estante Varillas	9.0	18.0	13.5	9.0	18.1	45.1
E3	Estante Insumos	6.0	6.0	12.0	6.0	8.1	20.1
E4	Estante Material Ensamble	1.4	1.4	2.2	1.4	1.9	4.8
E5	Estante Material Embalaje	3.1	3.1	8.0	3.1	4.1	10.2
	Total Área	26.8	43.1	44.4	26.8	46.9	116.7
	Almacén Producto Terminado						
E6	Estante Producto Terminado	10.5	10.5	63.2	10.5	14.1	35.2
	Total Área	10.5	10.5	63.2	10.5	14.1	35.2
	Almacén Componentes						
E7	Estante Componentes	2.3	4.5	4.1	2.3	4.5	11.3
Pañ	Pañol de Herramientas	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.7
		2.5	4.7	4.3	2.5	4.8	11.9
				202.11	95.21		423.98

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 57: Áreas Elementos Móviles

AREA	Ss	Sg	Ssxn ^{xh}	Ssxn	Se	St (m ²)
Montacargas	3.60	14.40	7.20	3.60	12.08	30.08
Carretillas	0.60	0.00	1.20	1.20	0.40	1.00
Personas	0.50	0.00	24.75	15.00	0.34	0.84
Camión carga-descarga	20.00	40.00	74.00	20.00	40.28	100.28
			107.15	39.80		132.20

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Metrado, según requerimientos de espacios y proximidad

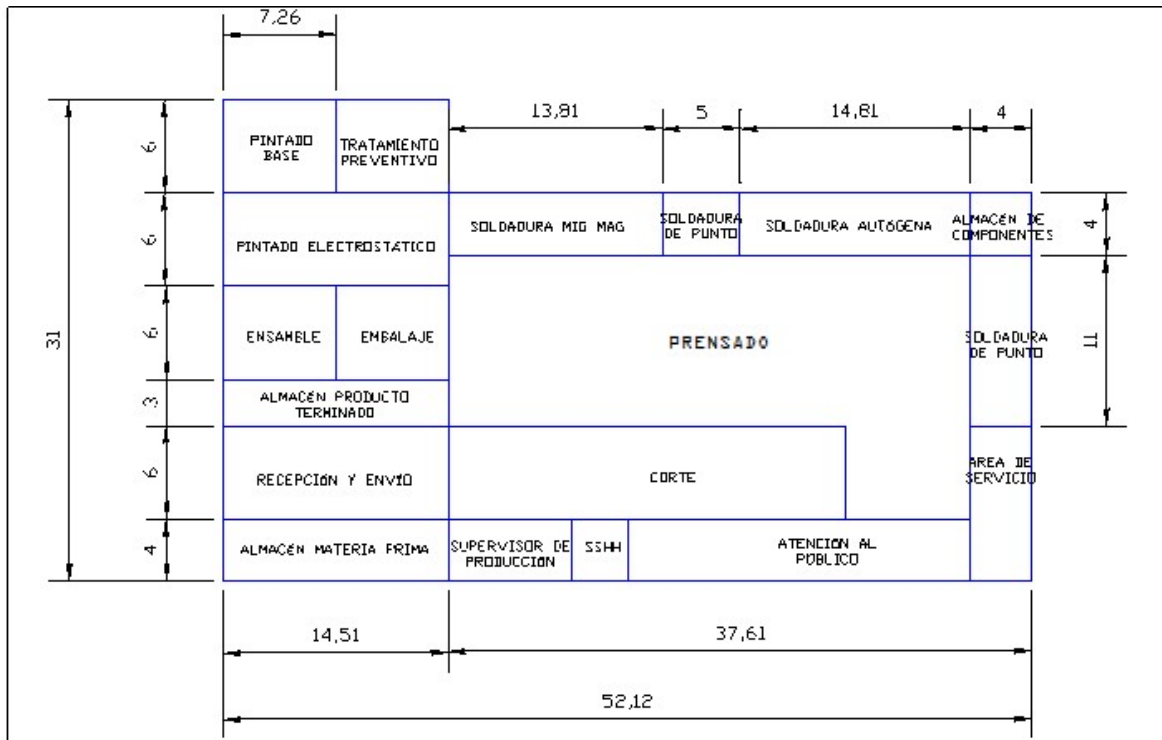


Figura 51: Metrado Nueva Distribución Áreas

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

2.4.3. PROGRAMA DE PRODUCCIÓN Y DE CAPACIDAD DE LA PLANTA

Como se detalla en la Figura 30: Capacidades de Planta Actual, la planta tiene una capacidad de producción proyectada de 12,188 unidades al mes, y en condiciones completamente eficientes debería alcanzar las 11,213 unidades

Asimismo, de acuerdo con los tiempos estándar y registro (Tabla 33: Tiempo estándar de operación), se obtienen las siguientes capacidades por operación expresada en unidades por hora. Estas magnitudes se obtienen por factor de conversión

$$\frac{1}{\frac{\text{Tiempo (seg)}}{\text{Operacion unidad}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}}} = \frac{\text{Unidades}}{\text{hora}}$$

Tabla 58: Capacidad de Operación por Pieza

N°	Operación	Estándar	Registro Actual
Cuerpo			
1	Habilitado en tiras de cuerpo	271	200
2	Tronzado de cuerpo a medida	471	365
3	Perforado de puesta tierra cuerpos	506	330
4	Despunte para alojamiento de bisagras	353	270
5	Despunte de zigzag cuerpo	471	300
6	Semirecortado de cuerpo	529	400
7	Perfilado de cuerpo	235	150
8	Soldado de bocina y pasacables	235	150
9	Soldado platina	247	150
10	Doble de cuerpo U	212	150
11	Soldado de portamadera	212	130
12	Soldadura de cuerpo y costados	129	90
13	Soldado de autógena con costados	82	57
14	Soldado de uñas portamadera	176	120
15	Soldado esquineros	147	110
16	Soldado de bisagras en cuerpo, tapas	76	65
17	Acomodado de cajas	47	35
18	Perforación de esquineros	235	160
Costado			
19	Habilitado en tiras de costados	1,800	1,650
20	Tronzado de costados	765	570
21	Despunte zigzag costados	706	550
22	Despunte de esquina de costado	588	400
23	Prensado de semicortado y logotipo	706	570
24	Perfilado de costados	412	330
25	Doblado lado largo de costados	471	350
26	Doblado de lado chico de costados	588	330
Tapa			

27	Habilitado en tiras tapa	588	415
28	Tronzado de tapas	647	450
29	Troquelado de visor y alojamiento de corredizo	471	350
30	Rolado de tapa	494	300
31	Embutido de alojamiento de precinto forza	529	400
32	Embutido de esquineros	494	400
33	Soldado de portavidrios	200	130
34	soldadura de sombreros a los cascos	471	300
35	Soldado de cascos y portaomega	118	90
36	Soldadura de uña para corredizo	529	380
37	Soldado de omegas con riel din	529	250
Bocina			
38	Tronzado de bocina de bisagra	824	600
39	Dobles de bocina de bisagra	471	500
Pasacable			
40	Tronzado de pasacable	1,176	1,000
41	Dobles de pasacable	824	600
Platina			
42	Habilitado y perforado de platina	2,941	2,000
43	Roscado de platina en cajas	706	300
44	Doblado L de platina	471	300
Portamadera			
45	Habilitado de portamadera	1,294	1,000
46	Tronzado a medida de portamadera	588	500
47	Embutido de portamadera	647	520
Portavidrio			
48	Habilitado en tiras de portavidrios	706	800
49	Silueta de portavidrios	706	500
50	Embutido de portavidrios	882	600
Casco			
51	Habilitado en tiras cascos	1,765	1,500

52	Tronzado de cascos	1,176	600
53	Silueta en cascos	847	600
54	Embutidos de cascos	588	450
Sombrero			
55	Habilitado en tiras de sombreros	1,647	1,300
56	Silueta de sombreros	1,647	1,200
57	Embutido de sombrero	824	600
58	Enderezado de sombrero	941	350
Portaomega			
59	Habilitado en tiras de portaomegas	2,353	2,000
60	Tronzado y Perforado de portaomegas	1,412	1,100
61	Embutido de portaomegas	706	600
Omega			
62	Habilitado en tiras de omegas	1,882	1,500
63	Tronzado y Perforado de omegas	941	800
64	Embutido de omegas	588	430
Riel Din			
65	Habilitado en tiras de riel din	1,529	1,250
66	Tronzado a medidas riel din	588	415
67	Embutido riel din	553	450
Uñas Portamadera			
68	Tronzado de uñas portamadera	824	600
69	Doblado L de uñas portamadera	506	350
Corredizo			
70	Habilitado en tiras de corredizo	1,765	1,500
71	Silueta de corredizo	882	700
72	Embutido de corredizo	588	450
Uña De Corredizo			
73	Habilitado en tiras de uña de corredizo	1,529	1,300
74	Silueta de uña corredizo	1,176	1,000

75	Embutido de uña de corredizo	706	500
Esquinero			
76	Tronzado de esquineros	3,529	2000
Bisagra			
77	Tronzado de bisagras	2,353	2,000
78	Doblado L de bisagras	1,059	800
79	Doblado curvo de bisagras	706	500
80	Martillado de bisagras	1,059	700

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Actualmente se tiene una producción de 10,617 unidades al mes para lograr cubrir la demanda, para lo que recurre a horas extra. La programación es semanal, es decir en 1 semana aproximadamente debe ir saliendo el primer lote hacia la etapa de tratamiento preventivo.

En la tabla que posteriormente se detalla, para la producción actual semanal de 2,654 unidades, se requieren de 641 horas de trabajo en total, la presencia de los desperdicios industriales ocasionan que se requieran de 141 horas extra sobre las 500 horas de trabajo normal ya asumida para lograr la demanda mensual.

Determinación del Lote Económico de Producción

Datos:

- Costo de Preparación de Orden de Producción

La empresa tiene un costo de preparación de pedido de cajas portamedidor de luz modelo CMR de aproximadamente 240 soles por pedido.

Tabla 59: Costo de Personal en Preparación Orden de Producción

Costo de Personal	Encargado	Número Personas	Salario Mensual	Salario Hora	Horas queridas	Total
Diseño del producto según especificaciones del cliente	Asistente Presupuestos	1	320	1.42	3.00	4.26
Elaboración de la cotización según diseño	Asistente Presupuestos	1	320	1.42	2.00	2.84
Negociación del precio y monto total	Gerente General	1	2,400	10.65	1.00	10.65
Realización de la orden de producción	Administrador General	1	2,000	8.88	2.00	17.75
Programación de la producción	Supervisor Producción	1	320	1.42	1.00	1.42
Preparación y puesta a punto de maquinas	Personal Operativo	10	477	2.12	3.00	63.46
Subtotal						100.38

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 60: Costo de Materiales y Servicios en Preparación Orden de Producción

Costo De Materiales Y Servicios	Unidad	Precio	Cantidad	Total
Papelería, Hojas Bond	Millar	40.00	0.2	8.00
Luz eléctrica computadora	Kwh	0.35	3.60	1.25
Luz eléctrica iluminación	Kwh	0.35	0.48	0.17
Material de mantenimiento y limpieza	S/U			30.00
Arreglos a matriceras				100.00
Subtotal				139.42
Total Costo De Orden De Producción				239.81

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

- **Costo de Almacenamiento de Producto Terminado y Componentes**

Como información brindada por la empresa, se tiene una tasa de almacenamiento (%H) de 15% anual, la cual comprende la suma de las tasas de: almacenamiento físico; de retorno del capital detenido en existencias; de transporte, manipulación y distribución del material; de obsolescencia de material.

- **Costo de Pedido de Componentes de Ensamble**

La Empresa tiene un gasto de ordenar a sus proveedores de materiales de embalaje de aproximadamente 25 soles por pedido

Tabla 61: Costo Personal en Costo Pedido de Materiales de Ensamble

Costo de Personal	Encargado	Número Personas	Salario Mensual	Salario Hora	Horas Requeridas	Total
Contacto a proveedor y seguimiento	Administrador General	1	2000	8.88	1.00	8.88
Muestreo de calidad	Asistente de Producción	1	320	1.42	1.00	1.42
					Subtotal	10.30

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 62: Costo Materiales y Servicios en Costo Pedido de Materiales de Ensamble

Costo de Materiales y Servicios	Unidad	Precio	Cantidad	Total
Servicio Telefónico, Celulares, Fijo, Llamadas Nacionales	Vez	15.00	1	15.00
			Subtotal	15.00
			TOTAL	25.30

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

- **Costo de Pedido de Materiales de Fabricación**

La empresa asume un costo de pedido de materiales de aproximadamente 300 soles por vez

Tabla 63: Costo de Personal en Costo Pedido de Materiales de Fabricación

Costo de Personal	Encargado	Número Personas	Salario Mensual	Salario Hora	Horas Requeridas	Total
Contacto a proveedor y seguimiento	Administrador General	1	2000	8.88	1.00	8.88

Negociación con importador						
insitu	Gerente General	1	2400	10.65	2.00	21.30
Subtotal						30.18

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 64: Costo de Materiales y Servicios en Costo de Pedido de Materiales de Fabricación

Costo de Materiales y Servicios	Unidad	Precio	Cantidad	Total
Servicio Telefónico, Celulares, Fijo, Llamadas Nacionales	Vez	10	3	30
Viaje-ida y vuelta		120	2	240
Viáticos		90	3	270
Subtotal				270
TOTAL				300.28

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

PLAN MAESTRO DE PRODUCCION SEMESTRAL

Lote Económico Producción de Ensamblés

Costo Unitario del Producto

Para el presente análisis se emplearán los costos unitarios obtenidos en el Costeo de Materiales por Pieza y el Costeo del Producto.

Inventario Inicial

CERINSA planifica su producción contra Stock, con un volumen de 3,000 unidades al mes, para asegurar un volumen de producto terminado e irlos retirando de almacén de acuerdo con la demanda del cliente. Esta Cantidad será utilizada como valor de Inventario en mano.

Demanda del Producto

La empresa tiene una demanda estable y constante de 50,000 unidades para entregar en 5 meses, representando una necesidad mensual de 10,000 unidades; de acuerdo con el crecimiento del Coeficiente de Electrificación Peruano, el que presenta un aumento del año 2010 al 2011 de 3.7%

Tabla 65: Demanda Mensual

Mes	Demanda (unidades)
Julio	10,000
Agosto	10,031
Setiembre	10,062
Octubre	10,093
Noviembre	10,124
Diciembre	10,155
TOTAL	60,464

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Demanda promedio

$$d = \frac{\sum D_i}{n} = \frac{10,000+10,031+10,062+10,093+10,124+10,155}{6} = 10,077$$

Tabla 66: Datos Lote Económico de Producción

Variable	Sigla	Valor	Unidad
% Participación Costo de Almacenamiento	%H	0.15	% tasa anual
Costo de Pedido u Orden de Producción	S	121	soles/vez
Costo Unitario del Producto	c	16.23	soles/unid
Tasa de Producción mensual	p	11,272	unid/mes
Demanda Semestral	D	60,464	unid/semestre
Demanda mensual	d	10,077	unid/mes
Inventario Inicial	I	3,000	unid
Tasa de Crecimiento Sostenido Anual	R	3.70%	
Tasa de Crecimiento Sostenido Mensual	r	0.0031	

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

$$LEP = \sqrt{\frac{2 * D * S}{\%H * c * \left(1 - \frac{d}{p}\right)}}$$

$$LEP = 10,649 \text{ Unid/Pedido}$$

Tabla 67: Cálculo de Necesidades de Ensamble Mensual

	Inv Inicial	Julio	Inv Agosto	Inv Septiembre	Inv Octubre	Inv Noviembre	Inv Diciembre	Inv Final					
Producción	3,000	10,000	3,649	10,031	4,268	10,062	4,855	10,093	5,411	10,124	5,937	10,155	6,431
Necesidad o Existencia		7,000		6,382		5,794		5,238		4,712		4,218	
Pedido de Producción		10,649		10,649		10,649		10,649		10,649		10,649	

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 68: Plan de Producción Semestral

Plan Maestro de Producción para 6 meses						
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Caja Portamedidor CMR	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES

Lote Económico de Pedido de Componentes

$$LEP = \sqrt{\frac{2 * D * S}{\%H * c}}$$

Para este caso se tiene un Costo de Pedido de Materiales de 25 soles por vez y una tasa de almacenamiento del 15% anual.

Tabla 69: Lote Económico de Pedido de Componentes

Código	Material	D	d	c	LEP
PC019	Madera	127,790	10,649	0.85	7,079
PC020	Vidrio	127,790	10,649	0.15	16,852
PC021	Pulsador	127,790	10,649	0.20	14,594
PC022	Perno cerradura	127,790	10,649	0.04	90,508

PC023	Perno puesta a tierra	127,790	10,649	0.04	29,365
PC024	Soove bolts	255,581	10,649	0.05	109,540
PC025	Autoenroscante	127,790	10,649	0.01	34,886
PC026	Arandela	127,790	10,649	0.01	34,398
PC027	Bolsa plástica	127,790	10,649	0.10	20,639
PC028	Cartón	12,779	1,065	0.10	6,527
PC029	Zuncho	12,779	1,065	0.06	8,201

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Lote Económico de Pedido de Materiales

Tabla 70: Necesidades de Materiales por Componente

Plancha LAF 1/32	Rendimiento	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio
Cuerpo	15	658	710	710	710	710	710	
Costado	90	220	237	237	237	237	237	
Portamadera	476	21	22	22	22	22	22	
Riel din	1890	5	6	6	6	6	6	
Corredizo	816	12	13	13	13	13	13	
Esquinero	4800	4	4	4	4	4	4	
Total		921	992	992	992	992	992	980
Plancha LAF 1/20	Rendimiento	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
Sombrero	1972	5	5	5	5	5	5	
Cascos	512	20	21	21	21	21	21	
Uña corredizo	2890	3	4	4	4	4	4	
Portavidrio	2115	10	10	10	10	10	10	
Omega	510	20	21	21	21	21	21	
Porta Omega	720	29	30	30	30	30	30	
Total		87	90	90	90	90	90	90
Plancha LAF 3/64	Rendimiento	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
Tapa	5474	2	2	2	2	2	2	
Total		2	2	2	2	2	2	2
Plancha LAF 1/40	Rendimiento	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
Pasacable	5,474	2	2	2	2	2	2	

Total		2	2	2	2	2	2	2
Alambrón	Rendimiento	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
Bisagra	112	185	190	190	190	190	190	
Total		185	190	190	190	190	190	189
Platina	Rendimiento	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
Platina	2890	3	4	4	4	4	4	
Total		3	4	4	4	4	4	4

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Para este caso se tiene un Costo de Pedido de Materiales de 300 soles por vez y una tasa de almacenamiento del 15% anual.

Tabla 71: Lote Económico de Pedido de Materiales

Código	Material	D	d	c	LEP
PC030	Plancha LAF 1/32	11,763	980	59.51	889
PC031	Plancha LAF 1/20	1,077	90	80.42	231
PC032	Plancha LAF 3/64	1,963	164	133.15	243
PC033	Plancha LAF 1/40	23	2	40.00	48
PC034	Alambrón	2,261	188	6.50	1,180
PC035	Platina	1,674	139	9.60	835

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

- Lista de Materiales

Tabla 72: Lista de Materiales Caja Portamedidor

TIPO	CODIGO	PIEZA	CANTIDAD	ESTADO
Producto Terminado	PT000	Caja portamedidor	1	Fabricar
	PF001	Cuerpo	1	Fabricar
Componentes	PF002	Platina	1	Fabricar
	PF003	Bocina	2	Fabricar
	PF004	Pasacable	1	Fabricar
	PF005	Portamadera	1	Fabricar
	PF006	Costado	2	Fabricar

	PF007	Uña portamadera	2	Fabricar
	PF008	Esquinero	2	Fabricar
	PF009	Bisagra	2	Fabricar
	PF010	Tapa	1	Fabricar
	PF011	Portavidrios	2	Fabricar
	PF012	Portaomega	2	Fabricar
	PF013	Sombrero	1	Fabricar
	PF014	Casco	1	Fabricar
	PF015	Uña corredizo	1	Fabricar
	PF016	Corredizo	1	Fabricar
	PF017	Omega	1	Fabricar
	PF018	Riel din	1	Fabricar
	PF019	Madera	1	Fabricar
	PC020	Vidrio	1	Pedir
	PC021	Pulsador	1	Pedir
	PC022	Perno cerradura	1	Pedir
Componentes Ensamble	PC023	Perno puesta a tierra	1	Pedir
	PC024	Soove bolts	2	Pedir
	PC025	Autoenroscante	1	Pedir
	PC026	Arandela	1	Pedir
Materiales de Embajale	PC027	Bolsa	1	Pedir
	PC028	Cartón	1/10	Pedir
	PC029	Zuncho	1/10	Pedir
	PC030	Plancha LAF 1/32		Pedir
	PC031	Plancha LAF 1/20		Pedir
	PC032	Plancha LAF 3/64		Pedir
Materiales de Fabricación	PC033	Plancha LAF 1/40		Pedir
	PC034	Alambrón 6		Pedir
	PC035	Platina 1/8		Pedir
	E0008			Fabricar
	E0009			Fabricar
	E0011			Fabricar
	E0012			Fabricar
Ensamblados	E0014			Fabricar
	E0015			Fabricar
	E0016			Fabricar
	E0033			Fabricar

E0034	Fabricar
E0035	Fabricar
E0036	Fabricar
E0037	Fabricar
E0089	Fabricar
E0090	Fabricar

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

- **Árbol de Materiales**

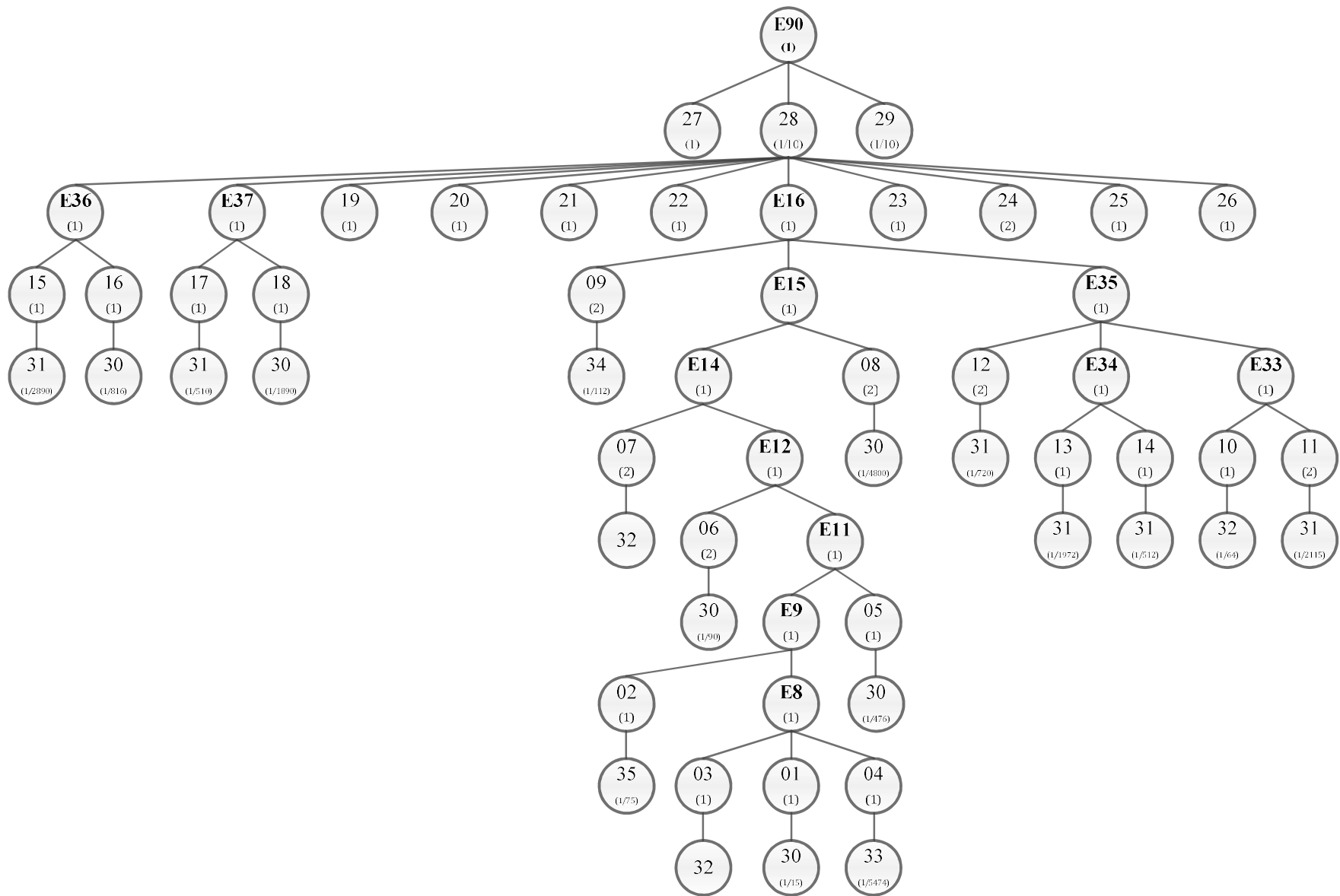


Figura 52: Árbol de materiales caja portamedidor de luz
 (Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 73: Fichero Maestro de Stocks

Código	Pieza	Cantidad	Inventario de Seguridad	Lote de Producción	Lote de Compra	Plazo de Entrega	En Mano	Recepciones Programadas	Periodo de Recepción	Estado
PT000	caja portamedidor	1	0	10,649	-	0	3,000	0	0	fabricar
PF001	cuerpo	1	0	-	-	0	775	0	0	fabricar
PF002	platina	1	0	-	-	0	867	0	0	fabricar
PF003	bocina	2	0	-	-	0	1020	0	0	fabricar
PF004	pasacable	1	0	-	-	0	828	0	0	fabricar
PF005	portamadera	1	0	-	-	0	617	0	0	fabricar
PF006	costado	2	0	-	-	0	1500	0	0	fabricar
PF007	uña portamadera	2	0	-	-	0	1043	0	0	fabricar
PF008	esquinero	2	0	-	-	0	756	0	0	fabricar
PF009	bisagra	2	0	-	-	0	625	0	0	fabricar
PF010	tapa	1	0	-	-	0	818	0	0	fabricar
PF011	portavidrios	2	0	-	-	0	542	0	0	fabricar
PF012	portaomega	2	0	-	-	0	593	0	0	fabricar
PF013	sombrero	1	0	-	-	0	781	0	0	fabricar
PF014	casco	1	0	-	-	0	550	0	0	fabricar
PF015	uña corredizo	1	0	-	-	0	791	0	0	fabricar
PF016	corredizo	1	0	-	-	0	603	0	0	fabricar
PF017	omega	1	0	-	-	0	518	0	0	fabricar
PF018	riel din	1	0	-	-	0	961	0	0	fabricar
PF019	madera	1	0		7,079	1	5420	5000	JUL-DIC	fabricar
PC020	vidrio	1	0	-	16,852	1	8340	2000	JUL	pedir
PC021	pulsador	1	0	-	14,594	1	2480	2000	JUL	pedir
PC022	perno cerradura	1	0	-	90,508	1	7830	1000	JUL	pedir
PC023	perno puesta a tierra	1	0	-	29,365	1	5110	1000	JUL	pedir
PC024	soove bolts	2	0	-	109,540	1	5380	2000	JUL	pedir

PC025	autoenroscante	1	0	-	34,886	1	8840	1000	JUL	pedir
PC026	arandela	1	0	-	34,398	1	8840	1000	JUL	pedir
PC027	bolsa	1	0	-	20,639	1	3990	1000	JUL	pedir
PC028	cartón	1/10	0	-	6,527	1	197	100	JUL	pedir
PC029	zuncho	1/10	0	-	8,201	1	693	100	JUL	pedir
PC030	Plancha LAF 1/32		89	-	889	1	540	50	-	pedir
PC031	Plancha LAF 1/20		23	-	231	1	110	0	-	pedir
PC032	Plancha LAF 3/64		3	-	26	1	8	0	-	pedir
PC033	Plancha LAF 1/40		5	-	48	1	5	0	-	pedir
PC034	Alambrón 6		118	-	1,182	1	18	0	-	pedir
PC035	Platina 1/8		13	-	135	1	25	0	-	pedir

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Necesidades de Materiales por Periodo

Tabla 74: Necesidades de Materiales por Período

			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
PT000 CAJA PORTAMEDIDOR	Nec. Brutas		10,649	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	En mano	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
	Recep. Prog.		0	0	0	0	0	0
	Nec. Netas		7,649	7,649	7,649	7,649	7,649	7,649
	ROP		10,649	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	LOP		10,649	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
PF001 CUERPO	Nec. Brutas		10,649	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	En mano	775	0	0	0	0	0	0
	Recep. Prog.		0	0	0	0	0	0
	Nec. Netas		9,874	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	ROP		9,874	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	LOP		9,874	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
PF002 PLATINA	Nec. Brutas		10,649	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	En mano	867	0	0	0	0	0	0
	Recep. Prog.		0	0	0	0	0	0
	Nec. Netas		9,782	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	ROP		9,782	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	LOP		9,782	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
PF003 BOCINA	Nec. Brutas		21,298	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
	En mano	8,840	0	0	0	0	0	0
	Recep. Prog.		0	0	0	0	0	0
	Nec. Netas		12,458	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
	ROP		12,458	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
	LOP		12,458	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.

	Nec. Brutas		10,649	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	En mano	828	0	0	0	0	0	0
PF004	Recep. Prog.		0	0	0	0	0	0
PASACABLE	Nec. Netas		9,821	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	ROP		9,821	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	LOP		9,821	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Nec. Brutas		10,649	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	En mano	617	0	0	0	0	0	0
PF005	Recep. Prog.		0	0	0	0	0	0
PORTAMADERA	Nec. Netas		10,032	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	ROP		10,032	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	LOP		10,032	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Nec. Brutas		21,298	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
	En mano	1,500	0	0	0	0	0	0
PF006	Recep. Prog.		0	0	0	0	0	0
COSTADO	Nec. Netas		19,798	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
	ROP		19,798	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
	LOP		19,798	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Nec. Brutas		21,298	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
	En mano	1,043	0	0	0	0	0	0
PF007	Recep. Prog.		0	0	0	0	0	0
UÑA PORTAMADERA	Nec. Netas		20,255	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
	ROP		20,255	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
	LOP		20,255	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Nec. Brutas		21,298	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
	En mano	756	0	0	0	0	0	0
PF008	Recep. Prog.		0	0	0	0	0	0
ESQUINERO	Nec. Netas		20,542	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
	ROP		20,542	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298

			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
PC023 PERNO PUESTA A TIERRA	Nec. Brutas		10,649	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	En mano	5,110	24,825	14,176	3,527	22,243	11,593	944
	Recep. Prog.		1,000	0	0	0	0	0
	Nec. Netas		4,539	0	0	7,122	0	0
	ROP		29,365	0	0	29,365	0	0
	LOP	29,365	0	0	29,365	0	0	0
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
PC024 SOOVEBOLT	Nec. Brutas		21,298	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
	En mano	5,380	95,622	74,324	53,025	31,727	10,428	98,670
	Recep. Prog.		2,000	0	0	0	0	0
	Nec. Netas		13,918	0	0	0	0	10,870
	ROP		109,540	0	0	0	0	109,540
	LOP	109,540	0	0	0	0	109,540	0
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
PC025 AUTOENRROSCANTE	Nec. Brutas		10,649	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	En mano	8,840	34,077	23,428	12,779	2,129	26,367	15,717
	Recep. Prog.		1,000	0	0	0	0	0
	Nec. Netas		809	0	0	0	8,520	0
	ROP		34,886	0	0	0	34,886	0
	LOP	34,886	0	0	0	34,886	0	0
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
PC026 ARANDELA	Nec. Brutas		10,649	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	En mano	8,840	33,589	22,940	12,291	1,642	25,391	14,741
	Recep. Prog.		1,000	0	0	0	0	0
	Nec. Netas		809	0	0	0	9,008	0
	ROP		34,398	0	0	0	34,398	0
	LOP	34,398	0	0	0	34,398	0	0
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
PC027 BOLSA	Nec. Brutas		10,649	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
	En mano	3,990	14,980	4,331	14,320	3,671	13,661	3,012
	Recep. Prog.		1,000	0	0	0	0	0
	Nec. Netas		5,659	0	6,319	0	6,978	0
	ROP		20,639	0	20,639	0	20,639	0

	LOP	20,639	0	20,639	0	20,639	0	0
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Nec. Brutas		1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065
	En mano	197	5,759	4,694	3,629	2,564	1,499	434
PC028	Recep. Prog.		100	0	0	0	0	0
CARTÓN	Nec. Netas		768	0	0	0	0	0
	ROP		6,527	0	0	0	0	0
	LOP	6,527	0	0	0	0	0	0
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Nec. Brutas		1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065
	En mano	693	7,929	6,864	5,799	4,734	3,670	2,605
PC029	Recep. Prog.		100	0	0	0	0	0
ZUNCHO	Nec. Netas		272	0	0	0	0	0
	ROP		8,201	0	0	0	0	0
	LOP	8,201	0	0	0	0	0	0
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Nec. Brutas		921	992	992	992	992	992
	En mano	540	558	505	402	299	197	94
PC030	Recep. Prog.		50	50	0	0	0	0
PLANCHA LAF 1/32	Nec. Netas		331	384	487	590	693	796
	ROP		889	889	889	889	889	889
	LOP	889	889	889	889	889	889	0
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Nec. Brutas		87	90	90	90	90	90
	En mano	110	23	164	74	-16	125	34
PC031	Recep. Prog.		0	0	0	0	0	0
PLANCHA LAF 1/20	Nec. Netas		0	67	0	0	107	0
	ROP		0	231	0	0	231	0
	LOP	0	231	0	0	231	0	0
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Nec. Brutas		2	2	2	2	2	2
PC032	En mano	8	6	31	29	27	25	23
PLANCHA LAF 3/64	Recep. Prog.		0	0	0	0	0	0

	Nec. Netas		0	0	0	0	0	0
	ROP		0	26	0	0	0	0
	LOP	0	26	0	0	0	0	0
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Nec. Brutas		2	2	2	2	2	2
	En mano	5	51	49	47	45	43	41
PC033	Recep. Prog.		0	0	0	0	0	0
PLANCHA LAF 1/40	Nec. Netas		0	0	0	0	0	0
	ROP		48	0	0	0	0	0
	LOP	48	0	0	0	0	0	0
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Nec. Brutas		185	190	190	190	190	190
	En mano	18	1,016	825	635	445	255	1,247
PC034	Recep. Prog.		0	0	0	0	0	0
ALAMBRON	Nec. Netas		167	0	0	0	0	0
	ROP		1,182	0	0	0	0	1,182
	LOP	1,182	0	0	0	0	1,182	0
			Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Nec. Brutas		3	4	4	4	4	4
	En mano	25	22	18	14	145	142	138
PC035	Recep. Prog.		0	0	0	0	0	0
PLATINA	Nec. Netas		0	0	0	0	0	0
	ROP		0	0	0	135	0	0
	LOP	0	0	0	135	0	0	0

(Fuente. Elaboración Propia, 2010)

Plan de Requerimientos Mensuales

Tabla 75: Plan de Requerimientos de Materiales Total

Código	Ítem	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
PT000	Caja portamedidor	0	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
PF001	Cuerpo	0	9,874	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
PF002	Platina	0	9,782	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
PF003	Bocina	0	12,458	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
PF004	Pasacable	0	9,821	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
PF005	Portamadera	0	10,032	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
PF006	Costado	0	19,798	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
PF007	Uña portamadera	0	20,255	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
PF008	Esquinero	0	20,542	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
PF009	Bisagra	0	20,673	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
PF010	Tapa	0	9,831	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
PF011	Portavidrios	0	20,756	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
PF012	Portaomega	0	20,705	21,298	21,298	21,298	21,298	21,298
PF013	Sombrero	0	9,868	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
PF014	Casco	0	10,099	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
PF015	Uña corredizo	0	9,858	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
PF016	Corredizo	0	10,046	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
PF017	Omega	0	10,131	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
PF018	Riel din	0	9,688	10,649	10,649	10,649	10,649	10,649
PF019	Madera	7,079	0	7,079	7,079	7,079	7,079	0
PC020	Vidrio	16,852	0	16,852	0	16,852	16,852	0
PC021	Pulsador	14,594	14,594	0	14,594	14,594	14,594	0
PC022	Perno cerradura	90,508	0	0	0	0	0	0
PC023	Perno puesta a tierra	29,365	0	0	29,365	0	0	0
PC024	Soove bolts	109,540	0	0	0	0	109,540	0
PC025	Autoenroscante	34,886	0	0	0	34,886	0	0
PC026	Arandela	34,398	0	0	0	34,398	0	0
PC027	Bolsa	20,639	0	20,639	0	20,639	0	0
PC028	Cartón	6,527	0	0	0	0	0	0
PC029	Zuncho	8,201	0	0	0	0	0	0
PC030	Plancha LAF 1/32	889	889	889	889	889	889	0
PC031	Plancha LAF 1/20	0	231	0	0	231	0	0

PC032	Plancha LAF 3/64	0	26	0	0	0	0	0
PC033	Plancha LAF 1/40	48	0	0	0	0	0	0
PC034	Alambrón 6	1,182	0	0	0	0	1,182	0
PC035	Platina 1/8	0	0	0	135	0	0	0

(Fuente. Elaboración Propia, 2010)

Tabla 76: Plan de Requerimientos de Materiales Pedidos

Código	Ítem	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Unidad
PF019	Madera	7,079	0	7,079	7,079	7,079	7,079	0	unidad
PC020	Vidrio	16,852	0	16,852	0	16,852	16,852	0	unidad
PC021	Pulsador	14,594	14,594	0	14,594	14,594	14,594	0	unidad
PC022	Perno cerradura	91	0	0	0	0	0	0	caja de millar
PC023	Perno puesta a tierra	29	0	0	29	0	0	0	caja de millar
PC024	Soove bolts	37	0	0	0	0	37	0	caja de 3 mil
PC025	Autoenroscante	35	0	0	0	35	0	0	caja de millar
PC026	Arandela	34	0	0	0	34	0	0	caja de millar
PC027	Bolsa	243	0	243	0	243	0	0	caja de 85 bolsas
PC028	Cartón	6,527	0	0	0	0	0	0	unidad
PC029	Zuncho	216	0	0	0	0	0	0	caja de 38 zunchos
PC030	Plancha LAF 1/32	889	889	889	889	889	889	0	unidad
PC031	Plancha LAF 1/20	0	231	0	0	231	0	0	unidad
PC032	Plancha LAF 3/64	0	26	0	0	0	0	0	unidad
PC033	Plancha LAF 1/40	48	0	0	0	0	0	0	unidad
PC034	Alambrón 6	1,182	0	0	0	0	1,182	0	unidad
PC035	Platina 1/8	0	0	0	135	0	0	0	unidad

(Fuente. Elaboración Propia, 2010)

PLAN DE REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD

Una vez hallado el tamaño de lote de fabricación para el producto terminado y componentes, se hace uso de las capacidades por operación y se determina el tiempo necesario por operación y por pieza para manufacturar el lote programado (carga infinita)

$$\text{Tiempo Necesario} \left[\frac{\text{horas}}{\text{semana}} \right] = \frac{\text{Lote} \left[\frac{\text{unidades}}{\text{semana}} \right]}{\text{Capacidad} \left[\frac{\text{unidades}}{\text{hora}} \right]}$$

Tabla 77: Programación de la Producción Fabricación (horas hombre)

N°	Maquinaria y/o Equipo	Operación	Programación Actual			Programación Propuesta	
			Tiempo Trabajo Normal	Tiempo Extra	Tiempo Total	Lote Económico	Máxima Eficiencia
Cuerpo							
1	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras de cuerpo	9	3	12	10	10
2	Guillotina 1	Tronzado de cuerpo a medida	5	2	7	6	6
3	Prensa 9	Perforado de puesta tierra cuerpos	5	2	6	5	6
4	Prensa 10	Despunte para alojamiento de bisagras	7	2	9	8	8
5	Prensa 6	Despunte de zigzag cuerpo	5	2	7	6	6
6	Prensa 5	Semirecortado de cuerpo	4	1	6	5	5
7	Prensa 7 (Perfiladora)	Perfilado de cuerpo	10	3	13	11	12
8	Soldadora de punto 1	Soldado de bocina y pasacables	10	3	13	11	12
9	Soldadora de punto 2	Soldado platina	10	3	13	11	11
10	Prensa Hidráulica	Doblez de cuerpo U	11	4	15	13	13
11	Soldadora de punto 3	Soldado de portamadera	11	4	15	13	13
12	Soldadora de punto 2	Soldadura de cuerpo y costados	18	6	24	21	22
13	Soldadura autógena 1	Soldado de autógena con costados	29	9	38	32	34
14	Soldadura de punto 3	Soldado de uñas portamadera	13	4	18	15	16
15	Soldadura de punto 3	Soldado esquineros	16	5	21	18	19
16	Soldadura mig mag	Soldado de bisagras en cuerpo, tapas	15	5	20	17	18

17	Mesa Acomodado	Acomodado de cajas	25	8	33	28	30
18	Taladro	Perforación de esquineros	10	3	13	11	12

Costados

19	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras de costados	3	0	3	3	3
20	Guillotina	Tronzado de costados	6	1	7	7	7
21	Prensa 10	Despunte zigzag costados	7	1	8	8	8
22	Prensa 9	Despunte de esquina de costado	8	1	9	9	10
23	Prensa 1	Prensado de semicortado y logotipo	7	1	8	8	8
24	Prensa 7 (Perfiladora)	Perfilado de costados	11	2	13	13	14
25	Prensa manual C	Doblado lado largo de costados	10	2	12	11	12
26	Prensa manual D	Doblado de lado chico de costados	8	1	9	9	10

Tapa

27	Guillotina	Habilitado en tiras tapa	4	1	5	5	5
28	Prensa 4	Tronzado de tapas	4	1	5	4	4
		Troquelado de visor y alojamiento					
29	Prensa 1	de corredizo	5	2	7	6	6
30	Roladora	Rolado de tapa	5	2	6	5	6
		Embutido de alojamiento de precinto					
31	Prensa 5	forza	4	1	6	5	5
32	Prensa 6	Embutido de esquineros	5	2	6	5	6
33	Soldadura de punto 4	Soldado de portavidrios	12	4	16	13	14
34	Soldadura de punto 5	soldadura de sombreros a los cascos	5	2	7	6	6
35	Soldadura de punto 1	Soldado de cascos y portaomega	20	7	27	23	24
36	Soldadura de punto 4	Soldadura de uña para corredizo	4	1	6	5	5
37	Soldadura de punto 5	Soldado de omegas con riel din	6	2	8	5	5

Bocina

38	Prensa manual A	Tronzado de bocina de bisagra	6	1	7	6	7
39	Prensa 12	Dobles de bocina de bisagra	10	2	12	11	12

Pasacable

40	Cizalla	Tronzado de pasacable	2	1	3	2	2
41	Machina	Dobles de pasacable	3	1	4	3	3

Platina

42	Prensa 1	Habilitado y perforado de platina	1	0	1	1	1
----	----------	-----------------------------------	---	---	---	---	---

43	Roscadora	Roscado de platina en cajas	3	1	4	4	4
44	Prensa manual F	Doblado L de platina	5	2	7	6	6

Portamadera

45	Guillotina	Habilitado de portamadera	2	1	2	2	2
46	Guillotina	Tronzado a medida de portamadera	4	1	5	5	5
47	Prensa 4	Embutido de portamadera	4	1	5	4	4

Portavidrios

48	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras de portavidrios	7	1	8	8	4
49	Prensa 6	Silueta de portavidrios	7	1	8	8	4
50	Prensa 10	Embutido de portavidrios	5	1	6	6	3

Cascos

51	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras cascos	1	0	2	2	2
52	Prensa 4	Tronzado de cascos	2	1	3	2	2
53	Prensa 2	Silueta en cascos	3	1	4	3	3
54	Prensa 1	Embutidos de cascos	4	1	5	5	5

Sombreros

55	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras de sombreros	1	0	2	2	2
56	Prensa 3	Silueta de sombreros	1	0	2	2	2
57	Prensa 11	Embutido de sombrero	3	1	4	3	3
58	Machina	Enderezado de sombrero	3	1	3	3	3

Portaomegas

59	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras de portaomegas	2	0	2	2	2
60	Prensa 4	Tronzado y Perforado de portaomegas	3	1	4	4	4
61	Prensa 12	Embutido de portaomegas	7	1	8	8	8

Omegas

62	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras de omegas	1	0	2	1	1
63	Prensa 4	Tronzado y Perforado de omegas	3	1	3	3	3
64	Prensa 12	Embutido de omegas	4	1	5	5	5

Riel Din

65	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras de riel din	2	1	2	2	2
----	----------------------	---------------------------------	---	---	---	---	---

66	Prensa 4	Tronzado a medidas riel din	4	1	5	5	5
67	Prensa 3	Embutido riel din	4	1	6	5	5
Uñas Portamadera							
68	Prensa manual A	Tronzado de uñas portamadera	6	1	7	6	7
69	Prensa manual E	Doblado L de uñas portamadera	9	2	11	11	11
Corredizos							
70	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras de corredizo	1	0	2	2	2
71	Prensa 3	Silueta de corredizo	3	1	4	3	3
72	Prensa 11	Embutido de corredizo	4	1	5	5	5
Uña De Corredizo							
Habilitado en tiras de uña de							
73	Cortadora Hidráulica	corredizo	2	1	2	2	2
74	Prensa 3	Silueta de uña corredizo	2	1	3	2	2
75	Prensa 11	Embutido de uña de corredizo	3	1	4	4	4
Esquinero							
76	Prensa manual A	Tronzado de esquineros	1	0	2	2	2
Bisagra							
77	Prensa 8	Tronzado de bisagras	2	0	2	2	2
78	Prensa 6	Doblado L de bisagras	4	1	5	5	5
79	Prensa 10	Doblado curvo de bisagras	7	1	8	8	8
80	Machina	Martillado de bisagras	4	1	5	5	5
			500	141	641	565	586

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

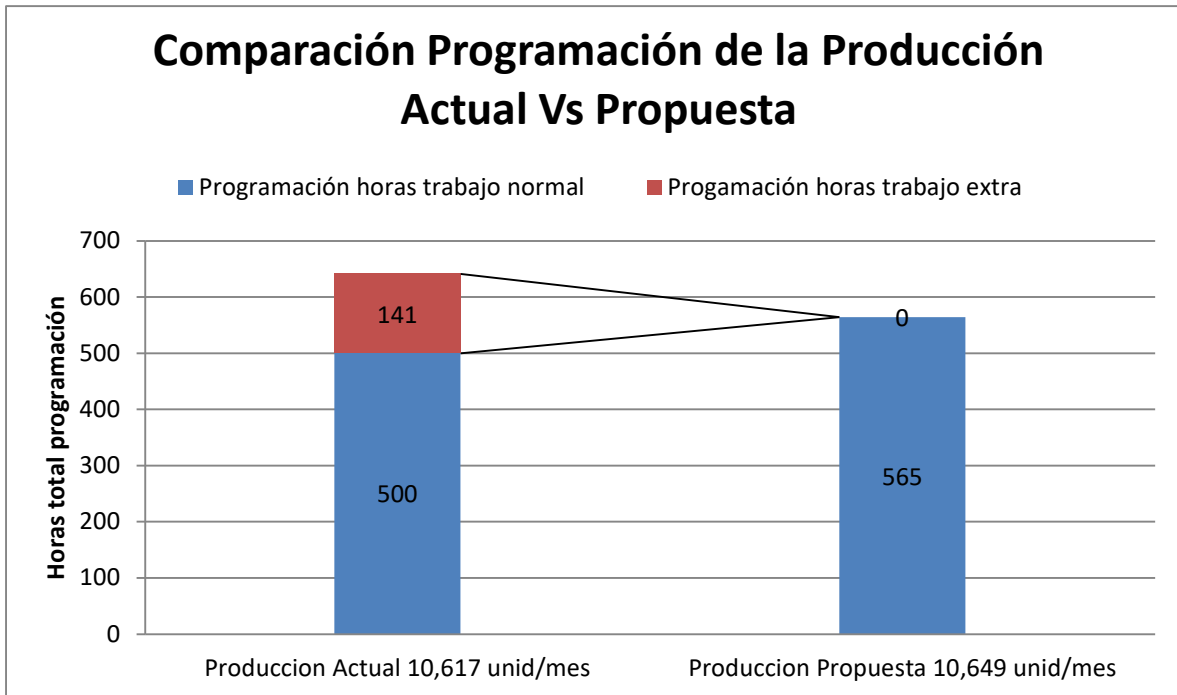


Figura 53: Comparación Programación de Producción

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Se observa una reducción de 141 horas-hombre extra empleadas para lograr cubrir la demanda; con el nuevo sistema, se proyecta producir 5,325 unidades semanales, con 565 horas-hombre en las actividades de fabricación

Tabla 78: Programación de la Producción Acabado

Numero	Maquinaria y/o Equipo	Operación	Tiempo Operación	Numero Operario	Ciclo	Capacidad Hora	Tiempo Necesario para 500 cajas diarias
81	Tina 1 - Cilindro 1	Desengrase-Lavado	21.55	1	21.55		
82	Tina 2 - Cilindro 2	Decapado-Lavado	30.60	2	15.30		
83	Horno 1	Secado en Horno	21.43	1	21.43		
					58.28	62	8
84	Perchero 1	Pintado Base	20.70	1	20.70		
					20.70	174	3
85	Perchero 2	Secado Natural	-	-	-		

86	Mesa	Lijado	66.56	2	33.28		
87	Perchero 3	Pintado Electrostático	16.45	1	16.45		
88	Horno 2	Horneado- Quemado	7.64	1	7.64		
						57.36	63
90	Mesa	Embalaje	16.24	2	8.12		8
						8.12	443
							1

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Se plantea 20 horas programadas para el proceso de Acabado, Ensamble y Embalaje.

Tabla 79: Tiempo necesario para producir según eficiencia

Nº	Maquinaria y/o Equipo	Operación	Tiempo para producir 10,649 unid/mes	
			Eficiencia Actual	Eficiencia Propuesta
Cuerpo				
1	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras de cuerpo	13	10
2	Guillotina	Tronzado de cuerpo a medida	7	6
3	Prensa 9	Perforado de puesta tierra cuerpos	8	5
4	Prensa 10	Despunte para alojamiento de bisagras	10	8
5	Prensa 6	Despunte de zigzag cuerpo	9	6
6	Prensa 5	Semirecortado de cuerpo	7	5
7	Prensa 7 (Perfiladora)	Perfilado de cuerpo	18	11
8	Soldadora de punto 1	Soldado de bocina y pasacables	18	11
9	Soldadora de punto 2	Soldado platina	18	11
10	Prensa Hidráulica	Doble de cuerpo U	18	13
11	Soldadora de punto 3	Soldado de portamadera	20	13
12	Soldadora de punto 2	Soldadura de cuerpo y costados	30	21
13	Soldadura autógena 1	Soldado de autógena con costados	47	32
14	Soldadura de punto 3	Soldado de uñas portamadera	22	15
15	Soldadura de punto 3	Soldado esquineros	24	18
16	Soldadura mig mag	Soldado de bisagras en cuerpo, tapas	41	17
17	Mesa Acomodado	Acomodado de cajas	76	28
18	Taladro	Perforación de esquineros	17	11

Costado				
19	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras de costados	3	3
20	Guillotina	Tronzado de costados	9	7
21	Prensa 10	Despunte zigzag costados	10	8
22	Prensa 9	Despunte de esquina de costado	13	9
23	Prensa 1	Prensado de semicortado y logotipo	9	8
24	Prensa 7 (Perfiladora)	Perfilado de costados	16	13
25	Prensa manual C	Doblado lado largo de costados	15	11
26	Prensa manual D	Doblado de lado chico de costados	16	9
Tapa				
27	Guillotina	Habilitado en tiras tapa	6	5
28	Prensa 4	Tronzado de tapas	6	4
		Troquelado de visor y alojamiento		
29	Prensa 1	de corredizo	8	6
30	Roladora	Rolado de tapa	9	5
		Embutido de alojamiento de		
31	Prensa 5	precinto forza	7	5
32	Prensa 6	Embutido de esquineros	7	5
33	Soldadura de punto 4	Soldado de portavidrios	20	13
34	Soldadura de punto 5	soldadura de sombreros a los cascos	9	6
35	Soldadura de punto 1	Soldado de cascos y portaomega	30	23
36	Soldadura de punto 4	Soldadura de uña para corredizo	7	5
37	Soldadura de punto 5	Soldado de omegas con riel din	11	5
Bocina				
38	Prensa manual A	Tronzado de bocina de bisagra	9	6
39	Prensa 12	Dobles de bocina de bisagra	11	11
Pasacable				
40	Cizalla	Tronzado de pasacable	3	2
41	Machina	Dobles de pasacable	4	3
Platina				
42	Prensa 1	Habilitado y perforado de platina	1	1
43	Roscadora	Roscado de platina en cajas	9	4
44	Prensa manual F	Doblado L de platina	9	6

Portamadera				
45	Guillotina	Habilitado de portamadera	3	2
46	Guillotina	Tronzado a medida de portamadera	5	5
47	Prensa 4	Embutido de portamadera	5	4
Portavidrio				
48	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras de portavidrios	7	8
49	Prensa 6	Silueta de portavidrios	11	8
50	Prensa 10	Embutido de portavidrios	9	6
Casco				
51	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras cascos	2	2
52	Prensa 4	Tronzado de cascos	4	2
53	Prensa 2	Silueta en cascos	4	3
54	Prensa 1	Embutidos de cascos	6	5
Sombrero				
55	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras de sombreros	2	2
56	Prensa 3	Silueta de sombreros	2	2
57	Prensa 11	Embutido de sombrero	4	3
58	Machina	Enderezado de sombrero	8	3
Portaomega				
59	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras de portaomegas	3	2
60	Prensa 4	Tronzado y Perforado de portaomegas	5	4
61	Prensa 12	Embutido de portaomegas	9	8
Omega				
62	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras de omegas	2	1
63	Prensa 4	Tronzado y Perforado de omegas	3	3
64	Prensa 12	Embutido de omegas	6	5
Riel Din				
65	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras de riel din	2	2
66	Prensa 4	Tronzado a medidas riel din	6	5
67	Prensa 3	Embutido riel din	6	5

Uña portamadera				
68	Prensa manual A	Tronzado de uñas portamadera	9	6
69	Prensa manual E	Doblado L de uñas portamadera	15	11
Corredizo				
70	Cortadora Hidráulica	Habilitado en tiras de corredizo	2	2
71	Prensa 3	Silueta de corredizo	4	3
72	Prensa 11	Embutido de corredizo	6	5
Uña de Corredizo				
Habilitado en tiras de uña de				
73	Cortadora Hidráulica	corredizo	2	2
74	Prensa 3	Silueta de uña corredizo	3	2
75	Prensa 11	Embutido de uña de corredizo	5	4
Esquinero				
76	Prensa manual A	Tronzado de esquineros	3	2
Bisagras				
77	Prensa 8	Tronzado de bisagras	3	2
78	Prensa 6	Doblado L de bisagras	7	5
79	Prensa 10	Doblado curvo de bisagras	11	8
80	Machina	Martillado de bisagras	8	5
			849	565

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

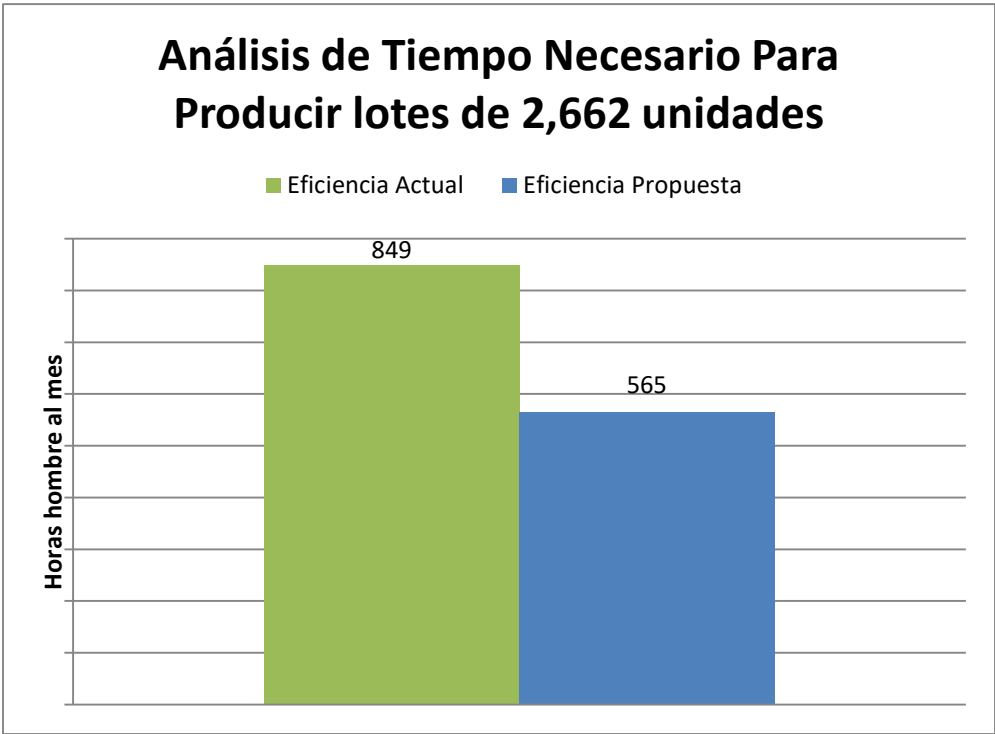


Figura 54: Comparación Horas Hombre Necesarias según eficiencia
(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Según el análisis de capacidades realizado, para una producción de 10,649 unidades, con el sistema de producción actual se necesitaría de 849 horas-hombre, mientras que con el sistema de producción propuesto a través de una reducción de desperdicios y redistribución de planta, se requerirá de 565 horas-hombre.

2.4.4. TECNOLOGÍA

Tabla 80: Maquinaria Principal

Presentación	Maquinaria /Equipo	Horas Hombre Necesarias		N° Máquinas	Tiempo disponible	Utilización		(-)
		Actual	Propuesto			Actual	Propuesta	
	Cortadora Hidráulica	36	32	1	52	69%	62%	8%
	Prensa Dobladora Hidráulica	15	13	1	52	28%	24%	4%
	Guillotina	27	24	1	52	52%	46%	6%
	Machina	12	11	1	52	24%	21%	2%
	Mesa	33	28	1	52	64%	54%	9%
	Prensa 1	21	19	1	52	40%	36%	4%
	Prensa 2	4	3	1	52	7%	6%	1%
	Prensa 3	14	12	1	52	26%	23%	4%
	Prensa 4	25	22	1	52	48%	42%	6%
	Prensa 5	12	10	1	52	23%	19%	3%
	Prensa 6	26	24	1	52	50%	45%	4%



Prensa 7 (Perfiladora)	27	24	1	52	51%	47%	4%
Prensa 8	2	2	1	52	4%	4%	0%
Prensa 9	15	14	1	52	30%	28%	2%
Prensa 10	31	29	1	52	59%	55%	4%
Prensa 11	14	12	1	52	26%	22%	4%
Prensa 12 (Schuler)	25	23	1	52	48%	45%	3%



Prensa Manual	53	51	4	208	26%	25%	1%
------------------	----	----	---	-----	-----	-----	----



Roladora	6	5	1	52	12%	10%	2%
----------	---	---	---	----	-----	-----	----



Roscadora	4	4	1	52	9%	7%	1%
-----------	---	---	---	----	----	----	----



Soldadura
Autógena

38	32	1	52	73%	62%	11%
----	----	---	----	-----	-----	-----



Soldadura
de punto

166	140	5	260	64%	54%	10%
-----	-----	---	-----	-----	-----	-----



Soldadura
Mig Mag

20	17	2	104	20%	17%	3%
----	----	---	-----	-----	-----	----



Taladro

13	11	1	52	26%	22%	4%
----	----	---	----	-----	-----	----



Cizalla	3	2	1	52	5%	4%	1%
Total	641	565	33	1716	37%	33%	

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

(-) Reducción de utilización de maquinaria

2.5. RECURSO HUMANO

Actualmente el personal de mano de obra indirecta y directa está conformado de la siguiente manera:

Tabla 81: Mano de Obra Indirecta

Personal	N° Personas	Estudios	
		Universitarios	Técnicos
ADMINISTRATIVO			
Gerente General	1	x	
Administrador General	1	x	
Asistente Gerencia	1		x
Contador	1	x	
Asistente Contabilidad	1		x
Secretaria/Caja	1		x
Asistente Diseño y Presupuestos	1	x	
SUPERVISION			
Supervisor	1		x
MANTENIMIENTO			
Técnico	1		x
Total	9	4	5

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 82: Personal de Producción (mano de obra directa)

Proceso	Subproceso	Trabajador	N° personas	Calificado	No calificado
Prensado		Operario	10	10	
	Punto	Soldador	5	5	
Soldadura	Autógena	Soldador	1	1	
		Asistente	1		1
	Mig mag	Soldador	2	2	
Subtotal Fabricación			19	18	1
Tratamiento Preventivo		Lavador	3		1
Recubrimiento encapas		Pintor	2	2	
		Asistente	2		2
Ensamble		Operaria	3		3
Embalaje		Operario	2		2
Subtotal			12	2	10
Total			31	20	11

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Trabajan 31 personas en Mano de Obra Directa y 9 en Mano de Obra Indirecta, siendo un total de 41 personas laborando en la empresa.

Realizando un análisis según capacidades estándar de operación, se disponen 52 horas proyectadas semanalmente de trabajo, de las cuales sólo 48 son realmente efectivas; los resultados actuales se refieren a los cálculos basados en registros de producción, los Propuestos, en el nuevo volumen de producción como la nueva eficiencia producto de la reducción de desperdicios, los reales se refieren al personal actualmente trabajando sea matemáticamente necesario o no.

Tabla 83: Análisis Personal Necesario Fabricación

Actividad	Horas Hombre Necesarias	N° Operarios por día
------------------	--------------------------------	-----------------------------

	Actual	Propuesto	Resultado	Entero	Actual	Propuesto	Real	Diferencia R-A	Diferencia R-P
Prensado	417	375	8.69	9	9	8	10	1	2
Soldadura de Punto	166	140	3.46	4	4	3	5	1	2
Soldadura autógena	38	32	0.79	1	1	1	1	0	0
Soldadura mig mag	20	17	0.43	1	1	1	2	1	1
Subtotal	641	565		15	15	13	18	3	5

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

*El puesto de asistente no está programado, dado que no ejecuta la operación de valor agregado, sólo apoya al titular, hay un total de 18 titulares y 1 asistente, en total 19 operarios en producción

De acuerdo con los datos obtenidos, existe 1 operario en prensado que releva y asume operaciones, en caso algún falte, son contratados 10, pero según cálculos sólo se requieren 9 con exactitud para cubrir las horas programadas de operación en la fabricación (estampado y soldadura)

Tabla 84: Análisis personal necesario actividades en línea

Actividad	Horas Hombre Necesarias	Operarios
Tratamiento preventivo	49	3
Pintado base	17	2
Recubrimiento por capas	48	2
Ensamble	41	3
Embalaje	7	2
Subtotal		12

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

De acuerdo con la Diferencia R-P “Registro - Propuesto”, después de la mejora del proceso, se podrán cubrir la actividad de fabricación con 8 operarios, 3 soldadores de punto y 1 soldador mig mag obteniéndose 5 volantes para cubrir situaciones de enfermedad o incapacidad, capacitación, aplicación de metodología 5s, mantenimiento, entre otros, así como también ser reubicados en almacenes, apoyo en compras, etc.

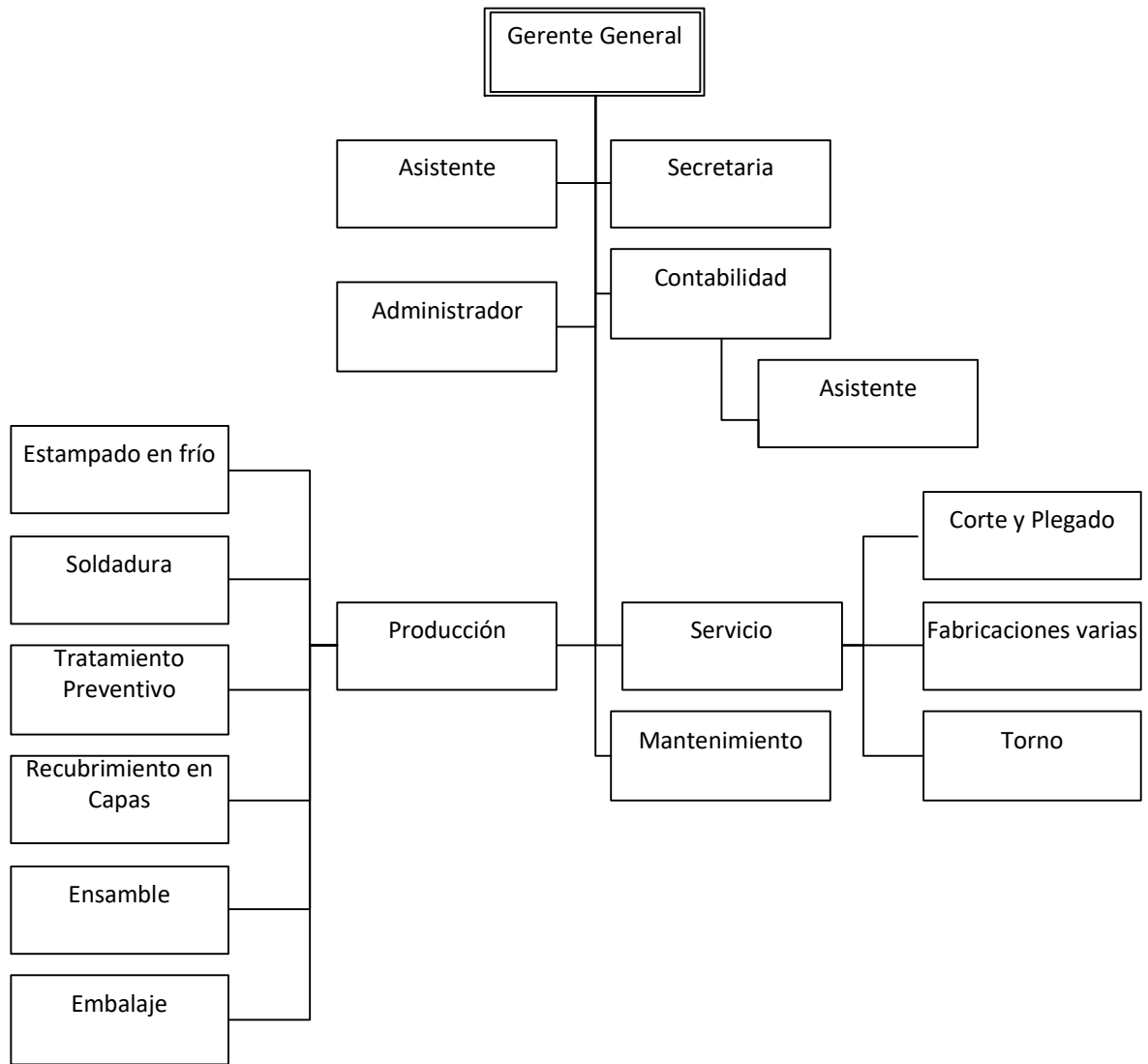


Figura 55: Organigrama Actual
(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Se propone una redistribución de responsabilidades a través de un nuevo organigrama, dado que el Administrador debe secundar al Gerente General, al momento de tomar decisiones, siendo la contabilidad un departamento inferior a él, así como Secretaría y Asistencia.

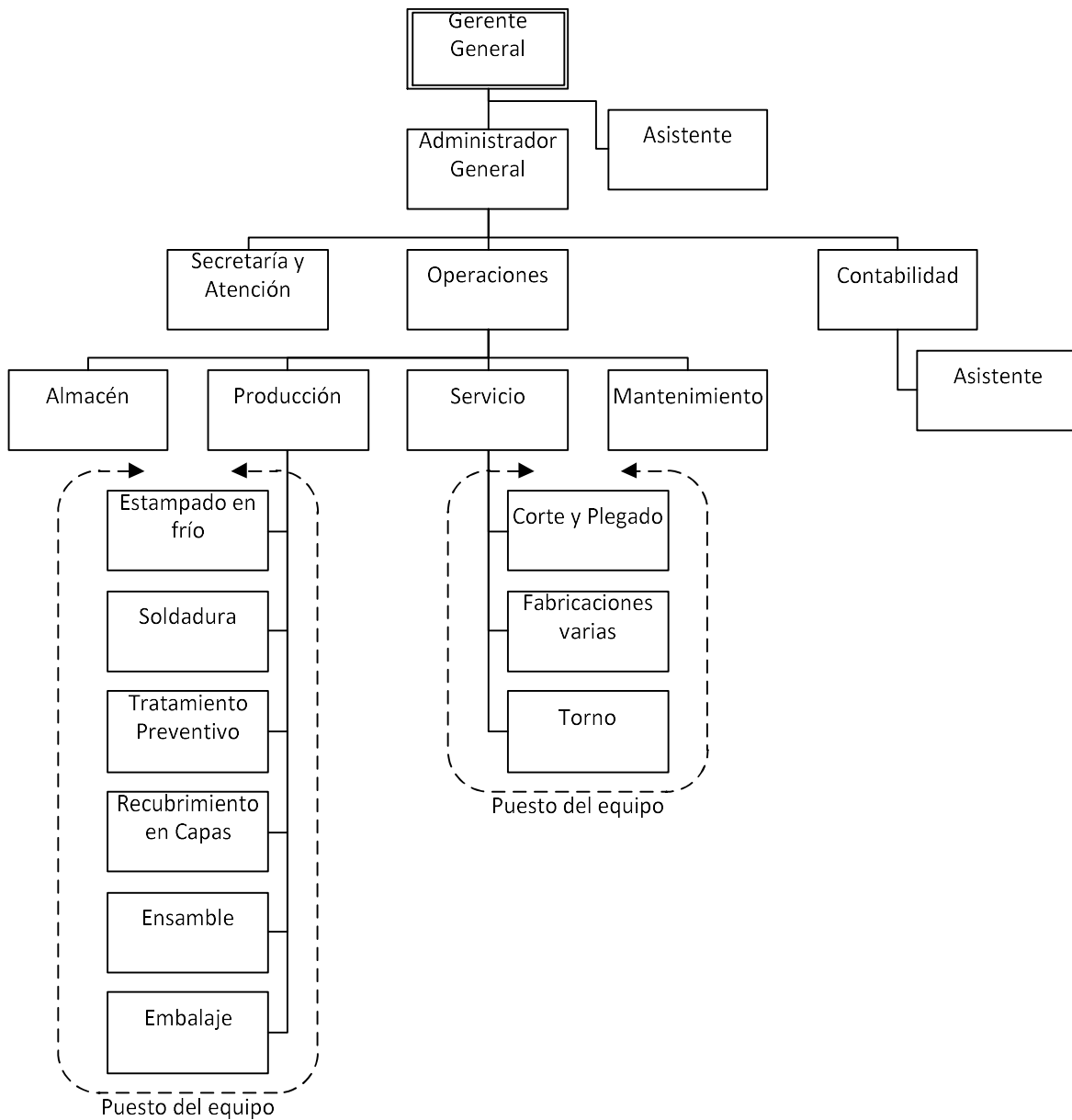


Figura 56: Organigrama Propuesto
 (Fuente: Elaboración Propia, 2010)

2.6. COSTEO DEL PRODUCTO

2.6.1. COSTEO MATERIAS PRIMAS

Tabla 85: Costeo Materia Componentes

Código	Componentes	N°	Material	Tipo		Rendimiento	Costo	CMe
				(pulg)	D(mm)	Real	Material	
				1/32		15	59.51	3.9673
PF002	Platina para Cerradura	1	Platina	1/8 * 3/4		75	9.60	0.1280
PF004	Pasacable	1	Plancha	1/40		5474	59.51	0.0109
PF005	Portamadera	1	Plancha	1/32		476	59.51	0.1250
PF006	Costado	2	Plancha	1/32		90	59.51	1.3224
PF008	Esquinero	2	Plancha	1/32		4800	59.51	0.0248
PF009	Bisagras	2	Alambrón		6	112	6.50	0.1161
PF010	Tapa	1	Plancha	3/64		64	133.15	2.0805
PF011	Portavidrio	3	Plancha	1/20		2115	80.42	0.1141
PF012	Porta Omega	2	Plancha	1/20		720	80.42	0.2234
PF013	Sombrero	1	Plancha	1/20		1972	80.42	0.0408
PF014	Cascos	1	Plancha	1/20		512	80.42	0.1571
PF015	Uña corredizo	1	Plancha	1/20		2890	80.42	0.0278
PF016	Corredizo	1	Plancha	1/32		816	59.51	0.0729
PF017	Omega	1	Plancha	1/20		510	80.42	0.1577
PF018	Riel din	1	Plancha	1/32		1890	59.51	0.0315
							Subtotal	8.60

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

Tabla 86: Costeo de Material de ensamble

Código	Material	N°	Tipo (pulg)	Cantidad		CMe
				De Piezas Por Material	Costo Material	
PC026	Arandela	1		10000	52	0.01
PC025	Autoenroscante	1		10000	71	0.01
PC023	Perno con tuerca, puesta a tierra	1	3/16	1000	35	0.04

PC022	Perno para cerradura	1	1/4	10000	360	0.04
PC024	Soove bolts	2		30000	741	0.05
PC020	Vidrio	1		1	0.15	0.15
PC021	Pulsador plástico	1		1	0.2	0.20
PF019	Madera barnizada	1		1	0.85	0.85
					Subtotal	1.33

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

Tabla 87: Costeo Material de Embalaje

Código	Material	Nº	Cantidad De Piezas Por Material	Costo Material	Unid	
					A Util	CMe
PC028	Cartón	1	1	1.00000	10	0.10
PC027	Bolsa	6	85	0.07059	1	0.07
PC029	Zuncho	38	60	0.63333	10	0.06
					Subtotal	0.23

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

2.6.2. COSTEO INSUMOS

Tabla 88: Costeo Insumos de soldadura

Costeo de insumo de soldadura		Cantidad	Costo	CMe	
Soldadura de punto	Agua	0.00012	1.67	0.0008	
	Varillas de cobre	0.0040	0.49	0.0040	
				Subtotal	0.0048
Soldadura autógena	Oxigeno	0.0033	11.70	0.0390	
	Acetileno	0.0020	29.75	0.0595	
				Subtotal	0.0985
Soldadura Migmag	Carbofil	0.0002	135.00	0.0270	
			Subtotal	0.0270	
				TOTAL	0.1303

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 89: Costeo Insumos Tratamiento Preventivo

Costeo insumos de lavado		Cantidad	Precio	Costo
Desengrase	Agua	0.0035	1.67	0.0059
	Detergente	0.002	4.8	0.0096
	Subtotal			0.0155
Decapado	Agua	0.0032	1.67	0.0054
	Desoxcleaner	0.0323	5.31	0.1713
	Subtotal			0.1766
Secado	Gas	0.0017	3.2	0.0053
	Subtotal			0.0053
TOTAL				0.1974

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 90: Costeo Insumos de Pintado

Costeo Insumos de pintado		Cantidad	Precio	Costo
Pintado base	Pintura epoxi	0.0502	15.63	0.785
	Catalizador	0.0502	15.63	0.785
	Tiner	0.1507	3.96	0.596
	Subtotal			2.166
Lijado	Lija	0.0185	1	0.019
	Subtotal			0.019
Pintado electrostático	Pintura electrostática	0.0962	16.8	1.615
	Subtotal			1.615
Horneado-quemado	Gas	0.006	1.0667	0.006
	Subtotal			0.006
TOTAL				3.807

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

2.6.3. COSTEO ENERGÍA ELÉCTRICA

Tabla 91: Costeo de Energía Actual

Descripción	Cantidad	Potencia Unitaria Watts	Potencia Total Watts	Horas De Trabajo	Energía Watts	Total	Costo Mensual
Fluorescente	15	40	600	303	182,000	182	63.37
Reflector	2	400	800	303	242,667	243	84.50
Subtotal							147.87
Dobladora Hidráulica	1	8,090	8,090	203	1,646,172	1,646	573.20
Prensa Excéntrica de 7 Ton	1	540	540	351	189,608	190	66.02
Prensa Excéntrica de 20 Ton	1	1,050	1,050	299	314,123	314	109.38
Prensa Excéntrica de 75 Ton	1	2,680	2,680	99	264,791	265	92.20
Prensa Perfiladora	1	960	960	106	102,023	102	35.52
Maquina de Soldadora de Punto	1	960	960	664	637,375	637	221.93
Subtotal							1,098.25
TOTAL							1,246.12

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 92: Costeo de Energía Eléctrica Mejora de Producción

Descripción	Cantidad	Potencia unitaria watts	Potencia Total Watts	Horas De Trabajo	Energía Watts	Total	Costo Mensual
Fluorescente	15	40	600	225	135,200	135	47.08
Reflector	2	400	800	225	180,267	180	62.77
Subtotal							109.85
Dobladora Hidráulica	1	8,090	8,090	179	1,446,643	1,447	503.72
Prensa Excéntrica de 7 Ton	1	540	540	322	173,641	174	60.46
Prensa Excéntrica de 20 Ton	1	1,050	1,050	261	273,679	274	95.30

Prensa Excéntrica de 75 Ton	1	2,680	2,680	94	250,675	251	87.29
Prensa Perfiladora	1	960	960	97	93,104	93	32.42
Maquina de Soldadora de Punto	1	960	960	560	537,911	538	187.30
Subtotal							966.48
TOTAL							1,076.33

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

*Costo de Kwh: S/. 0.3482

*Días Laborados al mes: 26

Tabla 93: Prorratio de Costo de Electricidad

Energía Eléctrica	Cantidad	Costo	Cme
Iluminación	315.59	109.89	0.01
Electricidad Maquinaria	7,125.53	2,481.11	0.31
TOTAL			0.33

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

*Producción Mensual: 7,887 Unidades

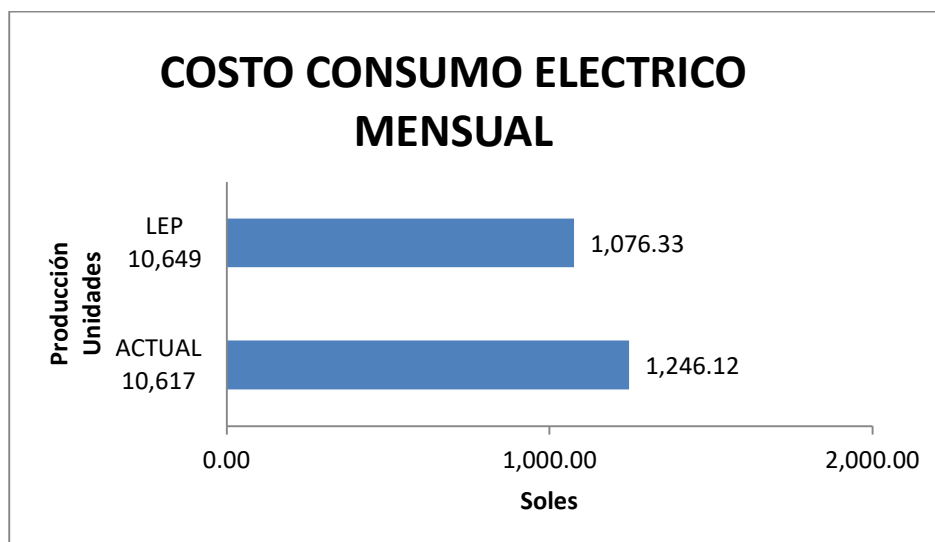


Figura 57: Costo consumo eléctrico mensual

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Con el ahorro de horas desperdicio de maquinaria operativa se están reduciendo 170 soles mensuales como efecto de la eficiencia de procesos.

El Costo de la energía ha sido determinado según la programación de la producción, ya establecida, de acuerdo con la eficiencia actual de los procesos y la eficiencia propuesta.

2.6.4. COSTEO MANO DE OBRA

Tabla 94: Costeo Mano de Obra

Proceso	Subproceso	Trabajador	N° personas	Salario				Total turno				Salario horas extra		Total horas extra
				Mensual	Semanal	Jornal	Hora	Mensual	Semanal	Jornal	Hora	Hora extra	78 horas extra	Mes
Prensado		Operario	10	477	110	18	2.12	4,767	1,100	183	21	3.17	248	2,475
	Punto	Soldador	5	520	120	20	2.31	2,600	1,200	200	23	3.46	270	1,350
Soldadura	Autogena	Soldador	1	650	150	25	2.88	650	1,500	250	29	4.33	338	338
		Asistente	1	347	80	13	1.54	347	800	133	15	2.31	180	180
	Mig mag	Soldador	2	520	120	20	2.31	1,040	1,200	200	23	3.46	270	540
		Subtotal	19					9,403	5,800	967	112			4,883
Decapado		Lavador	3	303	70	12	1.35	910	700	117	13	2.02	158	473
Pintado	Pintor	Pintor	2	650	150	25	2.88	1,300	1,500	250	29	4.33	338	675
	Asistente	Asistente	2	433	100	17	1.92	867	1,000	167	19	2.88	225	450
Ensamble		Operaria	3	347	80	13	1.54	1,040	800	133	15	2.31	180	540
Embalaje		Operario	2	477	110	18	2.12	953	1,100	183	21	3.17	248	495
		Subtotal	12					5,070	5,100	850	98			2,633
		Subtotal MOD	31					14,473	10,900	1,817	210			7,515
Supervisor de la producción			2	320	73.85	12	1.42	640	148	25	3	2.13	166	332
Mantenimiento			1	500	115.38	19	2.22	500	115	19	2	2.22	0	0
		Subtotal MOI						1,140						332
		TOTAL						15,613						7,847

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 95: Costo Mano de Obra Mensual

	Actual	LEP
Costo mano de obra	10,617	10,649
Directa normal	14,473	14,473
Indirecta normal	1,140	1,140
Directa extra	7,515	0
Indirecta extra	332	0
TOTAL	23,461	15,613

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

A través de la eliminación de horas extra, se están ahorrando 7,847 soles mensualmente de mano de obra; 7,515 directa y 332 indirecta.

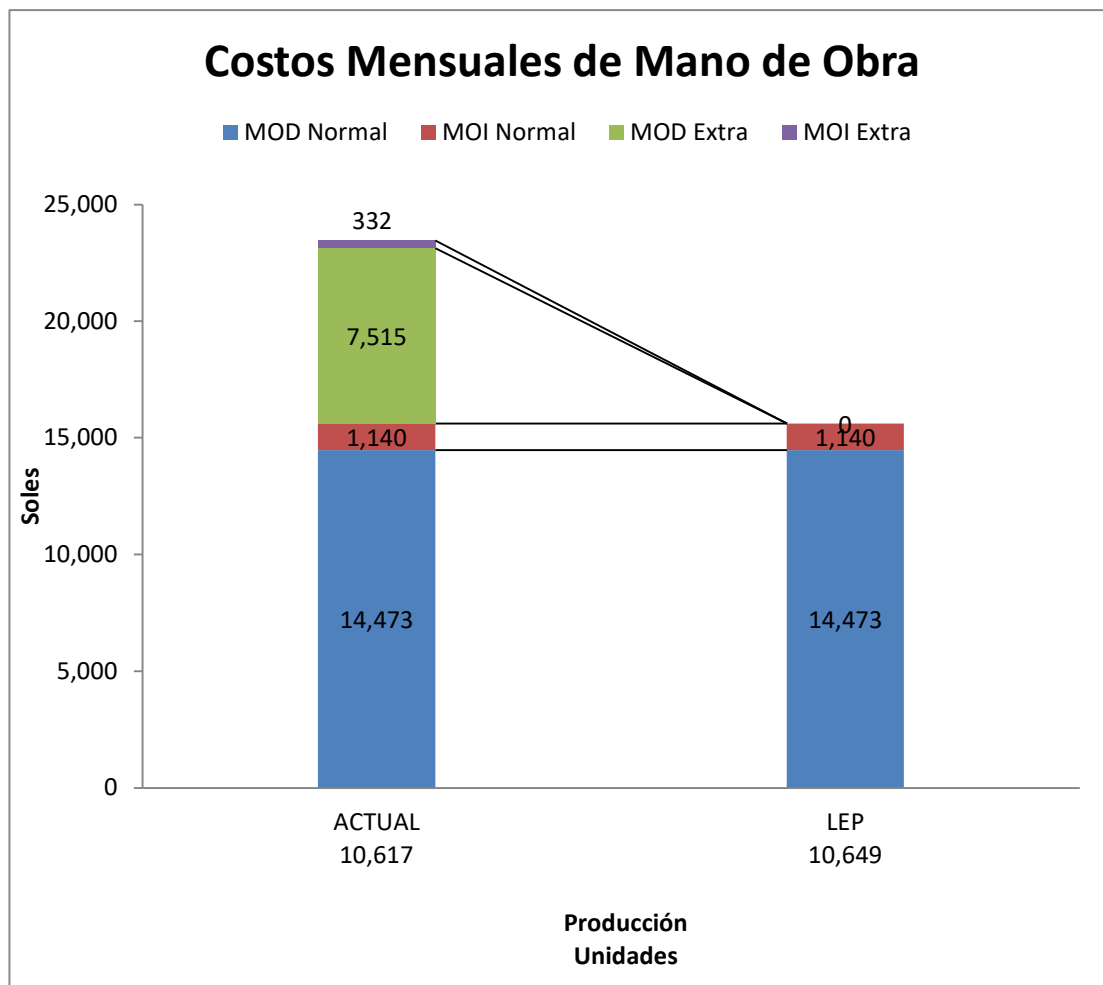


Figura 58: Costo Mano de Obra Mensual

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 96: Costo Mano de Obra Unitario

	Actual	LEP
Costo mano de obra unitario	10,617	10,649
Directa normal	1.36	1.36
Indirecta normal	0.11	0.11
Directa extra	0.71	0.00
Indirecta extra	0.03	0.00
TOTAL	2.21	1.47

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 97: Costo de Producción

Costo Unitario	Actual	Propuesto
Materia prima		
Componentes	8.60	8.60
Insumos soldadura	0.13	0.13
Insumos lavado	0.20	0.20
Insumos pintura	3.81	3.81
Componentes ensamble	1.33	1.33
Material embalaje	0.23	0.23
Subtotal	14.30	14.30
Mano De Obra		
Fabricación, Acabado, Ensamble, Embalaje	2.07	1.36
Subtotal	2.07	1.36
Gastos Indirectos De Fabricación		
Electricidad	0.12	0.10
Supervisión y Mantenimiento	0.14	0.11
Suministro	0.00	0.02
Subtotal	0.26	0.23
TOTAL	16.63	15.89

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

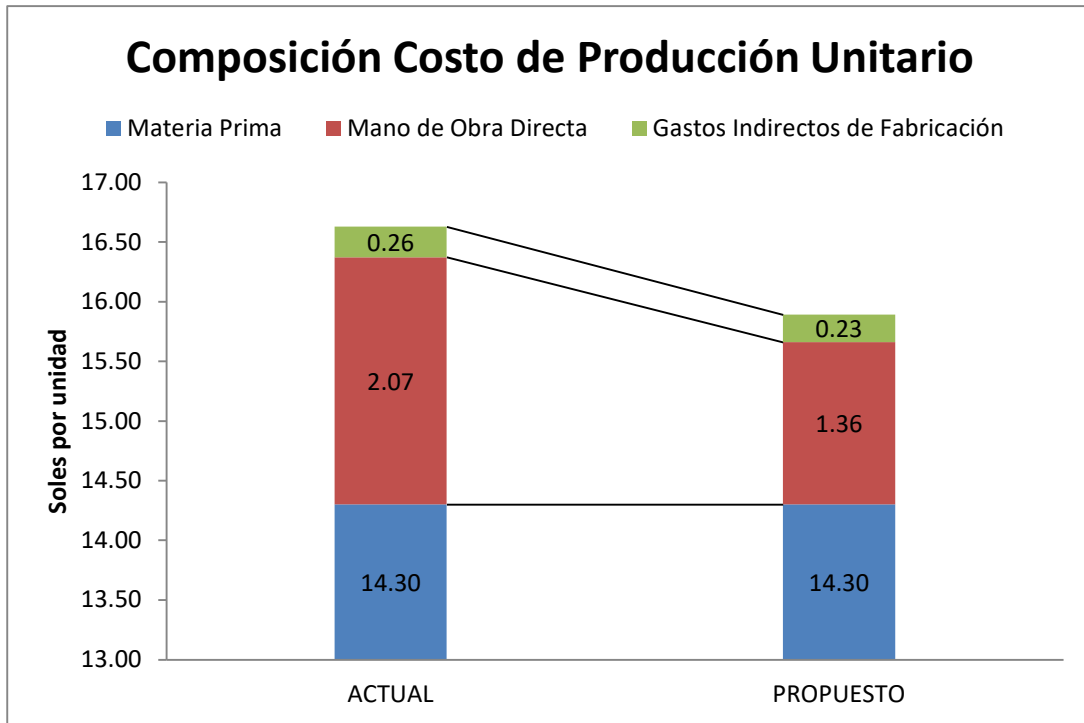


Figura 59: Composición costo de producción unitario

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

2.7. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

La implementación del sistema está programada para 6 semanas, con 1 semana de paralización de la producción.

Tabla 98: Cronograma de actividades

Id.	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración	jun 2010		jul 2010	
					6/6	13/6	20/6	27/6
1	Reubicación de maquinaria y equipos	07/06/2010	12/06/2010	1s	■			
2	Reinstalación de Puntos de Conexión Eléctrica, Abastecimiento de Agua, Levantamiento de Estructuras y Separadores	14/06/2010	19/06/2010	1s		■		
3	Clasificación de objetos necesarios e innecesarios en zona de trabajo	21/06/2010	26/06/2010	1s			■	
4	Limpieza general y disposición de ubicación para cada cosa	21/06/2010	26/06/2010	1s			■	
5	Señalización y rotulación de planta	28/06/2010	03/07/2010	1s				■
6	Elaboración y Comunicación de Procedimientos Estándar de Operación	05/07/2010	10/07/2010	1s				■
7	Implementación de paneles de comunicación	12/07/2010	17/07/2010	1s				■
8	Capacitación al Personal en temas de 5s y Mejora Continua	14/06/2010	19/06/2010	1s	■			

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

2.8. INVERSIONES

Se invertirá en las actividades de implementación de la mejora propuesta para el actual sistema de producción, que incluirá la redistribución de planta y reubicación de maquinaria, costos por utilidades no adquiridas por la paralización de 1 semana de producción y los costos fijos en sueldos asumidos en sueldos ese tiempo improductivo; en total se tiene un monto de S/. 314,832 de inversión.

Tabla 99: Costo de Implementación de Mejora

Costo de Implementación de Mejora	Monto
Costo de Actividades del Proyecto	125,597.00
Utilidades que no se perciben	18,380.41
Capital de Trabajo	169,227.70
Costos Fijos en Paralización de producción	1,626.46
TOTAL	314,831.57

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

2.8.1. INVERSIÓN ACTIVIDADES DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA

Tabla 100: Costeo Actividad 1

Instalación De Maquinaria En Nueva Ubicación										
Rubro	Unidad	Cantidad	Precio	Costo total	Distribución Bimestral					
					I	II	III	IV	V	VI
MANO DE OBRA				500.00	500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ingeniero Industrial	Semana	1	500.00	500.00	500.00					
BIENES				84,895.00	84,895.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mesas de trabajo	Mesa	8	200.00	1,600.00	1,600.00					0.00
Tanques de inmersión	Tina	2	7,187.50	14,375.00	14,375.00					0.00
Percheros	Perchero	3	200.00	600.00	600.00					0.00
Estantes Racks	Estante	9.5	1,000.00	9,500.00	9,500.00					0.00
Parihuelas	Parihuela	24	142.50	3,420.00	3,420.00					0.00
Montacargas	Montacargas	1	50,000.00	50,000.00	50,000.00					0.00

Carretillas	Carretilla	2	200.00	400.00	400.00					0.00
Rejilla Separador de Espacios	S/U	1	5,000.00	5,000.00	5,000.00					0.00
SERVICIOS				30,500.00	30,500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Transporte de maquinaria	S/U	1.00	500.00	500.00	500.00					0.00
Alquiler de grúas	Días	3.00	10,000.00	30,000.00	30,000.00					0.00
VIATICOS				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OTROS				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL				115,895.00	115,895.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 101: Costo Actividad 2

Reinstalación De Puntos De Conexión De Maquinaria, Agua, Separadores Y Estructuras										
Rubro	Unidad	Cantidad	Precio		Distribución Bimestral					
			Costo total		I	II	III	IV	V	VI
MANO DE OBRA				1,000.00	0.00	1,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ingeniero Industrial	Semana	1	500.00	500.00		500.00				
Técnico Electricista	Semana	1	200.00	200.00		200.00				
Gasfitero	Semana	1	150.00	150.00		150.00				
Albañil	Semana	1	150.00	150.00		150.00				
BIENES				1,100.00	0.00	1,100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cables y toma corrientes	S/U	1	300.00	300.00		300.00				
Cinta aislante	S/U	1	50.00	50.00		50.00				
Tuberías	S/U	1	300.00	300.00		300.00				
Pegamentos	S/U	1	50.00	50.00		50.00				
Material de construcción	S/U	1	400.00	400.00		400.00				
SERVICIOS				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VIATICOS				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OTROS				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL				2,100.00	0.00	2,100.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 102: Costo Actividad 3

Clasificación Objetos Necesario E Innecesarios										
Rubro	Unidad	Cantidad	Precio	Costo total	Distribución bimestral					
					I	II	III	IV	V	VI
MANO DE OBRA										
				250.00	0.00	0.00	250.00	0.00	0.00	0.00
Ingeniero Industrial	Semana	1	250.00	250.00			250.00			
BIENES										
SERVICIOS										
VIATICOS										
OTROS										
TOTAL				250.00	0.00	0.00	250.00	0.00	0.00	0.00

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 103: Costo Actividad 4

Limpieza Y Orden De La Planta										
Rubro	Unidad	Cantidad	Precio	Costo total	Distribución Bimestral					
					I	II	III	IV	V	VI
MANO DE OBRA										
				250.00	0.00	0.00	250.00	0.00	0.00	0.00
Ingeniero Industrial	Semana	1	250.00	250.00			250.00			
BIENES										
SERVICIOS										
VIATICOS										
OTROS										
TOTAL				1,390.00	0.00	0.00	1,390.00	0.00	0.00	0.00

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 104: Costo Actividad 5

Señalización Y Rotulación										
Rubro	Unidad	Cantidad	Precio	Costo total	Distribución Bimestral					
					I	II	III	IV	V	VI
MANO DE OBRA										
				500.00	0.00	0.00	0	500.00	0.00	0.00
Ingeniero Industrial	Semana	1	500.00	500.00				500.00		
Rótulos	Rotulo	50	10.00	500.00				500.00		
Cinta de doble contacto		3	90.00	270.00				270.00		
Pintura Roja - Zona Etiquetado	Juego	10	16.80	168.00				168.00		
Pintura Amarilla - Ubicación	Juego	10	16.80	168.00				168.00		
Pintura Negra	Juego	10	16.80	168.00				168.00		
Pintura Blanca	Juego	10	16.80	168.00				168.00		
VIATICOS				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OTROS				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL				1,942.00	0.00	0.00	0.00	1,942.00	0.00	0.00

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 105: Costo Actividad 6

Elaboración Y Comunicación De Procedimientos Estándar De Operación										
Rubro	Unidad	Cantidad	Precio	Costo total	Distribución Bimestral					
					I	II	III	IV	V	VI
MANO DE OBRA										
				500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	500.00	0.00
Ingeniero Industrial	Semana	1	500.00	500.00					500.00	
BIENES				1,080.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,080.00	0.00
Block de Hojas	Cuadernillo	2	5.00	10.00					10.00	
Lapiceros		10	1.00	10.00					10.00	
Micas	Juego	50	10.00	500.00					500.00	
Enmicadora	Juego	1	500.00	500.00					500.00	
Porta										
Procedimientos	Juego	3	20.00	60.00					60.00	
SERVICIOS				250.00	0.00	0.00	0.00	0.00	250.00	0.00

Impresiones a										
Color A4	Impresión	50	5.00	250.00						250.00
VIATICOS				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OTROS				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL				1,830.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,830.00

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 106: Costo Actividad 7

Implementación Paneles de Comunicación										
Rubro	Unidad	Cantidad	Precio	Costo total	Distribución Bimestral					
					I	II	III	IV	V	VI
MANO DE OBRA										
				500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	500.00
Ingeniero Industrial	Semana	1	500.00	500.00						500.00
BIENES										
				248.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	248.00
Tablero de Corcho	Cuadernillo	2	5.00	10.00						10.00
Pintura	Juego	10	16.80	168.00						168.00
Cartulinas	Pliego	10	2.00	20.00						20.00
Chinches	S/U	1	10.00	10.00						10.00
Bordes Laminados	S/U	1	40.00	40.00						40.00
SERVICIOS										
				100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Impresión A4, indicadores, comunicaciones, seguimiento	Impresión	5.00	20.00	100.00						100.00
VIATICOS										
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OTROS										
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL										
				848.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	848.00

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 107: Costo Actividad 8

Capacitación Del Personal En Temas De 5s Y Mejora Continua										
Rubro	Unidad	Cantidad	Precio	Costo total	Distribución Bimestral					
					I	II	III	IV	V	VI
MANO DE OBRA										
				900.00	0.00	900.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ingeniero										
Industrial	Semana	1	500.00	500.00		500.00				
Psicóloga	Semana	1	400	400.00		400.00				
BIENES				204.00	0.00	1,204.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Blocks	Cuadernillo	34	5.00	170.00		170.00				
Lapiceros	Juego	34	1.00	34.00		34.00				
Proyector										
Multimedia	Unidad	1	1,000.00	1,000.00		1,000.00				
SERVICIOS				238.00	0.00	238.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Impresión										
material de apoyo										
y exámenes	Impresión	34	7.00	238.00		238.00				
VIATICOS				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OTROS				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL				1,342.00	0.00	2,342.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 108: Costeo de actividades de Implementación de Propuesta

Nº	Actividad	Total	I	II	III	IV	V	VI
1	Instalación de maquinaria en nueva ubicación	115,895.00	115,895.00					
2	Reinstalación de puntos de conexión de maquinaria, agua, separadores y estructuras	2,100.00		2,100.00				
3	Clasificación objetos necesario e innecesarios	250.00			250.00			
4	Limpieza y orden de la planta	1,390.00			1,390.00			
5	Señalización y rotulación	1,942.00				1,942.00		
6	Elaboración y comunicación de procedimientos estándar de operación	1,830.00					1,830.00	
7	Implementación paneles de comunicación	848.00						848.00
8	Capacitación del personal en temas de 5s y mejora continua	1,342.00		1,342.00				
	TOTAL	125,597.00	115,895.00	3,442.00	1,640.00	1,942.00	1,830.00	848.00

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

2.8.2. COSTO DE PARALIZACIÓN DE PRODUCCIÓN

El tiempo de paralización aproximado será de 1 semana, dado que una vez establecidas las máquinas seguirá operando a la par se van realizando las demás modificaciones del sistema.

Tabla 109: Sueldos

Sueldos	Monto
Costo Mano de Obra	3,618.33
Gastos Administrativos	2,352.50
Gastos de Ventas	250.00
Supervisión y Mantenimiento	285.00
TOTAL	6,505.83

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

Utilidades no percibidas por la paralización: $2,662 * (24.50 - 17.42) = 18,380.41$

2.8.3. CAPITAL DE TRABAJO

El capital de trabajo necesario para 1 mes de producción, es de S/. 169,228

Tabla 110: Capital de Trabajo del Proyecto

Capital de Trabajo	Monto
Materias Primas e Insumos	149,803.25
Empaques y Embalajes	2,491.03
Mano de Obra Directa e Indirecta	15,613.33
Suministro Montacargas	243.75
Electricidad	1,076.33
TOTAL	169,227.70

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

2.9. PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO

Se ha realizado una evaluación mensual, fijándose un horizonte de análisis de 10 meses. El periodo 0 de inversión e implementación está considerado como de 6 semanas.

COSTO DE													
DISTRIBUCIÓN	0	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325
Distribución	0	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325
TOTAL COSTOS	0	175,089	175,089	175,089	175,089	175,089	175,089	175,089	175,089	175,089	175,089	175,089	175,089

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

2.9.3. PRESUPUESTO DE GASTOS

Tabla 113: Gastos Administrativos

Gastos De Administración	Monto
SUELDOS DE FUNCIONARIOS	
Gerente General	4000
SUELDOS DE OFICINA	
Administrador General	2000
Asistente Gerencia	600
Contador	800
Asistente Contabilidad	550
Secretaria/Caja	550
Asistente Diseño y Presupuestos	320
Subtotal	8,820
UTILES DE OFICINA	
Papel Bond y Útiles	50
Recargas de Tinta Impresión	40
Subtotal	90
TELEFONO	
Fijo	300
Nextel y RPM	200
Subtotal	500
TOTAL	9,410

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 114: Gastos de Ventas

Gastos de ventas	Monto
SUELDOS DE VENDEDORES	
Gerente General	0
COMISIONES	
Comisiones	0
GASTOS DE VIAJES	
Viáticos y Pasajes	1000
PUBLICIDAD	
Marketing	0
TOTAL	1,000

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 115: Presupuesto de Gastos

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GASTOS													
ADMINISTRATIVOS	0	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410
Administración	0	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410
GASTOS VENTAS	0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ventas	0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Total Gastos	0	10,410	10,410	10,410	10,410	10,410	10,410	10,410	10,410	10,410	10,410	10,410	10,410

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

2.9.4. ESTADO DE RESULTADOS DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS

Tabla 116: Estado de Ganancias y Pérdidas

PERIODO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905
Ventas	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905
Egresos	185,499	185,499	185,499	185,499	185,499	185,499	185,499	185,499	185,499	185,499	185,499	185,499
Costos de Producción	169,228	169,228	169,228	169,228	169,228	169,228	169,228	169,228	169,228	169,228	169,228	169,228
Depreciación	536	536	536	536	536	536	536	536	536	536	536	536
Costos de Distribución	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325
Gastos Administrativos	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410
Gastos de Ventas	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Utilidad antes de Impuesto	75,407	75,407	75,407	75,407	75,407	75,407	75,407	75,407	75,407	75,407	75,407	75,407
Impuesto a la Renta (30%)	1,885	1,885	1,885	1,885	1,885	1,885	1,885	1,885	1,885	1,885	1,885	1,885
Utilidad después de Impuesto	73,522	73,522	73,522	73,522	73,522	73,522	73,522	73,522	73,522	73,522	73,522	73,522

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

2.9.5. FLUJO DE CAJA ECONÓMICO

Tabla 117: Análisis Económico Proyecto

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INGRESOS		260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905
Ventas		260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905	260,905
EGRESOS	0	185,499	185,499	185,499	185,499	185,499	185,499	185,499	185,499	185,499	185,499	185,499	185,499
Costo del Proyecto	-317,778												
Costo de Producción	0	169,228	169,228	169,228	169,228	169,228	169,228	169,228	169,228	169,228	169,228	169,228	169,228
Costo de Distribución		5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325	5,325
Depreciación (-)		536	536	536	536	536	536	536	536	536	536	536	536
Gastos Administrativos	0	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410	9,410
Gastos de Ventas		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
UTILIDAD BRUTA	-317,778	75,407	75,407	75,407	75,407	75,407	75,407	75,407	75,407	75,407	75,407	75,407	75,407
Impuesto a la Renta (30%)		1,885	1,885	1,885	1,885	1,885	1,885	1,885	1,885	1,885	1,885	1,885	1,885
UTILIDAD NETA		73,522	73,522	73,522	73,522	73,522	73,522	73,522	73,522	73,522	73,522	73,522	73,522
Depreciación (+)		536	536	536	536	536	536	536	536	536	536	536	536
FLUJO NETO DE FONDOS	-314,832	74,058	74,058	74,058	74,058	74,058	74,058	74,058	74,058	74,058	74,058	74,058	74,058

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

*Tasa Fiscal utilizada de 30% anual

2.9.6. ANÁLISIS DE PUNTO DE EQUILIBRIO

Tabla 118: Costos Fijos y Variables

Costos	Total	Unitario
Costos Variables		
Costo Materia Prima	152,294	14.30
Costo Mano de Obra	14,473	1.36
Electricidad	1,076	0.10
Costo de Distribución	5,325	0.50
Suministro	244	0.02
Subtotal	173,412	16.28
Costos Fijos		
Supervisión y Mantenimiento	1,140	0.11
Gastos Administrativos	9,410	0.88
Gastos de Ventas	1,000	0.09
Depreciación (-)	536	0.05
Subtotal	12,086	1.13
TOTAL	185,499	17.42

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Tabla 119: Análisis Margen de Contribución

	Unidades	Total	Unitario	%
Ventas	10,649	260,905	24.50	100%
Costos Variables		173,412	16.28	66%
Margen Contribución		87,493	8.22	34%
Costos Fijos		12,086	1.13	
Utilidad Operativa		75,407	7.08	

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

El ratio de margen de contribución indica que por cada sol que se incrementa en ventas, el MC se incrementa en S/. 0.34, asumiendo que los costos fijos no se incrementan por el incremento de las ventas.

El precio de venta es de s/. 24.50, con costos variables unitarios de s/. 16.28, se obtiene un margen de contribución unitario de s/.8.22

$$\text{Punto Equilibrio Unidades} = \frac{\text{CF}}{\text{MCU}}$$

$$\text{Punto Equilibrio Unidades} = \frac{12,086}{8.22} = 1,471 \text{ Unidades}$$

$$\text{Punto Equilibrio Monetario} = \frac{\text{CF}}{\% \text{ MC}}$$

$$\text{Punto Equilibrio Monetario} = \frac{12,086}{0.34} = 36,042 \text{ Soles}$$

El punto de equilibrio se dará en 1,471 unidades al mes, con un valor monetario de 36,042 soles, en esta situación la empresa no tendrá ni beneficios ni perdidas.

Ventas Proyectas	260,905	
Ventas Punto Equilibrio	36,042	
	<hr/>	
	224,864	86.19%

Considerando el precio y costos constantes, una reducción del 86% de ventas resultaría encontrándose en el punto de equilibrio.

Planificación de Utilidades

El método de la empresa para fijación de utilidades es determinar el precio de venta con utilidades mínimas del 30% sobre el costo total, de tal forma que un precio de venta de s/. 22.65 es el mínimo a partir del cual se planifican las utilidades.

Con un precio de s/.22.65 el margen de contribución unitaria sería del s/. 4.89

$$\text{Punto Equilibrio Nuevo} = \frac{\text{CF} + \text{Utilidad Operativa}}{\text{MCU}}$$

$$\text{Punto Equilibrio Nuevo} = \frac{12,086 + (0.3 * 17.42)}{4.89} = 2,475 \text{ Unidades}$$

$$\text{Punto Equilibrio Nuevo Monetario} = 2,475 * (1.3 * 17.42) = 56,048 \text{ Soles}$$

De esta forma se planifica la producción mínima contra stock, aproximadamente 3,000 unidades mensuales para colocarse en mercado, dependiendo la planificación contra pedido de los concursos públicos.

Análisis de Sensibilidad Punto de Equilibrio

Para un precio constante de s/. 24.50 y diferentes niveles de producción

Tabla 120: Análisis Punto de Equilibrio

Nivel de Producción	Capacidad	Capacidad	Producción		Demanda	Producción	Producción	Punto	Paralización
	Proyectada	Real	LEP	Actual	promedio	Actual (sin horas extra)	contra stock	Equilibrio	
	12,188	11,701	10,649	10,617	10,000	7,887	3,000	1,471	0
Ventas	298,606	286,675	260,901	260,117	245,000	193,232	73,500	36,043	0
Costos Variables	198,474	190,543	173,412	172,891	162,844	128,435	48,853	23,957	0
Margen Contribución	100,132	96,131	87,488	87,225	82,156	64,797	24,647	12,086	0
Costos Fijos	12,086	12,086	12,086	12,086	12,086	12,086	12,086	12,086	12,086
Utilidad Operativa	88,046	84,045	75,402	75,139	70,070	52,710	12,560	0	-12,086
Ingresos Totales	298,606	286,675	260,901	260,117	245,000	193,232	73,500	36,043	0
Costos Totales	210,560	202,630	185,499	184,978	174,930	140,521	60,940	36,043	12,086
Utilidad/Pérdida	88,046	84,045	75,402	75,139	70,070	52,710	12,560	0	-12,086

(Fuente: Elaboración propia, 2010)

Puede observarse que las utilidades operativas del nivel de producción propuesto son 6 veces las de planificación contra stock.

Análisis de Sensibilidad para una variación del precio a s/. 22.65 (30% sobre el costo total unitario)

Tabla 121: Análisis Sensibilidad Punto de Equilibrio

Nivel de Producción	12,188	11,701	10,649	10,617	10,000	7,887	3,000	1,471	0
Ventas	276,058	265,028	241,200	240,475	226,500	178,641	67,950	33,322	0
Costos Variables	198,474	190,543	173,412	172,891	162,844	128,435	48,853	23,957	0
Margen Contribución	77,584	74,484	67,788	67,584	63,656	50,206	19,097	9,365	0
Costos Fijos	12,086	12,086	12,086	12,086	12,086	12,086	12,086	12,086	12,086
Utilidad Operativa	65,498	62,398	55,701	55,497	51,570	38,119	7,010	-2,722	-12,086
Ingresos Totales	276,058	265,028	241,200	240,475	226,500	178,641	67,950	33,322	0
Costos Totales	210,560	202,630	185,499	184,978	174,930	140,521	60,940	36,043	12,086
Utilidad/Pérdida	65,498	62,398	55,701	55,497	51,570	38,119	7,010	-2,722	-12,086

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Se aprecia la variación de las utilidades operativas y las pérdidas; la migración del punto de equilibrio de 1,471 a 2,475 unidades al mes.

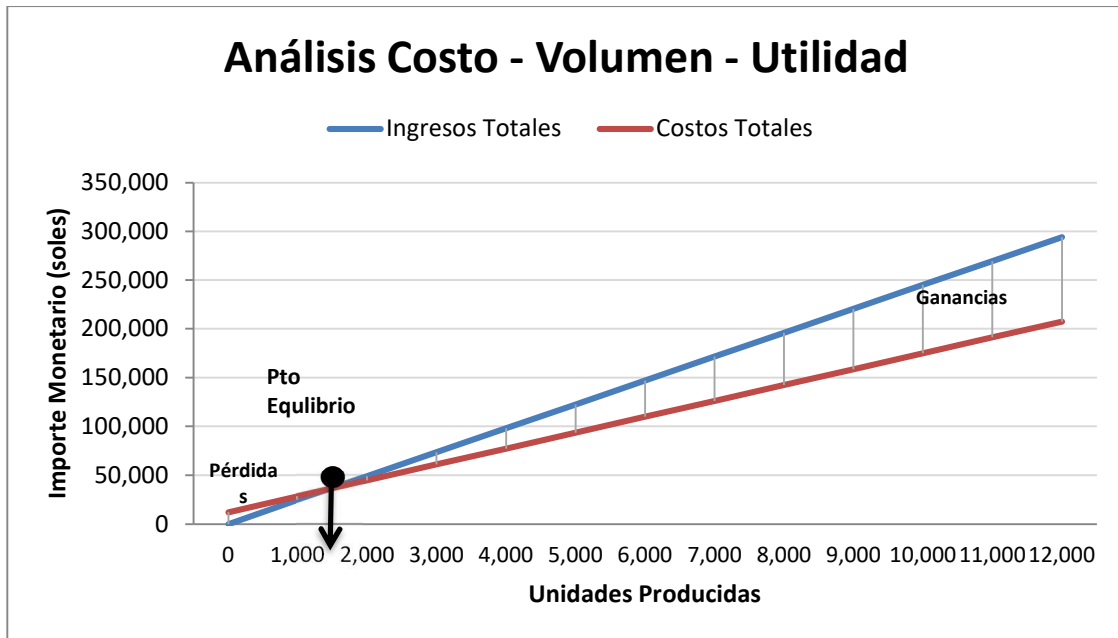


Figura 60: Análisis Costo Volumen Utilidad
(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

El punto de equilibrio en 1,471 unidades mensuales determina las pérdidas y ganancias para la empresa, según el volumen de ventas que se logre.

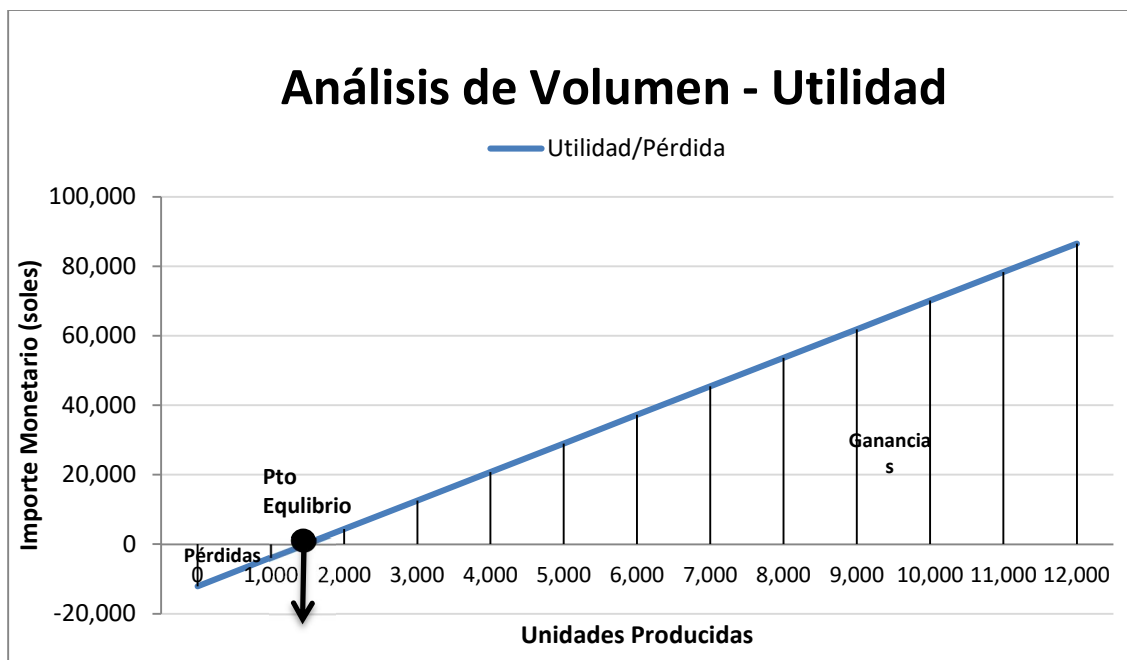


Figura 61: Análisis Volumen – Utilidad
(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Análisis Flexibilidad de Precio

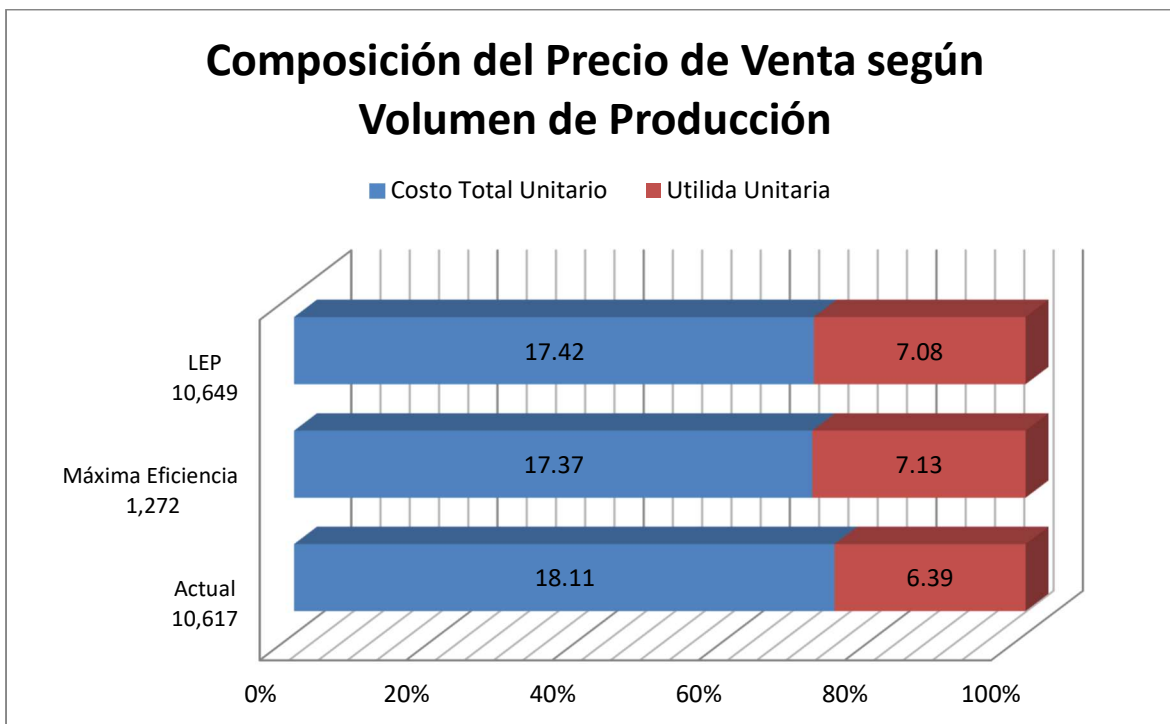


Figura 62: Composición del Precio de Venta según Volumen de Producción

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Para un precio de venta constante de S/. 24.50, las utilidades en la situación actual, con 10,617 unidades mensuales son del 35%, para una producción propuesta con la mejora implementada de 41% y para un completo aprovechamiento de la nueva distribución de planta con una producción de 11,272 unidades, de 42%

Determinación del Mínimo Costo Total Posible en el Mejor Nivel de Producción

Encontrándose el costo unitario mínimo en el máximo nivel de producción, se determina el vértice de la parábola; $h(12,188; 16.86)$, despejando la ecuación básica:

$$y = a(x - h)^2 + k$$
$$y = a(x - 12,188)^2 + 16.86$$

Un punto cualquiera en la parábola, Producción Propuesta P(10,649; 17.42), se despeja y obtiene el valor de $a = 1.26 * 10^{-7}$

Función Costo Total Unitario en Función de la Capacidad de Planta:

$$y = 1.26 * 10^{-7} * (x - 12,188)^2 + 16.86$$

Tabla 122: Tabulación Función Costo Total

x (Nivel Producción)	y (Costo Total)
7,688	19.41
8,188	18.88
8,688	18.41
9,188	18.00
9,688	17.65
10,188	17.37
10,688	17.15
11,188	16.99
11,688	16.89
12,188	16.86

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Con los datos hallados se dibuja el recorrido función Costo Total Unitario, cuando la empresa trabaje a 12,188 unidades mensuales logrará el mínimo costo por producto, no podrá aumentar la capacidad de producción sobre la capacidad de diseño, sin inversión y ampliación a nivel de otro turno, o maquinaria e instalaciones nuevas.

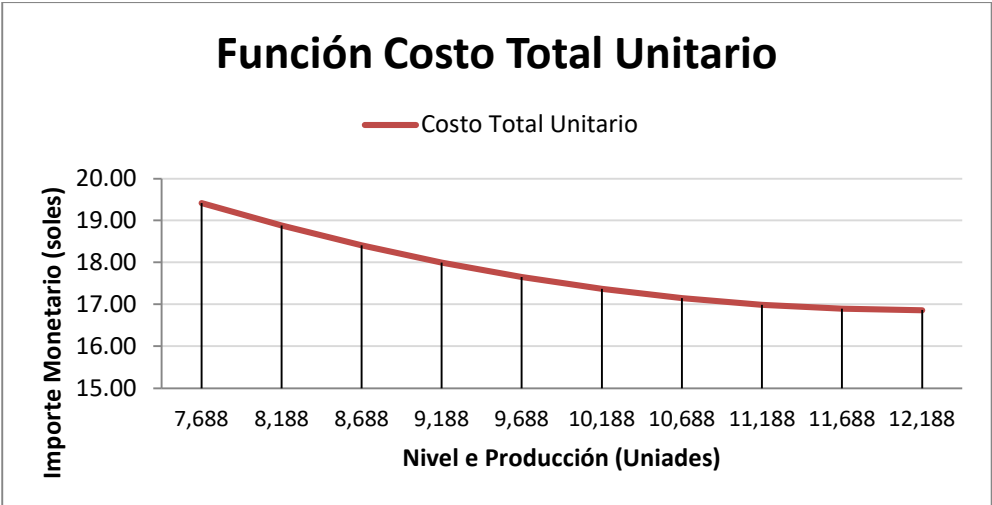


Figura 63: Función Costo Total Unitario Vs Nivel de Producción

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

2.10. EVALUACIÓN

2.10.1. INDICADORES DE PRODUCCIÓN

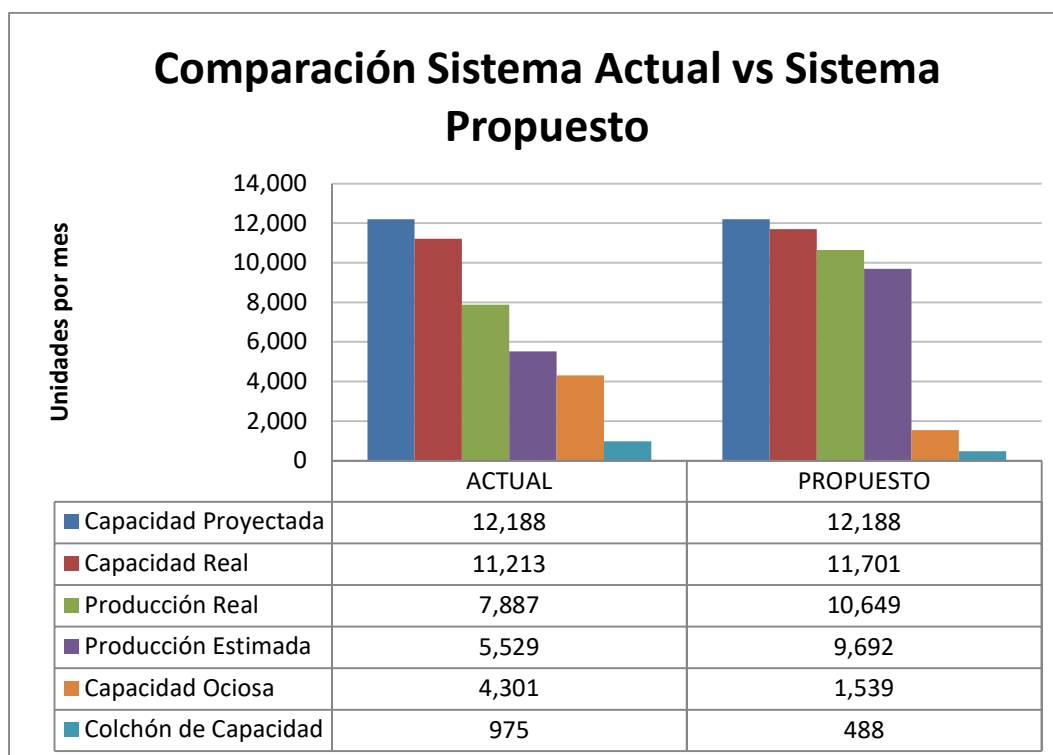


Figura 64: Comparación Sistema Actual Vs Sistema Propuesto

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

Se observa el aumento de la Capacidad Real propuesta por la reducción de tolerancias de entradas, igualmente la Producción Real aumentó de 7,887 a 10,649 unidades al mes, manufacturadas sin la necesidad de tiempo extra; la Capacidad Ociosa se Redujo en 2,762 unidades. La producción estimada aumentó en 75%.

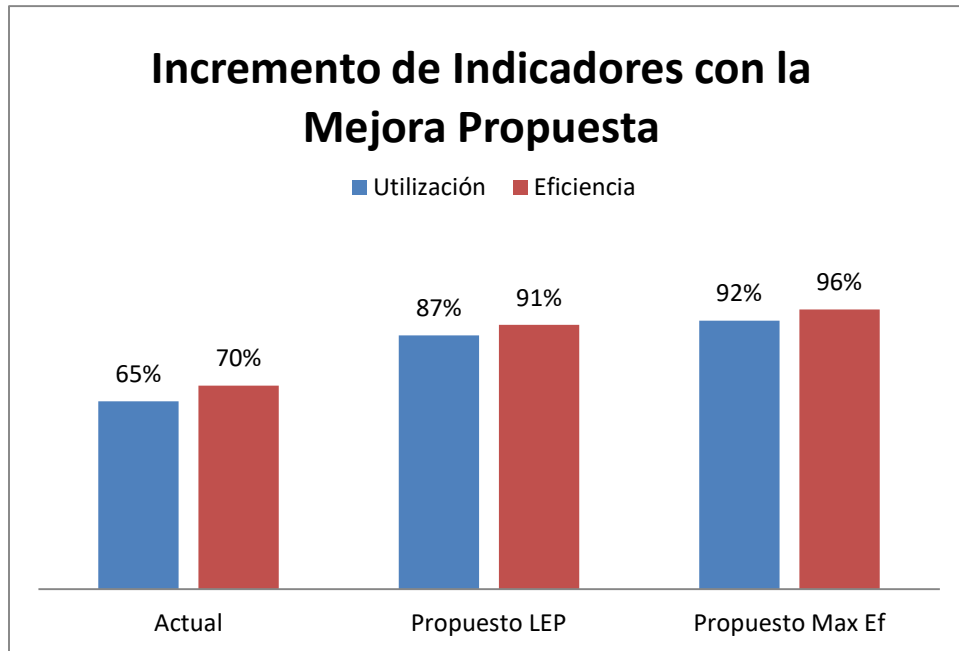


Figura 65: Incremento Indicadores con la Mejora Propuesta
(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

El indicador de utilización de la Capacidad Proyectada se incrementó de 65% a 87% con la propuesta realizada, sin embargo puede alcanzar valores de 92% a través de la mejora continua, esta situación de máxima eficiencia se refiere al óptimo proyectado con la reducción de desperdicios de transporte.

El indicador de eficiencia de la misma manera, pasó de un 70% a un 91%, con posibilidad de llegar a un 96% .

2.10.2. INDICADORES ECONÓMICOS

- Tasa Interna de Retorno

Del análisis económico se obtuvo una TIR de 21%.

$$\text{Inversión} = \sum \frac{\text{Utilidad Mensual}}{(1 + TIR)^n}$$

$$\begin{aligned} 317,778 = & \sum \frac{74,058}{(1 + TIR)^1} + \frac{74,058}{(1 + TIR)^2} + \frac{74,058}{(1 + TIR)^3} + \frac{74,058}{(1 + TIR)^4} + \frac{74,058}{(1 + TIR)^5} \\ & + \frac{74,058}{(1 + TIR)^6} + \frac{74,058}{(1 + TIR)^7} + \frac{74,058}{(1 + TIR)^8} + \frac{74,058}{(1 + TIR)^9} + \frac{74,058}{(1 + TIR)^{10}} \\ & + \frac{74,058}{(1 + TIR)^{11}} + \frac{74,058}{(1 + TIR)^{12}} \end{aligned}$$

$$TIR = 21\%$$

- Valor Actual Neto

El VAN logrado fue de S/. 140,966, con una tasa de descuento del 12%

$$\begin{aligned} VAN &= \sum \text{Actualización de los Utilidades} - \text{Inversión Actual} \\ \sum \text{Actualización Utilidades} &= \sum \frac{\text{Utilidad Mensual}}{(1 + \text{tasa de descuento})^n} \end{aligned}$$

Donde n es el número de período

$$\begin{aligned} \sum & \frac{74,058}{(1 + 0.12)^1} + \frac{74,058}{(1 + 0.12)^2} + \frac{74,058}{(1 + 0.12)^3} + \frac{74,058}{(1 + 0.12)^4} + \frac{74,058}{(1 + 0.12)^5} + \frac{74,058}{(1 + 0.12)^6} \\ & + \frac{74,058}{(1 + 0.12)^7} + \frac{74,058}{(1 + 0.12)^8} + \frac{74,058}{(1 + 0.12)^9} + \frac{74,058}{(1 + 0.12)^{10}} \\ & + \frac{74,058}{(1 + 0.12)^{11}} + \frac{74,058}{(1 + 0.12)^{12}} \end{aligned}$$

$$VAN = 458,744 - 314,832 = 143,912$$

- **Retorno sobre la Inversión**

Con Utilidades Anuales de S/.888,697 y una Inversión de S/. 314,832, el ROI en este proyecto fue de 182%

$$\sum \text{Utilidades Mensuales} = 888,697$$

$$ROI = \frac{\text{Utilidades Totales} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}} = \frac{888,697 - 314,832}{314,832} * 100\% = 182\%$$

- **Relación Beneficio/Costo y Empleos Generados**

La relación costo beneficio es de 1.46 y se generaron 5 puestos de trabajo durante el período de implementación de la mejora: Ingeniero Industrial, Psicóloga, Técnico Electricista, Gasfitero, Albañil.

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} > 0 \rightarrow \text{Proyecto Viable}$$

$$\frac{458,744}{314,832} > 1.46 \rightarrow \text{Proyecto Viable}$$

2.10.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se analizó los indicadores de TIR y VAN, para diferentes escenarios en cuadros de doble entrada, comparando las variaciones de demanda y precio.

Escenario Optimista

El precio y la demanda aumentan en un 4.6%, aproximadamente 5%

Tabla 123: Análisis de Sensibilidad Escenario Súper Optimista

Demanda y Producción /Precio	10,649	11,139	11,652	12,188
24.5	21% S/. 140,966	23% S/. 167,918	24% S/. 193,029	26% S/. 219,296
25.6	25% S/. 216,443	27% S/. 243,788	29% S/. 272,392	30% S/. 302,312
26.8	30% S/. 292,314	31% S/. 323,151	33% S/. 355,407	35% S/. 389,148
28.0	34% S/. 371,676	36% S/. 406,166	38% S/. 442,244	40% S/. 479,982

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

En un escenario súper optimista con una producción de máxima eficiencia (11,272 unidades, eficiencia 96%), obtendría una TIR de 23% aprox, en caso de mantener el precio; y en caso de elevarse en un 5%, un TIR de 27%.

Escenario Pesimista

El precio y la demanda disminuyen en un 4.6%, aproximadamente 5%

Tabla 124: Análisis de Sensibilidad Escenario Pesimista

Demanda y Producción /Precio	10,649	10,180	9,732	9,304
24.5	21% S/. 140,966	20% S/. 120,962	18% S/. 99,022	17% S/. 78,048
23.4	17% S/. 74,572	16% S/. 54,674	14% S/. 35,651	13% S/. 17,465
22.4	13% S/. 8,284	11% -S/. 8,698	10% -S/. 24,932	9% -S/. 40,452
21.4	8% -S/. 55,088	7% -S/. 69,280	6% -S/. 82,849	5% -S/. 95,820

(Fuente: Elaboración Propia, 2010)

En un escenario pesimista de reducir el precio en un 10% en la propuesta de producción actual, se obtendría una TIR de 18%; en situación de mantener el precio y reducir el

volumen de producción en un 17% se obtendría una TIR de 17%, en una reducción del precio en un 15% se obtendría una TIR de 13%, siendo un valor límite

Conclusiones

- La empresa tiene una Capacidad Proyectada en sus instalaciones de 12,188 unidades mensuales, con un 8% de tolerancias para entradas, refrigerios y SS.HH, representando una Capacidad Real de 11,213 unidades. Se trabajan 225 horas al mes, 52 horas semanales, un promedio de 8.67 horas al día. Tiene un ciclo productivo de 102.86 seg/unidad, determinando una tasa de producción mensual de 7,887 unidades, no pudiendo cubrir la demanda de 10,000 unidades. Actualmente recurren a la utilización de 78 horas extra al mes, manufacturando 10,617 unidades. Actualmente laboran 31 personas en el área productiva de los cuales 3 son volantes que cubren situaciones de, inasistencia laboral y/o enfermedad ocupacional. Se requieren de 611 horas hombre dentro de la programación semanal de la producción, de las cuales 141 son horas extra, la maquinaria tiene una utilización del 37% y el costo de electricidad es de S/. 1,246. El costo actual de mano de obra es S/. 23,461 (21,988 Mano de Obra Directa y 1,472 en Supervisión y Mantenimiento), indicando un costo medio de S/. 2.07 de MOD dentro del costo primo de fabricación y un costo total unitario de 18.11 soles
- Existe un desaprovechamiento del tiempo de operación de 35%, del total de 303 horas trabajadas al mes 107 horas son desperdiciadas y sólo 196 se emplean en actividades que generen valor agregado al producto. Dentro de las 225 horas de producción normal, 80 horas son desperdiciadas, al mejorar la eficiencia del proceso, puede eliminarse las 78 horas extra empleadas (de las cuales sólo 50 son eficientes y 28 desperdicio) y de tal forma que las 80 horas desperdiciadas en la producción normal, se aprovechen y se logre producir la demanda requerida en 1 turno de producción normal. Actualmente 7,847 soles al mes se emplean en la mano de obra en tiempo extra. El despilfarro presente en el sistema productivo en su mayor parte es generado por el transporte, seguido de esperas-demoras y movimientos innecesarios.
- En la distribución de planta se tiene un tipo de distribución enfocada al proceso, áreas por función, con un enfoque de distribución horizontal de tipo intermitente cerrado. A través de un análisis de cargas del layout actual Vs. El propuesto según la nueva distribución de áreas y maquinaria se espera reducir 28% de desperdicios, que representa un aumento de

3,397, es decir una producción de 11,284 unidades al mes, aumentando la utilización a 92% y la eficiencia de la instalación a un 96%, determinando una producción media o estimada de 11,319 unid/mes. Asimismo, se determinó ampliar la capacidad real eliminando las tolerancias de entrada, es decir el 4% de las tolerancias totales, obteniendo una nueva capacidad real de 11,701 unidades.

- En el Plan Maestro de Producción se estimó un lote económico de producción de 10,649 unidades al mes, para cubrir la demanda de pedidos públicos y particulares, con las mejoras desarrolladas en el sistema, se eliminaron las horas extra programadas, al hacer una mejor utilización del tiempo disponible, se pasó de una programación semanal de lotes de 2,654 unidades a lotes de 2,662 unidades, trabajando 225 horas al mes, con una reducción a 565 horas hombre con una disponibilidad de 5 trabajadores volantes, para cubrir situaciones de enfermedad o incapacidad, capacitación, aplicación de metodología 5s, entre otros, así como también ser reubicados en almacenes, mantenimiento preventivo, apoyo en compras. Al requerirse de una menor cantidad de horas para producir cubriendo la demanda, la utilización de la maquinaria disminuye a 33%, y el costo de electricidad a S/. 1,082. El costo propuesto para la Mano de Obra es de S/. 15,613 (14,473 Mano de Obra Directa y 1,140 en Supervisión y Mantenimiento, reduciendo 7,847 soles mensuales en horas extra, y obteniéndose un nuevo costo medio de mano de obra directa de S/. 1.36 como parte del costo primo de producción.
- En el análisis de indicadores de producción, la utilización de las instalaciones ha aumentado de un 65% a un 87% y la eficiencia del 70% al 91%, teniendo la posibilidad de alcanzar valores de 92% y 95% para los indicadores de utilización y eficiencia respectivamente, con una producción de 11,272 unidades. Con la propuesta de mejora del sistema de producción y control de la producción, el costo de mano de obra directa se ha reducido en un 34%, los Gastos Indirectos de Fabricación en un 9%, aún y con el aumento de depreciación de equipos y suministro del montacargas propuestos en la inversión, de tal manera que el Costo Total de Producción se redujo en un 4%, de 18.11 soles a 17.42; siendo el precio de venta 24.50 soles, actualmente se tenía una utilidad operativa unitaria de 6.39 soles y con la mejora propuesta aumentó a 7.08 soles, en el primer caso la

rentabilidad sobre el costo total de producción representada el 35% del Costo Total de Producción y en el segundo, el 41%. El punto de equilibrio está ubicado en 1,471 unidades al mes y se tiene un ratio de margen de contribución del 34%; para una situación de ajuste de precio al 30% de utilidad sobre el costo total, es decir a 22.65 soles por unidad, se necesitarían aproximadamente 3,000 unidades mensuales para el equilibrio (planificación contra stock).

- En la evaluación económica se tiene una inversión de S/. 314,832 y utilidades netas generadas mensualmente de S/. 74,058; que al año representan S/. 888,697, se obtuvo una TIR de 21% y VAN de S/. 143,912, un ROI del 182% y un Beneficio/Costo de 1.46, haciendo viable el proyecto. En un escenario pesimista de reducir el precio en un 10% en la propuesta de producción actual, se obtendría una TIR de 18%; en situación de mantener el precio y reducir el volumen de producción en un 17% se obtendría una TIR de 17%, en una reducción del precio en un 15% se obtendría una TIR de 13%, siendo un valor límite
- Finalmente se puede concluir que se pueden aumentar las utilidades para una empresa o la flexibilidad en el margen de fijación de precios, a través de la reducción de Gastos Operativos, en este caso eliminación de Horas Extra de producción, a su vez se pudo llevar a cabo con la mejora de la eficiencia del proceso y el aprovechamiento del tiempo disponible de operación, que fue resultado de la reducción de desperdicios industriales de transportes y espera-demoras; para lo que se desarrolló un rediseño del layout (distribución de planta) y una programación de la producción acorde (Plan Maestro, Plan de Requerimientos de Materiales y Plan de Requerimientos de Capacidad)

Recomendaciones

Para el sostenimiento y mejora continua de la eficiencia y el desarrollo de un grato ambiente laboral se recomienda:

- Diseñar e Implementar un Sistema Logístico y de Almacenes, dado que ello le brindará una ventaja competitiva a la empresa, se requiere aplicar tecnología necesaria para diseñar, gestionar y controlar de manera optima la Cadena de Abastecimiento en una empresa.
- Elaborar un Programa de Seguridad y Salud Ocupacional, enfatizando en el comportamiento del trabajador, detección y eliminación de condiciones inseguras de trabajo, así como la Identificación de Peligros y Riesgos, Medidas de Control en cada Operación. Uso reglamentario de Equipos de Protección Personal (EPPs), análisis de las condiciones de trabajo; condiciones de seguridad, ambiente físico de trabajo (ruido, vibración, iluminación, ventilación), contaminantes físicos y biológicos, carga de trabajo (esfuerzos, posturas, movimientos, manipulación manual de cargas, nivel de responsabilidad) y organización del trabajo (distribución de tareas, horarios, relaciones interpersonales).
- Capacitar al personal constantemente en temas de Salud y Seguridad en el Trabajo, Mejora Continua y Metodología 5s, Mantenimiento, Liderazgo por Grupos, Personal de Producción y Administrativo, y por Niveles, Operativo, Supervisor y Gerencial.
- Desarrollar un Programa de Mantenimiento Preventivo, programado en el tiempo disponible según el tiempo y personal disponibles en la programación propuesta de producción.
- Realizar estudios dentro del área comercial sobre los niveles de satisfacción del cliente, y cómo parte de investigación y desarrollo, innovaciones en materiales para componentes y en operaciones, como por ejemplo material polimérico para el visor

el lugar de vidrio, diseño de cajas para medidores electrónicos más pequeños, tratamiento preventivo en base al arenado y no al decapado, etc.

- Comprometer al personal por equipos de trabajo, en la búsqueda de la mejora de indicadores, a través de la planificación semanal o mensual de metas y alarmas, reconociendo el esfuerzo entregado. Gestionando visualmente los indicadores y promoviendo su difusión y significado.

Referencias

- Black, S., Chiles V. (1999). *Principios de ingeniería de manufactura*. Compañía Editorial Continental. México
- Cuatrecasas L. (2009). *Diseño avanzado de Procesos y Plantas de Fabricación Flexible*. Profit. España
- Narasimhan S., McLeavey D., Billington P. (1996). *Planeación de la Producción y Control de Inventarios*. Prentice-Hall Hispanoamericana. México. II Edición.
- Nahmias, S (2007). *Análisis de la producción y las operaciones*. McGraw - Hill Interamericana. México
- Rojas C., (1996). *Diseño y Control de Procesos*. Libertad. Perú
- Sule, D. (2001). *Instalaciones de manufactura: ubicación, planeación y diseño*. Thomson. México. II Edición.
- Tompkins J., White J., Bozer Y., (2006). *Planeación de Instalaciones*. Thompson Editores. México. III Edición
- Villaseñor A., Galindo E., (2007). *Conceptos y Reglas de Lean Manufacturing*. Limusa Noriega Editores. México
- Industrial Cerinsa E.I.R.L (2009). *Reseña Histórica de CERINSA*. Documentos de empresa.
- Ministerio de Energía y Minas. Dirección Ejecutiva de Proyectos. *Electrificación Rural En El Perú: Marco Legal, Avances Y Perspectivas...* Noviembre del 2006. Perú. Disponible en: www.solarquest.com/.../peru/ElectrificacionRural200611.ppt (marzo 2010)
- Bolívar C., Rudberg P. Publicación Cris Bolívar Consulting N°39. *La reingeniería de procesos como factor clave en la competitividad: Empresa ABB Trafo. España*. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/canales/derrhh/articulos/65/cb/rei.pdf>, marzo 2010

- BOM CONSULTING GROUP (BOM). (2009). Lean Manufacturing. Business Operations Management..Disponible en: <http://www.slideshare.net/bomconsulting/lean-manufacturing>, marzo 2010
- Cabezas H., Tapia M. (2009). *Rediseño de procesos administrativos en áreas de almacenamiento y producción de una empresa metalmecánica con la ayuda de un sistema de información*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2162/1/4338.pdf>, marzo 2010
- Gonzales V., Romero A., Nieto C. y otros. (2009) *Proyecto de Reingeniería del servicio técnico de talleres de una Empresa distribuidora automotriz*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/960/1/1849.pdf>, marzo 2010
- Gutiérrez C (2006). *Comparación de sistemas de control de piso en presencia de recursos de capacidad limitada mediante simulación con Redes de Petri*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador Disponible en: <http://dspace.uniandes.edu.co:5050/dspace/bitstream/1992/885/3/03+Paper+Camilo+Gutierrez.pdf>, marzo 2010
- Naranjo A., Ramírez E., Portugal J. (2008) *Manufactura esbelta: propuestas de mejora al proceso productivo de una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de frituras*. Instituto tecnológico de Sonora. México. Disponible en: http://antiguo.itson.mx/Publicaciones/contaduria/CIN_Oct_2008/frituras_esbeltas.pdf, marzo 2010
- Rathi N., (2009). *A Framework for the Implementation of Lean Techniques in Process Industries*. Tesis de Grado Ingeniería Industrial. Universidad de Texas. Disponible en: <http://dspace.lib.ttu.edu/etd/bitstream/handle/2346/ETD-TTU-2009-12-261/RATHI-THESIS.pdf?sequence=5>, abril 2010

Saldarriaga N. (2009). *Rediseño de planta de la empresa Osaka MotorcycleParts Ltda.* Universidad Nacional de Colombia. Colombia. Disponible en: <http://www.digital.unal.edu.co/dspace/handle/10245/1447>, marzo 2010

Perú en Cifras. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Disponible en: <http://www.inei.gob.pe/web/PeruCifras4.asp>, marzo 2010

Plan Nacional De Electrificación Rural (PNER) Periodo 2011 – 2020. Ministerio de Energía y Minas. Dirección General de Electrificación Rural. Perú. Disponible en: http://dger.minem.gob.pe/ArchivosDger/PNER_2011-2020/PNER_2011-2020.pdf, marzo 2010

Grupo Distriluz. Sitio Web. Disponible en: <http://www.distriluz.com.pe>, marzo 2010

Luz del Sur. Sitio Web. Disponible en: <http://www.luzdelsur.com.pe>, marzo 2010

Electro Oriente. Sitio Web. Disponible en: <http://www.elor.com.pe>, marzo 2010

Electro Sur Este: Sitio Web. Disponible en: <http://www.else.com.pe>, marzo 2010

III. ANEXOS

ANEXO 01:
METODOLOGÍA DE LOS 5 PORQUÉS PARA
LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

1. ¿Por qué hay una reducción de UTILIDADES?
Por el aumento de Gastos Operativos

2. ¿Por qué han aumentado los GASTOS OPERATIVOS?
Por la utilización de Horas Extra

3. ¿Por qué se utilizan HORAS EXTRA?
Porque la tasa de producción mensual es menor a la demanda

4. ¿Por qué la TASA DE PRODUCCIÓN es menor a la TASA DE DEMANDA?
Por el poco aprovechamiento de la Capacidad de Producción
 - Producción es menor que Capacidad Proyectada
 - Producción es menor que Capacidad Efectiva

5. ¿Por qué se DESAPROVECHA LA CAPACIDAD?
Por la existencia de Desperdicios Industriales
 - Transporte
 - Esperas-Demoras
 - Movimientos Innecesarios

6. ¿Por qué hay DESPERDICIOS INDUSTRIALES?
Por el Deficiente Sistema de Planificación y Control de la Producción
 - Deficiente Distribución de Planta
 - Deficiente Planificación Maestra de la Producción y de Requerimiento de Materiales
 - Deficientes Métodos de Trabajo

7. ¿Por qué hay Deficiente Distribución de Planta?
 - Inexistencia de un análisis de cargas

- Deficiente Layout

8. ¿Por qué hay Deficiente Planificación de la Producción?

- Deficiente Planificación Maestra de la Producción
- Deficiente Planificación de los Requerimientos de Materiales

9. ¿Por qué hay Deficientes Métodos de Trabajo?

- Falta de Clasificación de Equipos y Herramientas necesarias
- Falta de Orden y Limpieza
- Falta de Señalización
- Falta de Estandarización de Procedimientos y Ergonomía
- Falta de Seguimiento y Disciplina

ANEXO 02:
FOTOS CERINSA SITUACION ACTUAL



Figura 66: Foto Área Soldadura de Punto
(Fuente: CERINSA, 2010)



Figura 67: Foto Acomodado de Cajas
(Fuente: CERINSA, 2010)



Figura 68: Foto Acumulación de Cajas para Soldar
(Fuente: CERINSA, 2010)



Figura 69: Foto Ensamble-Embalaje
(Fuente: CERINSA, 2010)



Figura 70: Foto Vista Área de Prensado
(Fuente: CERINSA, 2010)



Figura 71: Foto Vista Área de Corte
(Fuente: CERINSA, 2010)



Figura 72: Foto Vista Planta
(Fuente: CERINSA, 2010)



Figura 73: Foto Acumulación de Cajas Terminadas en el suelo
(Fuente: CERINSA, 2010)