

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS Y  
LA TÉCNICA SMED PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA  
LÍNEA OFFSET EN INDUSTRIAS LARA BISCH S. A.**

Proyecto de Grado presentado para la obtención del Grado de Licenciatura en Ingeniería

**POR: SUSANA VALENZUELA OBLITAS**

**TUTOR: ING. JUAN PABLO FERNÁNDEZ ROCHA**

LA PAZ – BOLIVIA

Mayo, 2018

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Proyecto de Grado

**APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS Y LA TÉCNICA SMED  
PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA OFFSET EN INDUSTRIAS  
LARA BISCH S.A.**

Presentado por: Univ. Susana Valenzuela Oblitas

Para optar al grado académico de *Licenciatura en Ingeniería*

Nota numeral:.....

Nota literal:.....

Ha sido.....

Director de la Carrera de Ingeniería Industrial: Ing. M.Sc. Oswaldo Terán Modregón

Tutor:           Ing. Juan Pablo Fernández Rocha           .....

Tribunal:       Ing. Mario Zenteno Benítez                   .....

                  Ing. Edgar Quiroga Vargas                   .....

                  Ing. Patricia Salas Sánchez                   .....

                  Ing. Moisés Arteaga Miranda                   .....

**DEDICATORIA**

*A Dios mi padre celestial por estar siempre conmigo guiando, iluminando y bendiciendo mi vida.*

*A mis padres Sonia y Juan por darme su amor incondicional, apoyo, confianza, son mi mayor inspiración, ejemplo a seguir, mi fuerza y centro de mi vida...los amo.*

*A Verónica mi hermana, mi mejor amiga, cómplice eterna... mi flaca te quiero muchísimo.*

*A Christopher mi vida entera el mejor regalo que pudo darme la vida, mi mayor satisfacción y orgullo te amo con el alma y te llevo siempre conmigo sobrinhijo.*

Con amor Sussy

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Industrias Lara Bisch S.A. por brindar oportunidad a noveles profesionales.*

*Al Ing. Miguel Lucero Gerente General por la posibilidad de aprender, proponer y realizar este trabajo.*

*Al Ing. Abdón Chipana Jefe de Planta quien desde el primer momento me dio todas las facilidades, compartió su experiencia con paciencia y dedicación.*

*A los señores: Teófilo Huanca y Samuel Quisberth supervisores de planta quienes siempre estuvieron dispuestos a colaborarme, al departamento de mantenimiento, al laboratorio, a técnicos, ayudantes, al personal de limpieza, seguridad a todos en general.*

*Por sobre todo a mi Tutor Ing. Pablo Fernández, por enseñarme, corregir y guiar el desarrollo de este trabajo, a los miembros del Tribunal Revisor en Pleno, a mis Docentes quienes me guiaron a través de estos años, a mis amigos y compañeros quienes son parte de mi vida.*

**INFINITAMENTE GRACIAS MIL!!!**

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>1</b>
<b>1 CONSIDERACIONES GENERALES DEL PROYECTO.....</b>	<b>1</b>
1.1 HISTORIA DE LA LITOGRAFÍA OFFSET.....	1
1.1.1 FUNCIONAMIENTO DE LA LITOGRAFÍA OFFSET.....	2
1.2 PROBLEMÁTICA.....	4
1.2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.2.3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.2.4 DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	6
1.2.5 ANÁLISIS DE PARETO.....	8
1.2.6 ANÁLISIS FODA.....	9
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	11
1.3.1 JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA.....	12
1.3.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA – SOCIAL.....	12
1.3.3 JUSTIFICACIÓN METODOLOGÍA.....	13
1.3.4 JUSTIFICACIÓN LEGAL.....	13
1.4 OBJETIVOS.....	14
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	14
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	14
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>16</b>
<b>2 ANÁLISIS DE LA EMPRESA.....</b>	<b>16</b>
2.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	17
2.2 DATOS DE LA EMPRESA Y LOCALIZACIÓN.....	17
2.3 MISIÓN.....	18
2.4 VISIÓN.....	18
2.4.1 VALORES.....	18
2.4.2 POLÍTICA DE CALIDAD.....	19
2.5 ANÁLISIS DE OPERACIONES.....	19
2.6 ASPECTOS TÉCNICOS DE PRODUCCIÓN.....	20
2.6.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	20
2.6.1.1 PRE – IMPRESIÓN.....	22
2.6.1.2 IMPRESIÓN.....	23
2.6.1.3 POST – IMPRESIÓN.....	24
2.6.2 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA IMPRESIÓN OFFSET.....	26
2.6.2.1 PRINCIPALES PROBLEMAS QUE SE TIENEN POR IMPRESIÓN.....	26
2.7 MATERIAS PRIMAS E INSUMOS.....	27
2.7.1 DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	27
2.8 MAQUINARÍA Y EQUIPO.....	28
2.9 PRODUCTO TERMINADO.....	30
2.10 PÉRDIDAS DURANTE EL PROCESO (MACULATURA Y MERMAS).....	31

## TABLA DE CONTENIDO

---

2.11	CAPACIDAD INSTALADA.....	33
2.12	INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.....	35
2.12.1	AGUA.....	35
2.12.2	ENERGÍA ELÉCTRICA.....	35
2.12.3	ÍNDICES DE CONSUMO DE AGUA, ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS.....	36
2.12.4	SANITARIOS.....	36
2.12.5	GAS.....	36
2.12.6	AIRE.....	36
2.12.7	RUIDO.....	37
2.13	AMBIENTES DE LA EMPRESA.....	37
2.14	ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	38
2.14.1	ESTRUCTURA ORGÁNICA.....	38
2.15	PLANO DE PLANTA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN.....	39
<b>CAPÍTULO 3.....</b>		<b>41</b>
<b>3</b>	<b>INGENIERÍA DE MÉTODOS Y EFICIENCIA DE LA EMPRESA.....</b>	<b>41</b>
3.1	OBJETIVOS DEL CAPÍTULO.....	41
3.2	IMPACTO DEL ESTUDIO.....	41
3.3	LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA.....	42
3.3.1	VELOCIDAD DE IMPRESIÓN.....	43
3.3.2	CANTIDAD PRODUCIDA.....	45
3.3.3	PROCESO DE TROQUELADO.....	45
3.3.4	PROCESO DE PEGADO.....	46
3.3.5	EFICIENCIA GLOBAL DE PRODUCCIÓN.....	47
3.4	TABLERO DE CONTROL: INDICADORES DE PERFORMANCE.....	51
3.4.1	PARADAS PLANEADAS Y NO PLANEADAS.....	52
3.5	DIAGRAMAS DEL PROCESO ACTUAL.....	52
3.5.1	CURSO GRAMA SINÓPTICO DEL PROCESO ACTUAL.....	52
3.5.2	CURSO GRAMA ANALÍTICO PRENSA PROCESO ACTUAL.....	55
3.5.3	CURSO GRAMA ANALÍTICO TROQUELADO PROCESO ACTUAL.....	58
3.5.4	CURSO GRAMA ANALÍTICO PEGADO PROCESO ACTUAL.....	61
3.5.5	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	63
3.5.6	DIAGRAMA DE RECORRIDO.....	63
3.5.7	CAUSAS DE PARADAS NO PROGRAMADAS DURANTE EL PROCESO.....	65
3.6	SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	66
3.6.1	FACTORES DE RIESGOS MÁS IMPORTANTES.....	68
3.6.2	MEDIDAS PREVENTIVAS.....	69
3.7	CONCLUSIONES.....	70
<b>CAPÍTULO 4.....</b>		<b>71</b>
<b>4</b>	<b>APLICACIÓN DE LA TÉCNICA SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE).....</b>	<b>71</b>
4.1	INTRODUCCIÓN AL SMED.....	71
4.2	OPERACIONES DE CAMBIO DE CALIBRE.....	72
4.3	ETAPAS EN EL CAMBIO DE CALIBRE.....	73
4.4	FASES DE APLICACIÓN DEL SMED.....	73
4.4.1	ETAPA PRELIMINAR.....	74
4.4.1.1	ETAPA PRELIMINAR PRENSA.....	74
4.4.1.2	ETAPA PRELIMINAR TROQUELADORA.....	76

## TABLA DE CONTENIDO

---

4.4.1.3 ETAPA PRELIMINAR PEGADORA.....	77
4.4.2 ETAPA 1: FASE DIVIDIDA.....	78
4.4.2.1 ETAPA 1 PRENSA.....	80
4.4.2.2 ETAPA 1 TROQUELADORA.....	81
4.4.2.3 ETAPA 1 PEGADORA.....	82
4.4.3 ETAPA 2: FASE TRASPASO.....	83
4.4.3.1 ETAPA 2 PRENSA.....	84
4.4.3.2 ETAPA 2 TROQUELADORA.....	86
4.4.3.3 ETAPA 2 PEGADORA.....	88
4.4.4 ETAPA 3: FASE MEJORADA.....	90
4.4.4.1 ETAPA 3 PRENSA.....	90
4.4.4.2 ETAPA 3 TROQUELADORA.....	90
4.4.4.3 ETAPA 3 PEGADORA.....	91
4.5 RESUMEN DE RESULTADOS.....	91
4.6 HIPÓTESIS Y PROTOCOLO DE COMPROBACIÓN.....	93
4.7 SISTEMA DE CALIDAD.....	96
4.8 CONCLUSIONES.....	97
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>99</b>
<b>5 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO.....</b>	<b>99</b>
5.1 INTRODUCCIÓN.....	99
5.2 ANÁLISIS DE COSTOS.....	99
5.2.1 COSTOS DE PREVENCIÓN.....	100
5.2.2 COSTOS DE EVALUACIÓN.....	102
5.2.3 COSTO DE FALLAS INTERNAS.....	104
5.2.4 COSTOS DE FALLAS EXTERNAS.....	104
5.3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN SIN PROYECTO.....	106
5.4 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN CON PROYECTO.....	106
5.5 COSTO ANUAL EQUIVALENTE.....	107
5.6 CONCLUSIONES.....	107
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>108</b>
<b>6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>108</b>
6.1 CONCLUSIONES.....	108
6.2 RECOMENDACIONES.....	109
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>110</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>115</b>
ANEXO CAPÍTULO 2.....	113
ANEXO CAPÍTULO 3.....	115
ANEXO 3.1: CURSO GRAMA ANALÍTICO ACTUAL – PRENSA.....	115
ANEXO 3.2: CURSO GRAMA ANALÍTICO PROPUESTO – PRENSA.....	117
ANEXO 3.3: CURSO GRAMA ANALÍTICO ACTUAL – TROQUELADO.....	119

## TABLA DE CONTENIDO

---

ANEXO 3.4: CURSO GRAMA ANALÍTICO PROPUESTO – TROQUELADO.....	121
ANEXO 3.5: CURSO GRAMA ANALÍTICO ACTUAL – PEGADORA.....	123
ANEXO 3.6: ÍNDICE DE EFICIENCIA GLOBAL DE PRODUCCIÓN.....	125
ANEXO CAPÍTULO 4.....	129
ANEXO 4.1: CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA SMED.....	130
ANEXO CAPÍTULO 5.....	132
ANEXO 5.1: SIMULACIÓN PARA LA ESTIMACIÓN DE VENTAS.....	132
ANEXO 5.2: COSTOS E INGRESOS ESTIMADOS GENERADOS DE LA SIMULACIÓN.....	140

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO Nº 1 1: CAUSA – EFECTO.....	6
CUADRO Nº 1 2: CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	7
CUADRO Nº 1 3: PONDERACIÓN DE CAUSAS.....	8
CUADRO Nº 1 4: ANÁLISIS DE PARETO.....	8
CUADRO Nº 1 5: DIAGRAMA DE PARETO.....	9
CUADRO Nº 1 6: MATRIZ FODA.....	10
CUADRO Nº 2 1: CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA EMPRESARIAL.....	16
CUADRO Nº 2 2: CLASIFICACIÓN DEL PAPEL.....	27
CUADRO Nº 2 3: MAQUINARÍA Y EQUIPO.....	29
CUADRO Nº 2 4: ÍNDICES CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA.....	36
CUADRO Nº 2 5: ÍNDICES CONSUMO AGUA.....	36
CUADRO Nº 2 6: NIVELES DE RUIDO POR ÁREAS.....	37
CUADRO Nº 3 1: TOLERANCIAS PARA TIEMPO ESTÁNDAR.....	44
CUADRO Nº 3 2: VELOCIDAD DE LA PRENSA RYOBI.....	44
CUADRO Nº 3 3: VELOCIDAD DE LA PRENSA S-72.....	44
CUADRO Nº 3 4: ÍNDICE DE EFICIENCIA GLOBAL DE PRODUCCIÓN.....	48
CUADRO Nº 3 5: INDICADOR DE DISPONIBILIDAD.....	49
CUADRO Nº 3 6: INDICADOR DE EFICIENCIA.....	50
CUADRO Nº 3 7: INDICADOR DE CALIDAD.....	51
CUADRO Nº 4 1: PROPORCIÓN TIEMPOS DE CAMBIO POR OPERACIÓN–PRENSA.....	74
CUADRO Nº 4 2: PORCENTAJE TIEMPOS DE CAMBIO POR OPERACIÓN–TROQUELADO.....	76
CUADRO Nº 4 3: PORCENTAJE TIEMPOS DE CAMBIO POR OPERACIÓN–PEGADO.....	78
CUADRO Nº 4 4: TIEMPO DE CAMBIO PROMEDIO.....	80
CUADRO Nº 4 5: ETAPA 1 PRENSA.....	80
CUADRO Nº 4 6: ETAPA 1 TROQUELADORA.....	81
CUADRO Nº 4 7: ETAPA 1 PEGADORA.....	82
CUADRO Nº 4 8: ETAPA 2 PRENSA.....	85
CUADRO Nº 4 9: ETAPA 2 TROQUELADORA.....	87
CUADRO Nº 4 10: ETAPA 2 PEGADORA.....	89
CUADRO Nº 4 11: TIEMPO DE CAMBIO PROMEDIO ESPERADO.....	92
CUADRO Nº 4 12: CANTIDAD PRODUCIDA.....	92
CUADRO Nº 5 1: INCREMENTO EN LA PRODUCCIÓN.....	103
CUADRO Nº 5 2: ESTRUCTURA DE COSTOS (BOLIVIANOS).....	105
CUADRO Nº 5 3: PROYECCIÓN DE COSTOS ESTIMADOS SIN PROYECTO.....	106
CUADRO Nº 5 4: PROYECCIÓN DE COSTOS ESTIMADOS CON PROYECTO.....	106



**ÍNDICE DE GRÁFICOS**

GRÁFICO N° 2 1: ANÁLISIS DE OPERACIONES.....	19
GRÁFICO N° 2 2: PROCESO DE PRODUCCIÓN (IMPRESIÓN OFFSET).....	22
GRÁFICO N° 2 3: MACULATURA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	32
GRÁFICO N° 2 4: CAPACIDAD NOMINAL Y CAPACIDAD UTILIZADA.....	34
GRÁFICO N° 2 5: ORGANIGRAMA ÁREA GERENCIAL.....	38
GRÁFICO N° 2 6: ORGANIGRAMA ÁREA INDUSTRIAL.....	39
GRÁFICO N° 2 7: ORGANIGRAMA LÍNEA OFFSET.....	39
GRAFICO N° 2 8: PLANO DE LA PLANTA DE OFFSET.....	40
GRÁFICO N° 3 1: CURSOGRAMA SINÓPTICO ACTUAL.....	54
GRAFICO N° 3 2: RESUMEN MÉTODO ACTUAL – MÉTODO PROPUESTO (PRENSA).....	58
GRAFICO N° 3 3: RESUMEN MÉTODO ACTUAL – MÉTODO PROPUESTO (TROQUELADORA).....	61
GRÁFICO N° 3 4: DIAGRAMA DE RECORRIDO.....	64
GRAFICO N° 4 1: ETAPAS DE APLICACIÓN DEL SMED.....	73
GRAFICO N° 4 2: TIEMPO DE CAMBIO PROMEDIO.....	79
GRAFICO N° 4 3: TIEMPO DE AHORRO ESPERADO.....	92
GRAFICO N° 5 1: CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN.....	101

FIGURA N° 1 1: FUNCIONAMIENTO DE LA LITOGRAFÍA OFFSET.....	3
--	---

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años precisamente desde el 2013 la medida económica impuesta por el actual gobierno de instituir un segundo aguinaldo denominado “Esfuerzo por Bolivia” sin lugar a duda *estrangula* y pone en riesgo la permanencia, desarrollo y reinversión de la industria privada en el país.

El generar la cultura de producción-consumo de lo “*Hecho en Bolivia*” debería ser una convicción en todos los niveles (estatal-privado).

Sin embargo la industria gráfica en el país crece en la medida de sus posibilidades con un mercado limitado, con los obstáculos existentes para la exportación de productos con valor agregado se convierte en una verdadera hazaña el continuar de manera operativa como empresa más aún incurrir en reinversión con lo que ello implica (*Responsabilidad socio-económica*), queda restringido solo para las empresas que tengan un nivel aceptable tendrán permanencia.

Dentro este marco podemos alegar que Industrias Lara Bisch S. A. en los últimos 17 años se ubica entre las más importantes en su rubro con una participación importante en el mercado, ya que cuenta con un respaldo de casi un siglo de trabajo permanente.

En un salto lógico de crecimiento y desarrollo la empresa ha diversificado su producción en tres principales líneas Impresión Offset, Impresión Flexo gráfica (envases flexibles), Impresión de rollos continuos y formularios con elementos de seguridad se encuentra extendida en el país cubriendo el eje troncal y dos ciudades más con sucursales de comercialización.

Frente a este escenario adverso y con los argumentos precedentes expuestos es que: Industrias Lara Bisch S. A. durante este último periodo ha incrementado su parque de maquinaria y equipo brindando oportunidad a nuevo recursos humanos capacitándolos e inculcándoles las políticas y valores propios de la empresa.

## CAPÍTULO 1

### 1 CONSIDERACIONES GENERALES DEL PROYECTO

La industria gráfica es un rubro que realiza todo tipo de impresiones en una gran variedad de materiales (papel, telas, cartones, plásticos, etc.).

En el mercado la imprenta ofrece una variedad de productos, prueba de ello se aprecia en la incidencia o contribución el índice de volumen físico (IVF), manufacturado según la actividad productiva, que para el caso de los bienes intermedios, actividades de impresión para 2014 en general fue 235,43<sup>1</sup>

Es necesario precisar que la calidad y la globalización son aportes esenciales para ser competitivos, razón por la cual el material utilizado en la elaboración de productos son de alta calidad, los proveedores cumplen normas internacionales y son competitivos tanto en calidad, precio, tiempo y modo de envío, de tal manera que los productos rechazados por causa del material sean en mínima cantidad así también evitar realizar evaluaciones a los productos para obtener impresiones nítidas, ya que la tecnología de las máquinas son cada vez mejores.

La entrega de la certificación de calidad ISO 9001 otorgada por IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización de Calidad) es un reconocimiento al alto nivel los productos que ofrece y una prueba clara del trabajo diario que realiza Industrias Lara Bisch S.A.

#### 1.1 HISTORIA DE LA LITOGRAFÍA OFFSET

La litografía offset es una variante indirecta de la litografía, fue descubierta hacia 1904 por Ira Rubel, un impresor de Nueva Jersey (Estados Unidos). Rubel descubrió accidentalmente que cuando la plancha imprimía la imagen que el caucho y el papel

---

<sup>1</sup> Fuente: Instituto Nacional de Estadística Bolivia. 25 Enero 2017 <<http://www.ine.gob.bo/>>

entraba en contacto con esta, la imagen que el caucho reproducía en el papel era mucho mejor que la que producía la plancha directamente.

La razón de esta mejora es que la plancha de caucho, al ser blanda y elástica se adapta al papel mejor que las planchas de cualquier tipo y transmite la tinta de forma más homogénea.

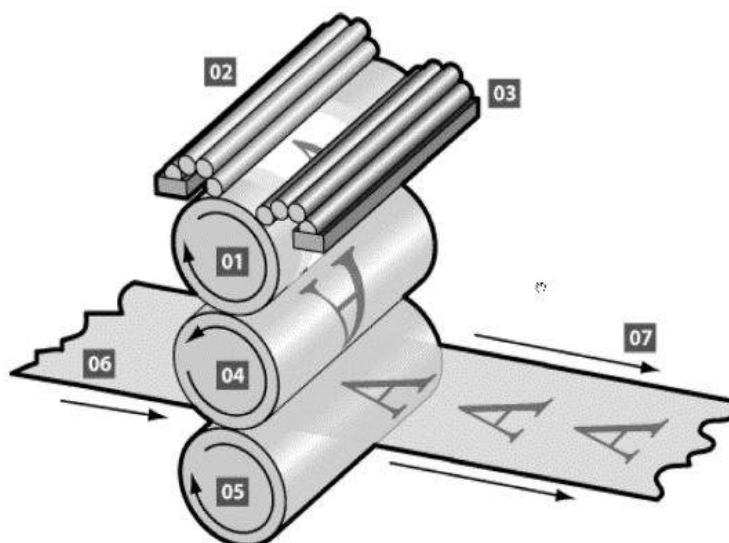
Trabajando con esta idea de pasar indirectamente la imagen de la plancha a una base de caucho, llamada mantilla y de ahí al papel, se pudo imprimir sobre papeles de peor calidad y más baratos de lo que se hacía tradicionalmente, a partir de entonces la litografía offset se convirtió en el procedimiento por excelencia de la imprenta comercial.

El desarrollo de la tecnología de las prensas litográficas dio lugar a sistemas mecánicos, cada vez más complicados, que funcionaban con cilindros sincronizados y que imprimían el papel directamente de la plancha metálica de litografía.

### ***1.1.1 FUNCIONAMIENTO DE LA LITOGRAFÍA OFFSET***

1. Se separa la plancha, tiene zonas que repelen el agua (hidrófugas) y zonas que la admiten o atraen (hidrófilas). Las zonas que la repelen serán las que tomen la tinta (que es de tipo graso).
2. La plancha se coloca sobre el cilindro porta forma o porta plancha (01) y se engancha el papel (06) al sistema.
3. Una vez en marcha, los cilindros de mojado (02) humedecen con una solución especial las zonas de la plancha que deben rechazar la tinta. Las zonas que se van a imprimir están preparadas para rechazar el agua y quedan sin humedecer.
4. Una vez en marcha, los cilindros de mojado (02) humedecen con una solución especial las zonas de la plancha que deben rechazar la tinta. Las zonas que se van a imprimir están preparadas para rechazar el agua y quedan sin humedecer.

**FIGURA N° 1-1: FUNCIONAMIENTO DE LA LITOGRAFÍA OFFSET**



5. La plancha sigue girando hasta llegar a los cilindros de entintado (03), que depositan una tinta grasa en la plancha. Como el agua repele la tinta, la plancha solo toma tinta donde se va a imprimir (o sea: en las zonas no “mojadas”).
6. La plancha, ya entintada, sigue girando y entra en contacto con el cilindro porta caucho (04), cuya superficie de caucho o similar es la mantilla. La imagen queda impresa de forma invertida (en espejo) en ese cilindro, que gira en sentido contrario a la plancha.
7. El papel (06) pasa entre el cilindro porta caucho y el cilindro de impresión (05), que sirve para presionar el papel contra la mantilla.
8. El papel recibe la imagen de tinta de la mantilla, que la traspassa ya en forma correcta (sin invertir) y sale ya impreso (07).

Ese proceso imprime un color, cada sistema de cilindros/plancha/mojado/entintado es un cuerpo de rotativo capaz de imprimir un color. Para imprimir cuatro colores hacen falta cuatro cuerpos, aunque las variantes y posibilidades con muy numerosas.

El sistema es muy similar para el recubrimiento con barniz y las variaciones de acabado en el sustrato que presenta cada orden de producción.

## **1.2 PROBLEMÁTICA**

### **1.2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

La dinámica que existe en todo proceso de producción establece que: se debe seguir una línea de acción planificada y coordinada con el resto de los procesos donde el control y distribución de tiempos es importante.

Sin embargo la realidad es diferente por qué se llega a depender de factores externos e internos: factores externos como la disponibilidad en condiciones óptimas de sustrato (tamaño, línea de impresión, grado de humedad), tintas (pantones, barnices y polvo de secado en proporciones necesarias para el funcionamiento de las máquinas).

Factores internos, mantenimiento adecuado de las máquinas para llegar a producir sin interrupciones, la percepción y destreza de los técnicos operadores durante el matizado y la limpieza permanente de los rodillos que depende del volumen de impresión.

Siendo que la empresa trabaja bajo órdenes de pedido establece una cronología a efectivizar desde la apertura del sobre que contiene instrucciones para cada proceso y máquina, que necesariamente es coordinada con el departamento de comercialización.

### **1.2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Es necesario cuantificar los tiempos muertos e improductivos que actualmente existen en cada proceso que serán de gran utilidad a momento de distribuir funciones a cada operador y/o máquina, evitar los llamados cuellos de botella en el proceso.

La falta de cuantificación de los tiempos influye de manera negativa en la programación de producción, en los costos siendo que se realiza el cálculo de costos en función a información poco fiable.

El presente trabajo identificó que el proceso de troquelado es el que emplea mayor cantidad de tiempo en la preparación y encaminado por lo que el proceso en algún

momento genera uno de los cuellos de botella, sin embargo no todas las órdenes de producción tienen las mismas características (número de nutzen's, formato de impresión, alto relieve, des troquelado, acabado final y otros) por ello se plantea una combinación de soluciones para los distintos procesos.

Siendo que el primer proceso de impresión es general para todas las órdenes de producción se considera como base del estudio debido a que es el proceso inicial y que alimenta a todo el sistema.

### **1.2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la línea de producción Impresión Offset al haber realizado el estudio de campo podemos establecer que existe: falta de instrumentos de medición para cada mesa de trabajo, no existe rotación de puestos, falta de mantenimiento programado, que el principal material (sustrato) que se va a utilizar en algún momento no reúne las condiciones de humedad y el mayor inconveniente que existe son cambios en la programación todo esto acompañado a periodos largos en el encaminado de las máquinas debido a la naturaleza del producto prueba-error llevan a la existencia de tiempos muertos.

La existencia de tiempos muertos en tres principales procesos de producción de esta línea incrementan el tiempo total de producción en consecuencia derivan en un retraso en los plazos de entrega, en un aumento de costos de producción y almacenamiento de productos en proceso que posiblemente a mediano y largo plazo resulten en pérdidas considerables.

#### **1.2.3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

Definimos la siguiente hipótesis estadística:

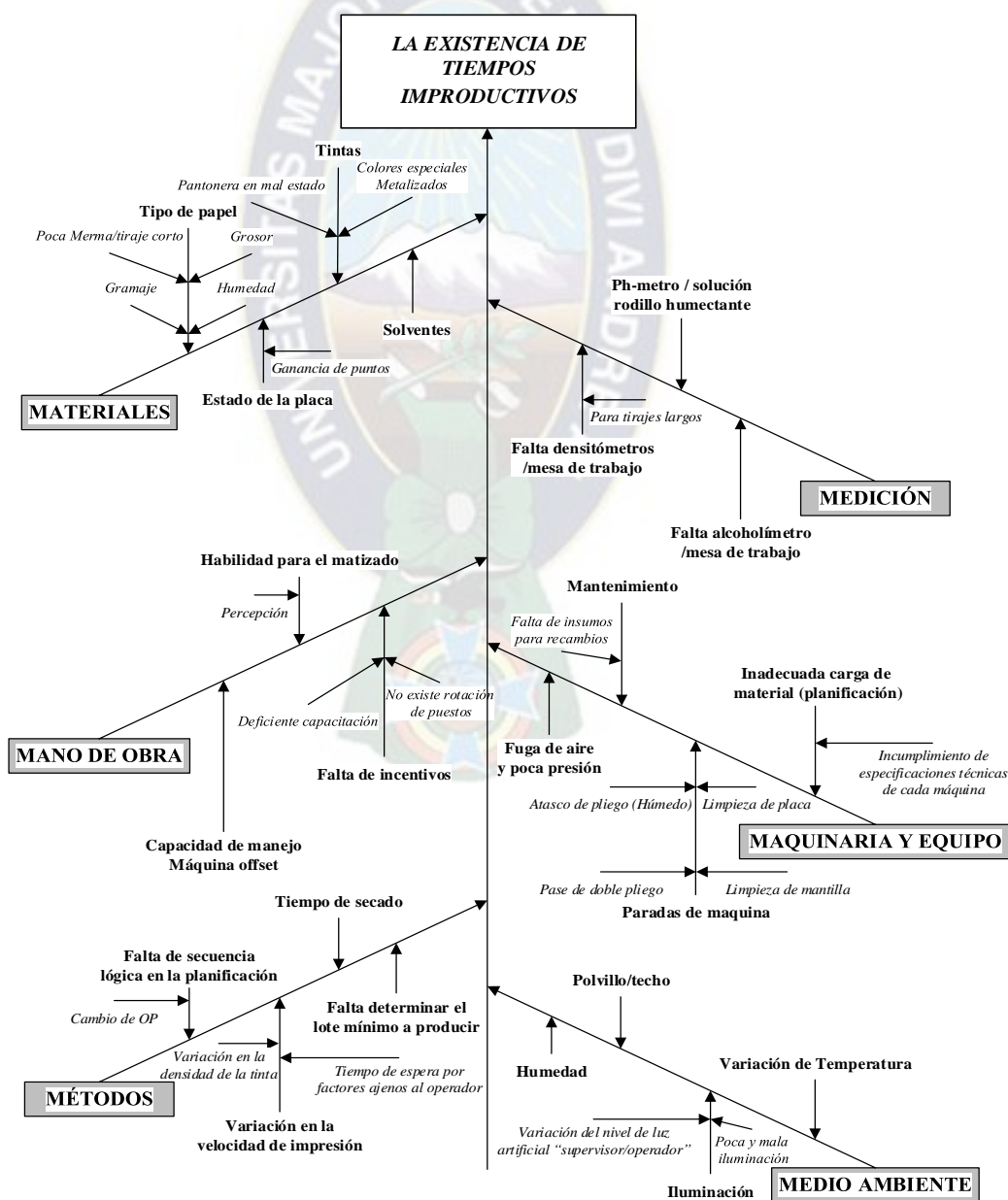
***H<sub>0</sub>***: La aplicación de la Técnica SMED no influirá en los tiempos actuales dentro el proceso de producción.

***H<sub>1</sub>***: Con la aplicación de la Técnica SMED se reducirá sustancialmente los tiempos improductivos en el proceso de producción.

### 1.2.4 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

El Diagrama de causa y efecto fue concebido por el Licenciado en Química japonés Kaoru Ishikawa en 1943, es una representación gráfica de las relaciones múltiples de causa-efecto entre las diversas variables que intervienen un proceso permite apreciar con claridad las relaciones entre un tema o problema y las posibles causas que pueden estar contribuyendo para que él ocurra.

CUADRO N° 1-1: CAUSA - EFECTO



FUENTE: Elaboración en base a el Análisis del Proceso de Producción ILBSA



Como podemos apreciar el problema radica en la existencia de tiempos extendidos para el encaminado y preparación de las máquinas también se debe considerar el tiempo de la aprobación en máquina necesario para llegar al tono de color que fue aprobado por el cliente manteniendo la tonalidad durante toda la producción y que depende directamente de las habilidades del operador, del equipo que tenga a disponibilidad no obstante también influye el medio ambiente que es otra variable que no depende del operador directamente.

Del Diagrama Causa - Efecto se determinan que las principales causas de la problemática son:

1. Falta de mantenimiento programado.
2. Mala secuencia en la programación.
3. Falta de instrumentos de medición para cada máquina.
4. Falta de incentivos al personal.
5. No existe rotación entre los puestos de trabajo.
6. Inventarios durante el proceso de producción.

Estas causas son evaluadas según tres criterios ponderados:

#### CUADRO N° 1-2: CRITERIOS DE EVALUACIÓN

N°	CRITERIOS	Peso (de 1 a 10)
1	Demoras durante el proceso	10
2	Recursos humanos	7
3	Calidad de los productos	2

FUENTE: Elaboración en base a el Análisis del Proceso de Producción ILBSA

Los parámetros de ponderación de las causas son entre (0 a 10) y la respectiva influencia que ejerce sobre cada causa.

**CUADRO N° 1-3: PONDERACIÓN DE CAUSAS**

CRITERIOS  CAUSAS	1			2			3			TOTAL
	Calificación	Peso	Total	Calificación	Peso	Total	Calificación	Peso	Total	
Falta de mantenimiento programado.	8	10	80	8	7	56	9	2	18	<b>154</b>
Mala secuencia en la programación.	10	10	100	9	7	63	10	2	20	<b>183</b>
Falta de instrumentos de medición para cada máquina.	1	10	10	1	7	7	1	2	2	<b>19</b>
Falta de incentivos al personal.	1	10	10	2	7	14	2	2	4	<b>28</b>
No existe rotación entre los puestos de trabajo.	2	10	20	1	7	7	1	2	2	<b>29</b>
Inventarios durante el proceso de producción.	8	10	80	9	7	63	9	2	18	<b>161</b>

FUENTE: Elaboración en base a el Análisis del Proceso de Producción ILBSA

Los resultados son analizados en el siguiente punto.

### 1.2.5 ANÁLISIS DE PARETO

“Es una técnica exploratoria donde los artículos de interés se identifican y miden en una escala común y se arreglan en orden ascendente, lo que crea una distribución acumulada; por lo general, el 20% de los artículos evaluados son responsables de 80% o más de la actividad total, como consecuencia, esta técnica a menudo se conoce como la regla 80-20”<sup>2</sup>.

**CUADRO N° 1-4: ANÁLISIS DE PARETO**

N°	DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS	Ponderación	RESULTADOS	
			Individual	Acumulado
1	Mala secuencia en la programación.	183	0,32	0,32
2	Inventarios durante el proceso de producción.	161	0,28	0,60
3	Falta de mantenimiento programado.	154	0,27	0,87
4	Falta de incentivos al personal.	28	0,05	0,92
5	No existe rotación entre los puestos de trabajo.	29	0,05	0,97
6	Falta de instrumentos de medición para cada máquina.	19	0,03	1,00

FUENTE: Elaboración en base a el Cuadro 1-2

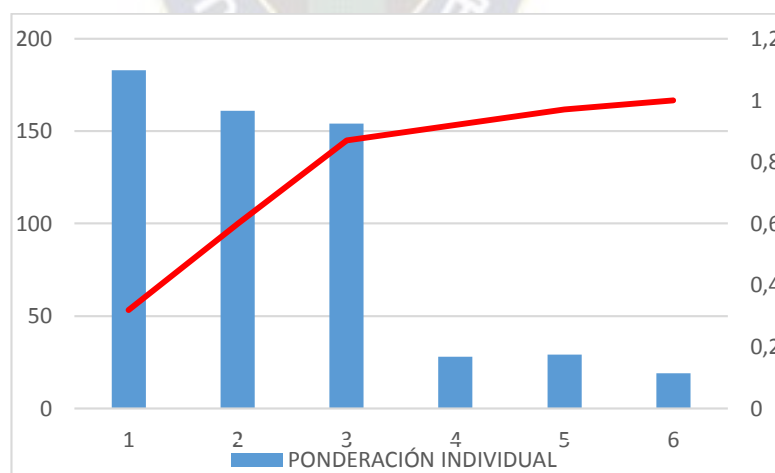
<sup>2</sup> KANAWATY, G.: Introducción al estudio del trabajo. 4ta ed. Ginebra Suiza, 1996. 18 p.

Con la representación gráfica del Diagrama de Pareto se puede identificar que el mayor inconveniente que se tiene actualmente es la mala secuencia en la programación debido a que el cambio en las ordenes de producción en las prensas demoran la producción por el proceso de encaminado, si bien es cierto que es necesario un tiempo de secado de producto de al menos 24 horas antes de continuar con la línea de producción existen varios ítems que generan inventario de productos en proceso influyendo directamente en los costos.

El determinar el lote mínimo de producción y la correspondiente asignación de ítems materiales e insumos, horas hombre, horas máquina, la programación de los plazos de entrega, etc. son factores que influyen en las demoras de producción.

En contra posición la falta de instrumentos de medición en cada máquina genera retrasos que en comparación con las dos primeras causas no son significativos es importante también resaltar el compromiso que tienen los técnicos y operadores con su trabajo dado el esfuerzo y empeño con el que lo realizan.

**CUADRO N° 1-5: DIAGRAMA DE PARETO**



FUENTE: Elaboración en base al Cuadro 1-3

### 1.2.6 ANÁLISIS FODA

“El análisis FODA es una técnica relativamente sencilla que permite analizar la situación actual de la empresa, con el fin de generar conclusiones e incorporarlas en una estrategia empresarial”.

**CUADRO N° 1-6: MATRIZ FODA**

		<b>AMBIENTE EXTERNO</b>	
		<b>OPORTUNIDADES (O)</b>	<b>AMENAZAS (A)</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>* Nueva tecnología: Ampliación del parque de maquinaria y equipo.</li> <li>* Comercialización: Preservación de la cartera de clientes.</li> <li>* Tendencia al crecimiento en la demanda del mercado (publicidad-marketing).</li> <li>* Aparición de nuevos segmentos industriales (micro y medianas empresas) que podrían requerir nuestros productos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Globalización del mercado.</li> <li>* Pérdida del personal clave.</li> <li>* Ingreso al mercado de nuevos competidores.</li> <li>* La competencia agresiva y desleal.</li> <li>* La disminución de precios (sacrificando la calidad).</li> <li>* La nueva legislación (doble aguinaldo).</li> <li>* Situación económica del país.</li> </ul>
<b>AMBIENTE INTERNO</b>	<b>FORTALEZAS (F)</b>	<b>ESTRATEGIAS (OF)</b>	<b>ESTRATEGIA (AF)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* ILBSA es una empresa reconocida en el país.</li> <li>* Base de datos: Sistema Metrics JobTrack (Actualizada)</li> <li>* Ofrecer productos de calidad certificada ISO-9001/2016.</li> <li>* Compromiso del personal de planta con su trabajo (experiencia).</li> <li>* Red de ventas y distribución en 5 ciudades del país.</li> <li>* Entrega de productos puestos en puerta.</li> <li>* Atención personalizada y profesional (productos personalizados).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Captar los nuevos segmentos de mercado, dado que se tiene la capacidad de satisfacer esa demanda (maquinaria e insumos/ personal comprometido).</li> <li>* Al ser certificada la calidad de los productos que ofrece la empresa, la logística de la empresa y con los puntos de comercialización en cinco ciudades procurar la captación de núcleos económicos emergentes.</li> <li>* El uso de la base de datos es una herramienta que facilita la comunicación y la transmisión de información de manera rápida y aun costo mínimo, por lo que es posible tomar decisiones en tiempo real.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* El sistema de gestión de calidad es prácticamente obligatorio, ya que es una herramienta invaluable y fundamental que contribuye a asegurar que los productos cumplan con la calidad requerida.</li> <li>* No se debe dejar de alimentar el sistema de información, ello derivaría en la programación incorrecta en las líneas de producción, falta de control de inventarios de materias primas y materiales en proceso.</li> <li>* Reducir el tiempo para la visita del técnico de marketing/cliente debe ser mínimo y programar las visitas lo más pronto posible para no dejar espacios abiertos a la competencia.</li> </ul>
	<b>DEBILIDADES (D)</b>	<b>ESTRATEGIA (OD)</b>	<b>ESTRATEGIA (AD)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Falta de insumos en la unidad de mantenimiento para la maquinaria y equipo.</li> <li>* Falta de capacitación y motivación de los recursos humanos.</li> <li>* Establecer la cantidad mínima a producir.</li> <li>* Devolución o reclamo de algunos productos.</li> <li>* Pérdida de exclusividad con algunas empresas.</li> <li>* Escasa o ninguna diferenciación en el material ciertos productos con la competencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Determinar el lote económico que puede ser producido y comercializado, posteriormente decidir que segmentos de mercado es posible atender.</li> <li>* Ofrecer productos de calidad, cumplir con los plazos de entrega, a precios convenientes (para la empresa y el cliente) presentar homogeneidad en sus productos evitando reclamos o posibles devoluciones posteriores para recuperar la exclusividad con algunos clientes, será posible facilitando los instrumentos necesarios a todos los operadores en producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Diseñar convenios con los proveedores que permitan la devolución de material que llega en condiciones inadecuado o que no cumple con las especificaciones mínimas establecidas.</li> <li>* Solicitar exclusividad de algún material o insumo específico que se pueda ofrecer a los clientes.</li> </ul>

FUENTE: Elaboración en base a el Análisis del Proceso de Producción ILBSA

“El análisis FODA es una técnica relativamente sencilla que permite analizar la situación actual de la empresa, con el fin de generar conclusiones e incorporarlas en una estrategia empresarial”.

“El propósito de aplicar un análisis FODA en la empresa es considerar en forma general los elementos internos y externos, positivos y negativos, con los que se cuenta y utilizar estos elementos para generar estrategias que puedan coadyuvar a alcanzar los objetivos y metas propuestas.

En general tanto en Fortalezas como en Debilidades es posible tener cierto grado de control directo sobre ellas porque son carácter interno, mientras que las Oportunidades y Amenazas son factores externos por lo que se tiene poco o ningún grado de control directo”.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Las empresas constituyen la fuente de ingreso del país por ende son el motor de la economía, generando riquezas, aportando impuestos directos e indirectos, empleo de bienes y servicios a lo largo de la cadena de producción, etc.

Por ello es importante un buen funcionamiento de las mismas, excelente organización y además por las fuertes exigencias del consumidor y la continua competencia en un mundo globalizado.

Industrias Lara Bisch S.A. actualmente cuenta con tres líneas de producción, el trabajo se realizó en la línea de Impresión Offset en el área de producción (Diagrama N° 2-2) de donde podemos resumir tres actividades principales (impresión, troquelado y pegado) de estas operaciones la que mayor tiempo emplea en el encaminado y preparación de la máquina es el *troquelado* debido a un gran número de actividades con la maquina parada, derivando ello en retrasos dentro el plan de producción por lo cual es necesario un replanteo de las mismas.

Siendo que en la empresa ha implementado de algunas técnicas de Producción más Limpia como las 5s y Kaizen se propone incluir la Técnica SMED de mejora continua.

Sin embargo no todas las ordenes de producción tienen las mismas características en el troquelado y destroquelado por lo que hace inviable establecer parámetros de medición y estandarización generales en la producción, además que los productos son únicos y que existen muchas variables a controlar y tomar en cuenta, algo similar ocurre con el pegado que depende del número de puntos a unir.

### **1.3.1 JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA**

Realizar una aplicación práctica de la Ingeniería de Métodos, aplicar conceptos básicos de Estadística y Evaluación de Proyectos con una propuesta clara que pretende disminuir el tiempo de encaminado en las diferentes operaciones que considera el trabajo de tal manera que el aporte real pueda ser percibido con acciones que deriven en una mayor eficiencia.

Para determinar cuáles son las actividades que emplean mayor cantidad de tiempo y que es posible que sean modificadas procurando:

- ▶ Incrementar la eficiencia de la producción en la planta.
- ▶ Reducir las demoras para un mejor control de calidad.
- ▶ Dinamizar el mantenimiento preventivo-correctivo de las máquinas.

### **1.3.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA – SOCIAL**

El ritmo actual económico, el área comercial y la competencia hacen que cada vez sea más difícil mantener el nivel de participación en el mercado, las empresas necesitan ser más competitivas, eficientes, la mejora continua, la calidad total, la sensibilidad en los costos son algunos aspectos que deben ser practicados a diario.

La responsabilidad social que tiene la empresa con accionistas, empleados y sociedad general es relevante ya que se cumple con los parámetros fijados por Estado (pago de regalías, pago de beneficios, AFP's, pago de impuestos, etc.).

Además al enviar los residuos del sustrato que no se pueden reutilizar a un gestor ambiental dedicado a trabajar con este tipo de desperdicio se forma parte de la cadena de reciclado y se tiene una política amigable con el medio ambiente, adicionalmente se está desarrollando el tratamiento de aguas residuales para su reutilización dentro la planta como parte de las medidas en PRO de la preservación del medio ambiente.

### **1.3.3 JUSTIFICACIÓN METODOLOGÍA**

La aplicación de herramientas de ingeniería para el control de tiempos y estudio de movimientos facilitaran el replanteo de algunos procesos, la evaluación económica establecerá la conveniencia o no del proyecto frente al planteo del escenario de con y sin proyecto, la tabulación, segmentación de datos y presentación de información fiable.

### **1.3.4 JUSTIFICACIÓN LEGAL**

La Universidad Mayor de San Andrés dentro de los reglamentos de graduación a nivel licenciatura tiene la modalidad de la presentación del Proyecto de Grado, “que es un trabajo individual de investigación, enfocado a la problemática de la información: es un estudio de factibilidad que incluye mínimamente, determinación del problema y sus alternativas de solución, estudio técnico, estudio legal, estudio social, estudio de la capacidad institucional, estudio financiero, determinación de indicadores”<sup>3</sup>. El presente trabajo cumple con todos los requisitos mencionados.

La normativa vigente en el país con referencia a la publicación de obras intelectuales se fundamenta en la ley 1322 de Derecho de Autor de 13 de abril de 1992 que regula el régimen de protección de los autores sobre sus obras de índole literaria, artística o

---

<sup>3</sup> Extractado de [www.industrial.umsa.edu.bo](http://www.industrial.umsa.edu.bo)

científica y los derechos conexos. En los siguientes artículos, Art. 5 inc. a) y Art. 8 establece que los derechos del autor pueden ser ejercidos por entidades públicas como titulares derivados de conformidad con las normas de la ley.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

- ▶ Optimizar los tiempos de encaminado y preparación actuales en la línea de producción Offset en Industrias Lara Bisch S.A. mediante la Ingeniería de Métodos y la aplicación de la técnica de mejora SMED para incrementar la eficiencia y satisfacer las necesidades de sus clientes.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ▶ Evaluar el proceso productivo, medir el nivel de desempeño actual y analizar las variables de entrada que causan la variabilidad y demora en los procesos de impresión offset.
- ▶ Determinar y diferenciar los tiempos productivos e improductivos en la línea de producción Offset que causan los cuellos de botella para proponer posibles mejoras.
- ▶ Analizar la conveniencia económica de la implementación del Sistema SMED propuesto.

## **1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES**

El proyecto es aplicable a tres de las cuatro máquinas impresoras debido a que la Prensa KBA-105 se encontraba en periodo de instalación y prueba, con referencia a las troqueladoras se puede aplicar en dos planas de mayor capacidad de producción



disponibles por sus características, se espera una reducción de al menos un 20% de los tiempos que se tienen actualmente.

La principal limitación existente es: que los trabajos son personalizados y se deben esperar el pedido del cliente, verificar los materiales e insumos a ser utilizados para posteriormente preparar las Órdenes de Producción.

El trabajo que desarrolla Industria Lara Bisch está orientada a la Producción más Limpia con todos los beneficios que proporcionan estas herramientas actualmente se ha implementado las técnicas de las 5s, el método Kaizen se trabaja continuamente y se espera que de manera complementaria se implemente la Técnica del SMED.



## 2 ANÁLISIS DE LA EMPRESA

Se considera empresa a toda unidad que ejerza una actividad económica en forma regular, independientemente de su forma jurídica, pudiendo ser de producción, comercio y servicios.

Se realiza una breve descripción que corresponde a la orientación general de la empresa, para identificar las condiciones organizacionales sobre los cuales se desempeña actualmente, el contenido de aspectos como la misión y visión, forman parte de los objetivos estratégicos sobre los cuales se establecen las políticas administrativas y de mercado, desplegados hacia los diferentes procesos productivos.

Los aspectos productivos se describen de manera general definiendo los elementos que afectan la operación de la empresa en su objetivo general y que generan valor para el cliente aquí se consideran criterios de infraestructura, localización, cadena de abastecimiento y maquinaria, para obtener un panorama general de la operación de la empresa.

El informe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), considera ciertos parámetros de acuerdo a su tamaño para la clasificación de las empresas se tienen las siguientes variables: el número de empleados efectivos y el valor del capital fijo el siguiente cuadro resume la tipificación en función al número de empleados.

### CUADRO N° 2-1: CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA EMPRESARIAL

TAMAÑO MIPYMES	CLASIFICACIÓN
Micro empresa	1-9
Pequeña empresa	10-20
Mediana empresa	21-49
Grande empresa	mayor a 50

FUENTE: Revista Informativa Mypes y Pymes. Colombia (145). Octubre, 2014

## 2.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

El grupo Industrial Lara Bisch S.A. (ILBSA) es creado en 1999 tras la disgregación de dos grupos accionarios que conformaban la reconocida empresa “LA PAPELERA S.A.” empresa que fue fundada en 1930 como una necesidad de producir cartón gris proceso que se realizaba de manera manual, posteriormente se fue ampliando a la producción de material escolar para luego incursionar en el área de exportación e importación de productos e insumos.

Actualmente ILBSA tiene tres líneas de producción la planta de Impresión Offset, la planta de extracción de películas sopladadas e Impresión Flexo Grafica y la planta de Formularios Continuos INDUFORM.

## 2.2 DATOS DE LA EMPRESA Y LOCALIZACIÓN

- ▶ Matricula de comercio:00013578<sup>1</sup>
- ▶ Razón Social:INDUSTRIAS LARA BISCH S.A. – ILBSA
- ▶ Nombre:INDUSTRIAS LARA BISCH S.A.
- ▶ CIU<sup>2</sup>:1811 – Actividades de Impresión
- ▶ Numero de NIT:01020159021
- ▶ Correo electrónico:plara@ilbsa.com

En la ciudad de La Paz la fábrica se establece en una superficie de 10.728 m<sup>2</sup>:

- ▶ **La Paz:**Av. Ismael Vásquez N° 898 (Zona Pura Pura).

*Teléfono:2458133 – 2452121 / Tele Fax:+591-2-2458411*

Con oficinas comerciales en: Cochabamba, Santa Cruz, Sucre y Tarija.

---

<sup>1</sup> FUNDEMPRESA-Industria Manufacturera/fabricación de papel y productos de papel

<sup>2</sup> CIU: Clasificación Industrial Internacional Uniforme

## 2.3 MISIÓN

- ▶ **BRINDAR** soluciones en los rubros de empaque rígido y flexible, publicaciones y otros productos impresos a la industria, el comercio, el sector de servicios y otras organizaciones.
- ▶ **ORIENTAR** nuestros esfuerzos hacia el cliente buscando exceder sus expectativas de calidad y servicios a través de una cultura de mejoramiento continuo, experiencia, el compromiso de nuestros recursos humanos, tecnología, sistemas empresariales y respeto al medio ambiente.
- ▶ **LOGRAR** un retorno adecuado sobre la inversión para los accionistas.

## 2.4 VISIÓN

“Ser una empresa eficiente, flexible y dinámica, con objetivos claros y compartidos entre todos sus integrantes para poder adaptarnos a las crecientes exigencias de nuestros clientes y ser líderes en los productos y servicios que ofrecemos”.

### 2.4.1 VALORES

Se establecen dentro los siguientes aspectos:

- ▶ **Clientes** “Conocemos la obligación que tiene nuestra empresa para otorgar servicios y productos de calidad a nuestros clientes”.
- ▶ **Personal** “Nuestro éxito depende en gran parte de nuestro personal, al cual le brindamos seguridad en sus puestos de trabajo, haciéndoles notar que los beneficios que percibe la empresa dependen del desempeño de cada uno de ellos”.
- ▶ **Calidad** “La calidad de nuestros productos y servicios es decisiva, por lo que este factor debe hacerse presente en todas las áreas de la empresa”.

- ▶ **Responsabilidad** “Somos conscientes de nuestras propias acciones y actitudes, asumiendo responsabilidad por los resultados a los que estos nos lleven”.
- ▶ **Liderazgo** “Tenemos el sentimiento de querer ir hacia adelante, por lo cual sostenemos una constante aspiración por la superación”.

### 2.4.2 POLÍTICA DE CALIDAD

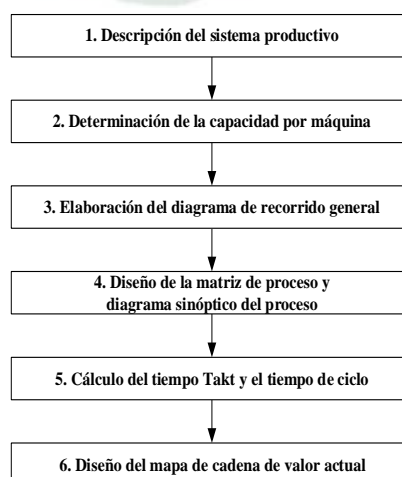
Generar entre todos, la confianza de los clientes en el proceso de elaboración de productos de comunicación gráfica, mediante: “La aplicación de los requisitos del sistema de gestión de calidad y su mejoramiento continuo produciendo siempre la mejor impresión”.

## 2.5 ANÁLISIS DE OPERACIONES

Para el desarrollo de esta etapa y a partir de lo planteado, se despliega en el Gráfico N° 2-1 de forma más detallada las actividades a realizar, siendo de especial importancia la descripción correspondiente a la identificación de los requerimientos, el diagrama sinóptico del proceso.

### GRÁFICO N° 2-1: ANÁLISIS DE OPERACIONES

PROCEDIMIENTO PARA DIAGNOSTICO Y ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES DE LA EMPRESA



## 2.6 ASPECTOS TÉCNICOS DE PRODUCCIÓN

El proceso de producción se divide en tres etapas: pre-prensa, impresión y post-producción, el presente estudio fue realizado desde la segunda etapa siendo que pre-prensa tiene conexión directa con el área comercial y que genera las mismas tareas para las tres plantas razón por la cual no es considerada en este trabajo.

### 2.6.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN

El modelo de producción opera basado en órdenes de venta lo cual lleva a que existan trabajos de diferentes características en su elaboración donde se desarrollan rutas para cada Orden de Producción a través de la planta, lo que hace que en ocasiones sea difícil el control debido a la continua variación en la planeación, reflejado en constantes cambios de cada centro de trabajo que se realizan, lo que en algún momento repercute en la necesidad de usar tiempo extra o finalmente tercerizar la producción cuando se requiere de mayor capacidad que la disponible o ante la carencia de algún insumo específico.

Sin embargo como ventaja a destacar es la alta flexibilidad por parte de los equipos para reprogramar las diferentes órdenes de trabajo y el compromiso que tienen los técnicos operadores de las máquinas con su trabajo.

En resumen las actividades de planeación y programación de producción se realizan diariamente, distribuyendo y estableciendo prioridades de los diferentes trabajos, definiendo la carga de cada máquina según el tipo de trabajo, las condiciones técnicas y los requisitos del cliente.

Las Órdenes de Producción son elaboradas desde el momento en que el cliente realiza la aprobación tanto del arte o diseño que desea imprimir, como del precio presentado en la cotización, en esta aprobación se debe especificar los requerimientos que el cliente tiene para aceptar el producto terminado en el momento del despacho. En el área de pre prensa se verifica visualmente la composición o la cantidad de colores que tiene cada arte digital.

Un diseño o un arte puede estar compuesto por cuatro colores básicos así mismo el diseño puede tener colores específicos o directos, denominados pantones tales como el dorado, el plateado o colores que no resultan de la mezcla de los anteriores.

Debiendo identificarse la cantidad de colores que componen al arte, los que pueden ser de 1 a 6 colores, ya que de existir un error de las especificaciones, esta generará mayores errores y costos en los siguientes procesos.

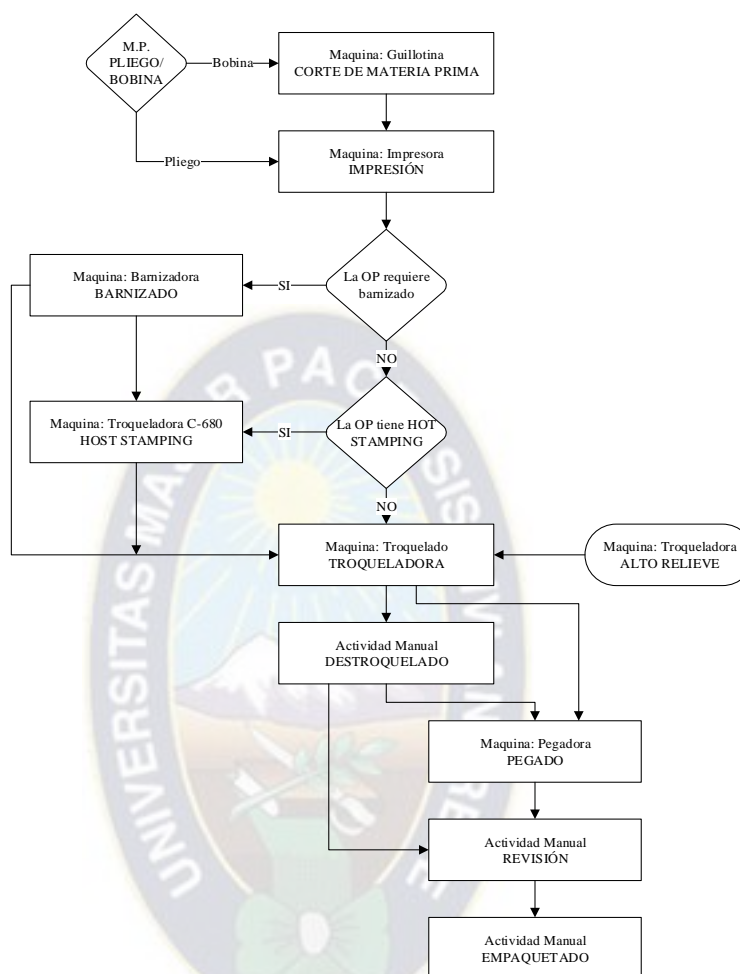
Definidos los parámetros de cada OP el siguiente paso es establecer un plan de trabajo para elaborar el sobre que contendrá toda la información necesaria para realizar el producto determinado por lo general este contiene:

- ▶ A partir de la recepción del sobre y el material el tiempo de trabajo es controlado, no considerando factores externos a estas operaciones.
- ▶ 1 glossi aprobado por el cliente, 1 muestra impresa como referencia de color, 1 Plotter montaje referencia de artes, 1 dibujo del troquel, 1 documento como reporte de la OP que contendrá toda la información del proceso productivo algunas observaciones y aclaraciones, la máquina a la está dirigida, formato del pliego, cantidad de colores y tipo de barniz, aclarando si es trabajo nuevo, trabajo de reimpresión sin/con modificación.

La impresión Offset es uno de los procedimientos más utilizado en Artes Gráficas, es un proceso de impresión plano gráfico, dado que las zonas con imagen y las zonas sin imagen se encuentran en el mismo plano superficial, que utiliza la inmiscibilidad existente entre el agua y las sustancias grasas o aceitosas como las tintas para conseguir el entintado selectivo de las áreas con imagen, puesto que la naturaleza grasa de la imagen repele el agua.

Se debe contar con los pliegos de papel o cartón en la cantidad, calibre y dimensiones especificadas en la Orden de Producción, además de con un juego de planchas de impresión de acuerdo al número de colores, número de orden, cliente y producto especificado.

**GRÁFICO N° 2-2: PROCESO DE PRODUCCIÓN (IMPRESIÓN OFFSET)**



FUENTE: Elaboración en base a el Análisis del Proceso de Producción ILBSA

También tener las tintas de impresión de acuerdo al número de orden, cliente y producto especificado en la Orden de Producción, dotar de productos para la limpieza de la prensa y herramientas necesarias para los ajustes mecánicos.

### 2.6.1.1 PRE - IMPRESIÓN

De manera referencial hacemos una breve descripción de este proceso, la Pre Impresión inicia mediante una fase de diseño de la imagen a imprimir para posteriormente pasar a la denominada fase de fotomecánica donde se genera un negativo para la plancha de impresión.

Para la realización de este negativo, se utiliza una película fotosensible que tras una exposición a luz ultravioleta, debe pasar por distintos baños donde se produce el



revelado, la fijación, el lavado y el secado para obtener una película con imagen (fotolito) que posteriormente se traslada a la plancha de impresión.

El traslado de la imagen desde el fotolito a la plancha implica la modificación de sus características superficiales de modo que en la etapa de la impresión, la tinta se transfiera a las zonas con imagen y sea repelida en las zonas sin imagen.

Dicho proceso de modificación superficial de la plancha de impresión se consigue, por el revelado tradicional, mediante la combinación de luz ultravioleta y varios reactivos para el revelado, lavado, corrección y engomado.

### **2.6.1.2 IMPRESIÓN**

La etapa de impresión consiste en transmitir la imagen desde la plancha al sustrato (papel, cartón, etc.) en las prensas de impresión planas o de bobinas.

Para ello el aporte de la solución de remojo y la tinta a la plancha con imagen, junto con el principio de inmiscibilidad grasa-agua, hace que la tinta se retenga en las partes lipofílicas de la plancha y sea repelida en las partes hidrofílicas repulsión fortalecida por la acción de la solución de remojo.

Cuando la plancha ha recogido la tinta, la transmite al rodillo porta caucho o mantilla, el cual imprime la imagen sobre el papel o el soporte que circula por encima del cilindro de impresión.

La etapa de impresión finaliza con una etapa de secado y fijación de las tintas sobre un sustrato que depende del tipo de tinta utilizada.

Así podemos encontrar: tintas de secado por calor (tintas convencionales Heat-Set), tintas de secado sin calor (tintas convencionales Cold-Set) o tintas de secado por radiación (tintas Ultravioletas tintas UV y tintas de curado por radiación de electrones tintas EB). Otros de los elementos a controlar dentro el proceso de impresión son: registro de impresión, tonalidad y secado de la tinta en los cuales se puede utilizar secantes o dejarlos en el medio ambiente, los que se van controlando a nivel visual.

### 2.6.1.3 POST – IMPRESIÓN

Finalizada la impresión es necesaria una etapa de acabado del producto impreso (corte, plegado, fresado, cosido, encuadernado, embalaje, etc.) para conseguir las condiciones de formato y acabado solicitadas por el cliente.

Dentro la post-impresión también incluye la limpieza con disolventes de rodillos entintadores, tinteros, planchas de impresión, cilindros de impresión, cubetas, etc., que han sido impregnadas por el uso de tintas, barnices y otros.

- ▶ **Alto relieve:** Las ordenes de producción que requieren alto relieve en una determinada zona para resaltar la marca y/o el producto, son aquellas cuya forma tiene un nivel superior en relación al conjunto, se realiza por medio de un fotograbado con la imagen hundida hacia adentro y un contra grabado con la imagen hacia arriba, este proceso se realiza en la troqueladora.
- ▶ **Barnizado:** En el proceso de impresión se entiende la aplicación de un producto más o menos viscoso (barniz), que seca permaneciendo transparente, con el fin de mejorar las características de un impreso (brillo, resistencia al frote, etc.). El barnizado puede ser aplicado, ya sea con una máquina offset (barnices oleo resinosos, barnices U.V. y al agua o acrílicos) o en máquinas barnizadoras (barnices en base a disolvente y U.V.).
- ▶ **Des troquelado:** Puede ser un proceso manual cuando se trata de elementos de menor dimensión y que van directamente al proceso de pegado, sin embargo también se realizan en la troqueladora cuando se trata de material de mayor dimensión para pasar a empaquetado o a la pegadora.
- ▶ **Corte:** Es considerada una operación intermedia que tiene por objeto preparar el material para posteriores operaciones.
- ▶ **Empaquetado:** o Packaging es la ciencia, el arte y la tecnología de inclusión o protección de productos para la distribución, el almacenaje, la venta y el empleo final por parte del cliente, en la empresa se utiliza el enzunchado, empaquetado en papel kraft o embalado en cajas de cartón corrugado.

- ▶ **Encuadernado:** Consiste en la unión ordenada de una obra. Se forma un volumen compacto o agrupan las diferentes hojas y se protegen con una tapa. Los diferentes tipos de encuadernación se distinguen en la manera de agrupar, coser o encolar las hojas que formaran el libro/catalogo.
- ▶ **Hot Stamping:** Es una técnica de impresión por calor. Se realiza a partir de un cuño que presiona una delgada película que transfiere por calor (entre 100°C y 300°C) el motivo sobre diversos materiales. Existen diferentes acabados: oro, plata, holográfico, colores metálicos, fluorescentes, etc.
- ▶ **Pegado:** Es el proceso de unir el sustrato con pegamento en uno, dos o tres puntos una pieza que está ya preparada cortada o troquelada para darle su forma final al producto.
- ▶ **Plastificado:** Se aplica una película (poli cloruro de vinilo) totalmente transparente y muy fina, que se utiliza para proteger y realzar la calidad de un impreso.
- ▶ **Plegado:** Es un proceso por el cual se dobla en forma secuencial un pliego impreso utilizando medios mecánicos hasta obtener un formato apto para un fin solicitado. Las características del papel y su selección son de suma importancia es esta operación ya que inciden directamente en la formación del doblez del plegado.
- ▶ **Revisión:** Es la penúltima etapa del proceso y se realiza luego del pegado previo al empaquetado paralelamente al control de calidad que selecciona un número determinado de piezas que van al laboratorio a revisión sin embargo las piezas se realiza la revisión de manera manual donde se seleccionan los productos que no están dentro los márgenes de tolerancia establecidos.
- ▶ **Troquelado:** Troquelar es el proceso de cortar un impreso mediante un troquel y presión, el troquel es un molde con la forma del corte que se quiere aplicar. Los cortes en guillotina son lineales, por lo que si se quiere dar un corte con formas irregulares o curvas es necesario un proceso extra denominado troquelado.

## **2.6.2 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA IMPRESIÓN OFFSET**

Entre las principales ventajas de la impresión offset podemos citar:

- ▶ Se pueden imprimir grandes tiradas de coste económico.
- ▶ Para grandes tiradas es más rápido que el digital.
- ▶ Proporciona una excelente calidad fotográfica.
- ▶ Se puede usar todo tipo de papeles: estucados, verjurados, con texturas...
- ▶ Soporta el uso de tintas especiales, pantone, oro, plata, barnices.
- ▶ Tamaños de papel más grandes que en la impresión digital.

Algunos de los inconvenientes de la impresión offset son:

- ▶ La puesta en máquina es complicada y costosa.
- ▶ Las tintas pueden provocar repintes si no se dejan secar lo suficiente.
- ▶ No se puede manipular el trabajo hasta pasadas 24 horas.
- ▶ Pueden haber inestabilidades de color durante la tirada.
- ▶ Todos los ejemplares impresos tienen que ser iguales. No se pueden personalizar (enumerar de manera secuencial).

### **2.6.2.1 PRINCIPALES PROBLEMAS QUE SE TIENEN POR IMPRESIÓN**

- ▶ Color fuera del estándar aprobado
- ▶ Mancha de tinta
- ▶ Mancha de agua
- ▶ Falta de uno o más colores
- ▶ Arruga en la impresión
- ▶ Doble impresión
- ▶ Des registro entre colores
- ▶ Diseño o texto diferente
- ▶ Ausencia de barniz
- ▶ Áreas reservadas invadidas de barniz
- ▶ Curado defectuoso del barniz UV
- ▶ Baja resistencia al roce

## 2.7 MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

Cada materia prima o insumo se conserva de manera que mantenga intacta sus propiedades y se segregan las mismas cuando se detectan variaciones en esas propiedades.

Siendo el papel uno de las principales y que además existen de diferentes calidades (gramaje, color, grosor, grado de satinado, grado de porosidad, etc.).

### 2.7.1 DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS

El papel offset, es un tipo de papel natural cuya principal característica es su porosidad lo que hace que absorba mucha cantidad de tinta, la clasificación internacional al cual se rige la empresa, van desde 60 gramos hasta 350 gramos, para la impresión de etiquetas, catálogos y revistas se piden 250 gramos, mientras que para la impresión de folletos se requieren de 115 o 135 gramos o los envases/estuches de 300 gramos o más.

**CUADRO N° 2-2: CLASIFICACIÓN DEL PAPEL**

DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS	GRAMAJE (g/m <sup>2</sup> )
Papel	Hoja flexible	200 o menor
Cartulina	Hoja semirrígida	200 a 315
Cartón	Hoja rígida	315 a 500

FUENTE: MANUAL Editores Gráficos. Colombia (N° 255). Octubre 2009

Tintas grasas convencionales para acelerar el secado, estas tintas se emplean secadores de infrarrojos. Las tintas de impresión son; una fina dispersión de pigmentos o derivados de colorantes en un medio líquido de viscosidad variable llamado vehículo o ligante (barniz).

Su estructura y composición están condicionadas a los elementos siguientes: sistema de impresión (forma de impresión) tipo de máquina de impresión (requisitos estáticos) resistencias solicitadas de cualquier tipo en cualquier posición del impreso en función del uso al cual destinado: mecánica, física, química.

## 2.8 MAQUINARÍA Y EQUIPO

Una máquina es un conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o realizar un trabajo con un fin determinado.

Los elementos que componen una máquina son: motor, mecanismo, bastidor y elementos de seguridad y se clasifican según su motor o fuente de energía, según su mecanismo o movimiento principal y/o según su tipo de bastidor.

Se denomina maquinaria al conjunto de máquinas que se aplican para un mismo fin y al mecanismo que da movimiento a un dispositivo.

Un equipo es una colección de utensilios, instrumentos y aparatos especiales para un fin determinado.

En Industrias Lara Bisch S.A. en la línea de producción Offset cuenta con maquinaria semiautomática y manual que permite la flexibilidad de los procesos en el área de impresión, se incrementó una prensa con mejores condiciones para su manejo y operatividad que está en periodo de prueba y capacitación con la cual se espera en adelante coadyuve a cumplir con el cronograma de actividades.

Se recolectaron los datos de las tres prensas Ryobi, S-72 y la KBA-104, la KBA-105 se encontraba en etapa de instalación, capacitación y periodo de prueba.

Las principales troqueladoras analizadas son utilizadas para volúmenes de producción grandes dado que su puesta en marcha es costosa por el tiempo que implica, alternativamente se utilizan las troqueladoras más pequeñas para tirajes más cortos y acabados especiales como el hot stamping.

**CUADRO N° 2-3: MAQUINARÍA Y EQUIPO**

MÁQUINA	FORMATO (cm)		CARACTERÍSTICAS
	Máximo	Mínimo	
<b>GUILLOTINAS</b>			
Guillotina Polar Mohr 137 EMC 270	120 x 120	8 x 8	Para corte de materia prima
Guillotina 137	110 x 110	8 x 8	Para corte de materia prima
Guillotina Wohlenberg MCS 137 241	120 x 120	5 x 5	Para corte de productos en proceso
Guillotina Wohlenberg 115	100 x 100	5 x 5	Para corte de productos en proceso
<b>IMPRESORAS</b>			
Impresora KBA - 105	74 x 105	36 x 52	6 colores en línea
Impresora KBA - 104	72 x 104	36 x 52	6 colores en línea
Impresora RYOBI 756	78,8 x 60	27,9 x 20	6 colores en línea, tintas/barniz especiales
Impresora Heidelberg 72F -L	52 x 72	30 x 40	5 colores en línea
Impresora Heidelberg 102 - Z	72 x 102	36 x 52	5 colores en línea
Impresora Roland RZU	78 x 110	48 x 64	4 colores en línea, para colores plenos
Impresora Heidelberg MOZ	48 x 65	22,5 x 28	2 colores en línea
Impresora Heidelberg GTO 52	36 x 52	10,5 x 18	2 colores en línea
<b>BARNIZADORA</b>			
Barnizadora UV Heidelberg SORZ	70 x 102	30 x 40	Para barniz UV, antifricción, mate.
Barnizadora Seri gráfica	52 x 72	-	
Barnizadora Laca	81 x 88	-	
<b>PEGADORAS</b>			
Pegadora Vega	102 x 60	5,4 x 5,5	Pegado en 3 puntos
Pegadora Jagenberg	25 x 43	7 x 11	Pegado en 2 puntos
Pegadora Grassi	52 x 78	28 x 11	Pegado en 3 puntos
<b>TROQUELADORAS</b>			
Troqueladora Young Shing	106 x 76	45 x 34	Troquelado
Troqueladora BOBST SP 102 E	72 x 102	35 x 40	Troquelado
Tipográfica Heidelberg Minerva 254	24,5 x 33	8 x 10	Troquelado y Hot Stamping
Tipográfica Heidelberg Minerva 255	24,5 x 33	8 x 10	Troquelado
Tipográfica Heidelberg Minerva 256	24,5 x 33	8 x 10	Troquelado
Impresora Heidelberg GT 34x48 257	31 x 43	8 x 10	Troquelado y alto relieve
Cilíndrica Tipográfica Heidelberg SBG 252	56 x 77	10 x 20	Troquelado en papel de bajo gramaje
Cilíndrica Tipográfica Heidelberg SBG 253	56 x 77	10 x 20	Troquelado en cartulina de alto gramaje
Cilíndrica Tipográfica Heidelberg SBG 680	64 x 89	25 x 35	Troquelado
Cilíndrica Tipográfica Heidelberg SBG 255	-	-	Troquelado
<b>OTRAS</b>			
Plastificadora Plast-Maq RTP 105	56 x 65	22 x 32	Operación semi-manual
Dobladora MBO T-49-P/749-2-49/4	53 x 77	7 x 10	Solo para papel de bajo gramaje
Compaginadora de 10 E. TB Sprint B310	35 x 50	6,5 x 10	Tiene diez cuerpos
Cosedora de cuadernos Hohner 642	-	-	Operación mecánica manual

FUENTE: Elaboración en base a Información del Departamento de Producción ILBSA

Para el trabajo analizamos las troqueladoras Young Shing y BOBST SP 102-E sus especificaciones técnicas están en el Cuadro N° 2-3 como se puede apreciar en el Diagrama de Recorrido (Gráfico N° 3-2) las máquinas se encuentran en el mismo ambiente de tal manera que facilite el movimiento de los productos en proceso siendo las que mayor carga tienen.

Con referencia a las pegadoras las analizadas una es semiautomática, con una pantalla de programación y dosificación de pegamento que además posee mejores condiciones de operatividad al posibilitar unir estuches con formas irregulares y la otra es de menor tecnología.

## 2.9 PRODUCTO TERMINADO

Se producen en su mayoría cajas plegadizas para armado manual, cajas para empaque mecánico con máquinas empacadoras de alta velocidad y etiquetas de precisión para etiquetado automático de alta velocidad, con acabados que van desde la aplicación de barnices acuosos, brillantes y mate, hasta barnices ultra violeta de alto brillo, así como estampados al calor con foil metálico y otros en menor cuantía que podemos dividir en tres grupos.

- **Productos Editoriales:** Revistas, libros, álbumes, libros de estampas, cuadernos, obras editoriales, publicaciones empresariales.
- **Productos Publicitarios:** Stickers o autoadhesivos, catálogos, postales, calendarios, plegables, guía turísticas, material POP (habladores, móviles, etc.)
- **Productos Comerciales:** Artículos escolares, manuales, material de empaque, etiquetas, cajas, papelería corporativa.



## 2.10 PÉRDIDAS DURANTE EL PROCESO (MACULATURA Y MERMAS)

Corresponde al total de materia prima (papel, cartulina) que se consume durante toda la producción y que no puede suprimirse totalmente, por lo que se calcula la proporción para cada orden de producción considerando cada proceso que recorrerá el material hasta llegar a un producto terminado.

Con la aplicación de la expresión (1) se describen los criterios a analizar.

$$\%P = [(C_m)/(C_r)]*100 \quad \%P^3 = [(23)/(305)]*100 \quad \%P = 7.5\% \quad (1)$$

$\%P$  = Proporción de macula planeada

$C_m$  = Cantidad de macula programada

$C_r$  = Cantidad de papel real consumido

Como en todo proceso industrial las mermas son inevitables y dependen del número de procesos que tiene la OP como: tiraje, número de colores (metalizados, pantone), acabado (barnizado sectorizado, pleno), troquelado / des troquelado (corte), pegado (número de puntos) y enzunchado o embalado (cajas) todos los procesos son subsecuentes e independientes.

A continuación detallamos la orden de producción OFF07839 que es para un laboratorio farmacéutico, la disponibilidad del sustrato está en bobina las mermas están presentadas a la derecha con un signo negativo también explicamos que la impresión tiene 4 colores uno de ellos es pantone que es la que mayor maculatura produce por el recorrido que tiene la máquina de 18 a 20 pliegos.

Por lo que una prueba de color requiere al menos de 30 pliegos siendo que se hacen 4 o 5 pruebas hasta lograr el color aprobado por el cliente y el supervisor, requiere barnizado UV sectorizado por lo que debe calzar (coincidir) con los espacios marcados lo que produjo esa cantidad de desperdicio, el recorrido es más corto la

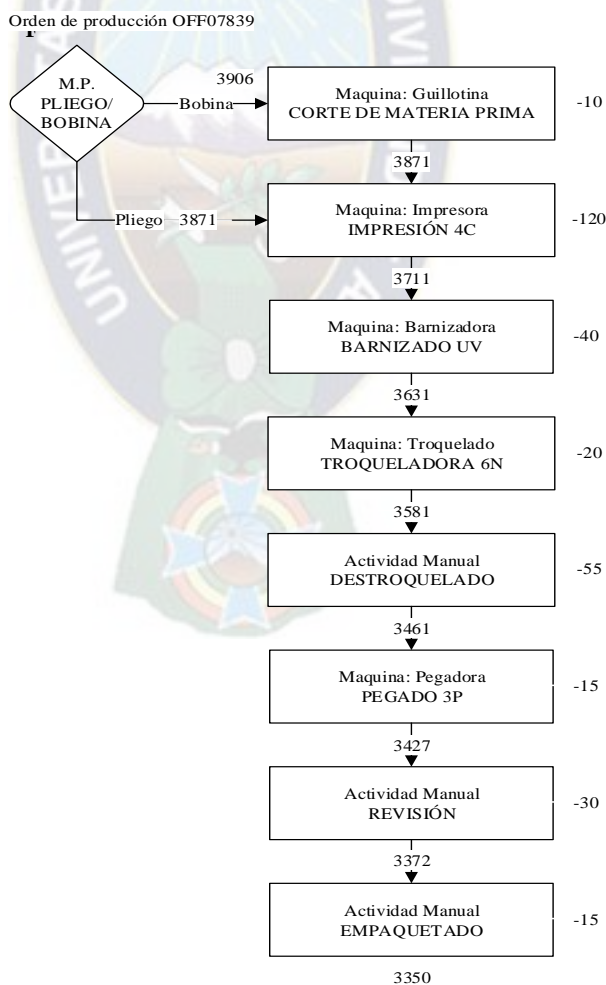
---

<sup>3</sup> Los datos empleados en este cálculo son de la OP OFF07839

cantidad material que ingresa a la troqueladora son menores las mermas sin embargo requiere pruebas con la presión y los refiles para no dañar el material.

La proporción de merma y maculatura planeada por concepto de materia prima (sustrato), se establece al inicio del proceso y es un desperdicio inevitable, pero con tendencia a la reducción de manera progresiva: bajo el anterior contexto la merma y maculatura, corresponde a la cantidad de sustrato que se consume durante la producción y que es utilizada en los alimentos o ajustes de las diferentes operaciones, especialmente para los procesos de prensa, corte/refile, y post prensa.

### GRÁFICO N° 2-3: MACULATURA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN



FUENTE: Elaborado en base a Información del Depto. Producción ILBSA

La medición para este indicador se aplica a partir de la expresión (1) con respecto a la base de datos de la empresa para las ordenes de productos del área de Offset podemos concluir que el porcentaje de maculatura planeada promedio se encuentra alrededor del 7.5% del total del material para esta OP sin embargo se debemos estimar una merma de al menos un 10% por lo que en algún momento puede variar la cantidad requerida por los ajustes referenciados; la particularidad que define los criterios sobre los cuales se estima la proporción de la merma está sujeta al Gráfico N° 2-3:

La cantidad de ejemplares a imprimir, el número de montajes y planchas a cambiar en máquina, la condición del material, la cantidad de colores a imprimir (regularmente de 2 a 6 colores) así mismo el estimado del consumo y su respectivo costo se incluye en la planeación original del trabajo, por lo cual su consideración debería ser parte desde el cálculo del presupuesto a presentar al cliente.

En este punto no es considerada la cantidad de tinta o barniz mínima que requiere las máquinas para comenzar su operatividad, que en algunos casos no se puede recuperar y lo correcto es tratarla como mermas que deberían estar contempladas a la hora de presentar la hoja de costos a comercialización sin embargo ese punto no es objeto del presente estudio y no será considerado.

## **2.11 CAPACIDAD INSTALADA**

Los cálculos de capacidad deben realizarse cuando el proceso está en estado de control, cuando se han eliminado las causas de variación, las evaluaciones acerca de la capacidad de máquinas y procesos tienen un objetivo, determinar la probabilidad de que los productos que se obtienen de una máquina superior o de un proceso anterior sean aceptables.

La capacidad instalada, se refiere a la capacidad máxima de producción sostenida de una instalación y la capacidad nominal es la capacidad de la máquina o equipo declarada en la especificación técnica, se denomina también velocidad máxima u óptima equivalente a rendimiento ideal su unidad de medida es unidades/hora.

**GRÁFICO N° 2-4: CAPACIDAD NOMINAL Y CAPACIDAD UTILIZADA**

MÁQUINA	CAPACIDAD		UNIDAD	Porcentaje %
	Nominal	Utilizada		
<b>GUILLOTINAS</b>				
Guillotina Polar Mohr 137 EMC 270	10000	-	Hojas/hora	-
Guillotina 137	10000	-	Hojas/hora	-
Guillotina Wohlenberg MCS 137 241	10000	-	Piezas/hora	-
Guillotina Wohlenberg 115	20000	-	Piezas/hora	-
<b>IMPRESORAS</b>				
Impresora KBA - 105	16000 <sup>4</sup>	-	Pliegos/hora	-
Impresora KBA - 104	9500	6000	Pliegos/hora	66.67 %
Impresora RYOBI 756	9500	10000	Pliegos/hora	-
Impresora Heidelberg 72F -L	9500	8000	Pliegos/hora	84.21 %
Impresora Heidelberg 102 - Z	8500	4000	Pliegos/hora	47.06 %
Impresora Roland RZU	8000	-	Pliegos/hora	-
Impresora Heidelberg MOZ	8000	4000	Pliegos/hora	50.00 %
Impresora Heidelberg GTO 52	8000	1000	Pliegos/hora	12.50 %
<b>BARNIZADORA</b>				
Barnizadora UV Heidelberg SORZ	7000	5000*	Pliegos/hora	71.43 %
Barnizadora Seri gráfica	-	400*	Pliegos/hora	-
Barnizadora Laca	-	1200*	Pliegos/hora	-
<b>PEGADORAS</b>				
Pegadora Vega	-	20000*	-	-
Pegadora Jagenberg 260	22500	10000*	Piezas/hora	44.45 %
Pegadora Grassi 110 2	20000	7000*	Piezas/hora	35.00 %
<b>TROQUELADORAS</b>				
Troqueladora Young Shing	-	7500*	Pliegos/hora	-
Troqueladora BOBST SP 102 E	4500	5000*	Pliegos/hora	-
Tipográfica Heidelberg Minerva 254	3950	2500*	Pliegos/hora	63.30 %
Tipográfica Heidelberg Minerva 255	3950	2500*	Pliegos/hora	63.30 %
Tipográfica Heidelberg Minerva 256	3950	2500*	Pliegos/hora	63.30 %
Impresora Heildelberg GT 34x48 257	3950	2200*	Pliegos/hora	55.70 %
Cilíndrica Tipográfica Heidelberg SBG 252	4250	2500*	Pliegos/hora	58.83 %
Cilíndrica Tipográfica Heidelberg SBG 253	4250	2500*	Pliegos/hora	58.83 %
Cilíndrica Tipográfica Heidelberg SBG 680	4250	1240*	Pliegos/hora	29.20 %
Cilíndrica Tipográfica Heidelberg SBG 255	-	2660*	Pliegos/hora	-
<b>OTRAS</b>				
Plastificadora Plast-Maq RTP 105	900	-	Pliegos/hora	-
Dobladora MBO T-49-P/749-2-49/4	10000	6000*	Pliegos/hora	60.00 %
Compaginadora de 10 E. TB Sprint B310	2500	1200*	Pliegos/hora	48.00 %
Cosedora de cuadernos Hohner 642	800	-	Pliegos/hora	-

FUENTE: Elaborado en base a Información del departamento de Producción ILBSA

\*\* Datos proporcionados por el Departamento de Producción ILBSA

<sup>4</sup> Manual KBA-105 Rápida, Koenig & Bauer Group – Sheetfed Solutions. Alemania, 01(2016)

Una revisión cuidadosa de un gran número de trabajos revela posibilidades para utilizar una porción mayor de la capacidad de la máquina, lo que sucede con las pegadoras que tienen una mayor utilidad debido al aporte de los operadores.

En la impresora Ryobi la capacidad utilizada es mayor a la capacidad nominal debido a la habilidad y eficiencia de los operadores durante su funcionamiento y en algunas otras no se tiene el dato preciso de la capacidad nominal por el tras papeleo de las especificaciones técnicas.

En el caso de la plastificadora y pegadora no existe un parámetro de comparación con referencia a la capacidad utilizada siendo que los productos que requieren de estos procesos ya no son fabricados con la frecuencia necesaria para establecer y completar la base de datos existente.

En el Cuadro N° 2.4 (Capacidad nominal y Capacidad Utilizada) se detalla el resumen con la maquinaria y equipo existente en la empresa.

Con la aclaración que la prensa KBA-106 se encuentra en proceso de instalación y aun no se cuenta con datos de funcionamiento.

## **2.12 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS**

### **2.12.1 AGUA**

La Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento S. A. (EPSAS) es quien provee del servicio de agua potable que es utilizada en el servicio sanitario, comedor y para alimentar a los calderos que generan vapor de agua en la planta.

### **2.12.2 ENERGÍA ELÉCTRICA**

La Distribuidora de Electricidad de La Paz S. A. (DELAPAZ) realizo la instalación eléctrica es 380 voltios para el funcionamiento de maquinaria y equipo en planta y 220 voltios para el área administrativa.

### 2.12.3 ÍNDICES DE CONSUMO DE AGUA ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS

Son presentados en los siguientes cuadros:

#### CUADRO N° 2-4: ÍNDICES CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA

Imprentas Editoriales e Industrias Conexas	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	238,4	252,4	284,6	305,9	337,4	362,1	372,3	405,8	433,8	468,3	504,1	528,3	558,6

FUENTE: INE Anuario Estadístico 2015

#### CUADRO N° 2-5: ÍNDICES CONSUMO AGUA

Imprentas Editoriales e Industrias Conexas	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	76,94	70,59	72,05	70,14	75,20	70,86	74,90	67,04	72,73	73,70	72,93	77,25	78,39

FUENTE: INE Anuario Estadístico 2015

### 2.12.4 SANITARIOS

Los baños están equipados con lavabos, tasas, las instalaciones sanitarias proceden del servicio de alcantarillado municipal de la ciudad de La Paz, se tiene todo un sistema de desagües pluviales, sistema de alcantarillados para cada sector se emplea en el área de producción como para el área domestica (oficinas, comedor, sanitarias).

### 2.12.5 GAS

Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB) es quien provee a la empresa del servicio de gas natural que se utiliza principalmente en las instalaciones del comedor, también se cuenta con el servicio de abastecimiento de combustible para los calderos de las distintas plantas de producción.

### 2.12.6 AIRE

La empresa cuenta con el sistema de aire acondicionado que es necesario en todas las líneas de producción debido a que se debe mantener el nivel de temperatura (29°C aprox.) y humedad en el ambiente para conservar los materiales en condiciones de uso óptimas. Los baños están equipados con lavabos, tasas, las instalaciones

sanitarias proceden del servicio de alcantarillado municipal de la ciudad de La Paz, un sistema de desagües pluviales y alcantarillado para cada sector.

### 2.12.7 RUIDO

El nivel de ruido en las áreas de trabajo se detalla a continuación:

**CUADRO N° 2-6: NIVELES DE RUIDO POR ÁREAS**

ÁREA	N° DE DECIBELES	HORAS DE EXPOSICIÓN
Administrativo	55,2	8
Almacén	71,5	10
Prensas planas	77,4	12
Prensas rotativas	92,6	12
Manufactura manual	72,4	8
Manufactura mecánica	81,2	12
Despacho	63,1	10

FUENTE: Elaborado en base a el Departamento de Mantenimiento y Seguridad ILBSA

Las áreas que no se encuentran en el Cuadro N° 2-6 son áreas que aun no se tiene registro del nivel de ruido existente.

### 2.13 AMBIENTES DE LA EMPRESA

Industria Lara Bisch S.A. está tiene una superficie total de 10.728 m<sup>2</sup>, que se distribuye principalmente en espacios para el Área Administrativa y tres plantas de Producción: Induform (formularios continuos), Impresión Offset e Impresión Flexo gráfica.

En Impresión Offset cuenta con espacios definidos para:

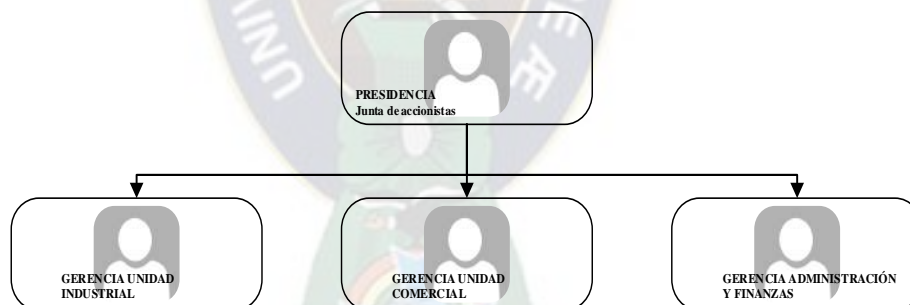
- Oficina Jefatura de Planta y asistentes
- Oficina de supervisor de Planta (acabados)
- Área de Insumos y Laboratorio de tintas.
- Área de pre prensa.

- Almacén de Materia Prima.
- Área de impresión.
- Área de troquelado.
- Área de des troquelado manual y acabado
- Área de pegado y embalado.
- Baños y espacio para casilleros.

## 2.14 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

En la primera línea se tiene un Presidente que representa a la junta de accionistas y por disposiciones de presidencia se designaron tres gerencias que tienen a su cargo la empresa.

**GRÁFICO N° 2-5: ORGANIGRAMA ÁREA GERENCIAL**



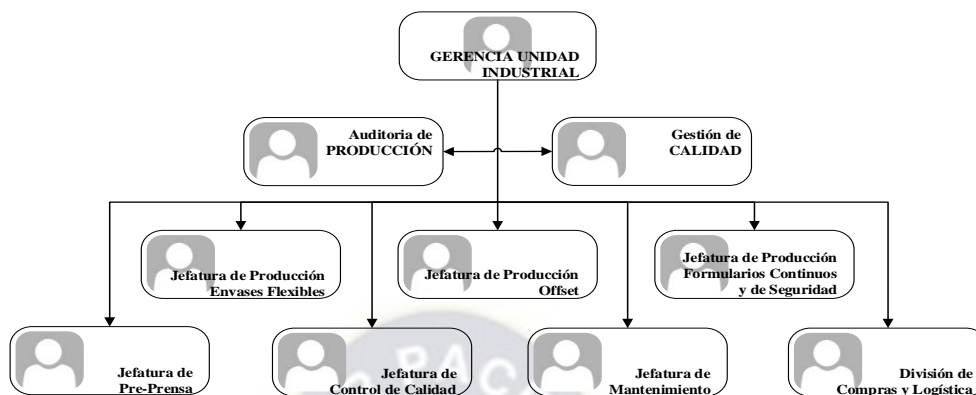
FUENTE: Elaborado en base a información del Departamento de Recursos Humanos ILBSA

### 2.14.1 ESTRUCTURA ORGÁNICA

El siguiente esquema representa la Unidad Industrial y las tres líneas de producción que tienen a su cargo personal independiente, la única sección que trabaja con todas las líneas es Pre Prensa que es responsable del material de prueba utilizado en la aprobación de los clientes y de proveer el material necesario para la impresión en toda la cadena de producción.

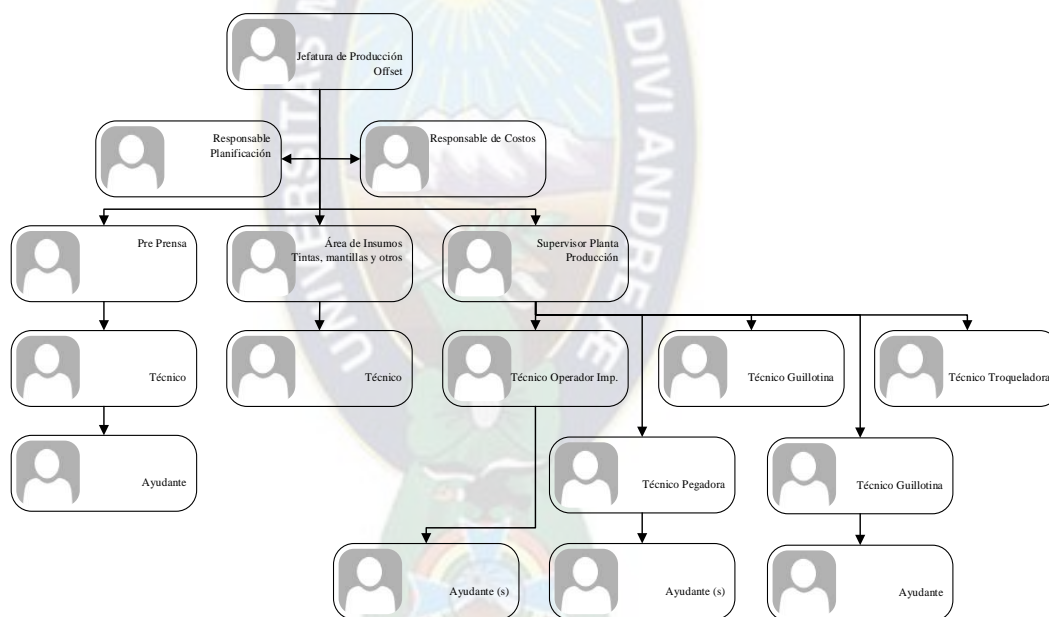


**GRÁFICO N° 2-6: ORGANIGRAMA ÁREA INDUSTRIAL**



FUENTE: Elaborado en base a información del Departamento de Recursos Humanos ILBSA

**GRÁFICO N° 2-7: ORGANIGRAMA LÍNEA OFFSET**

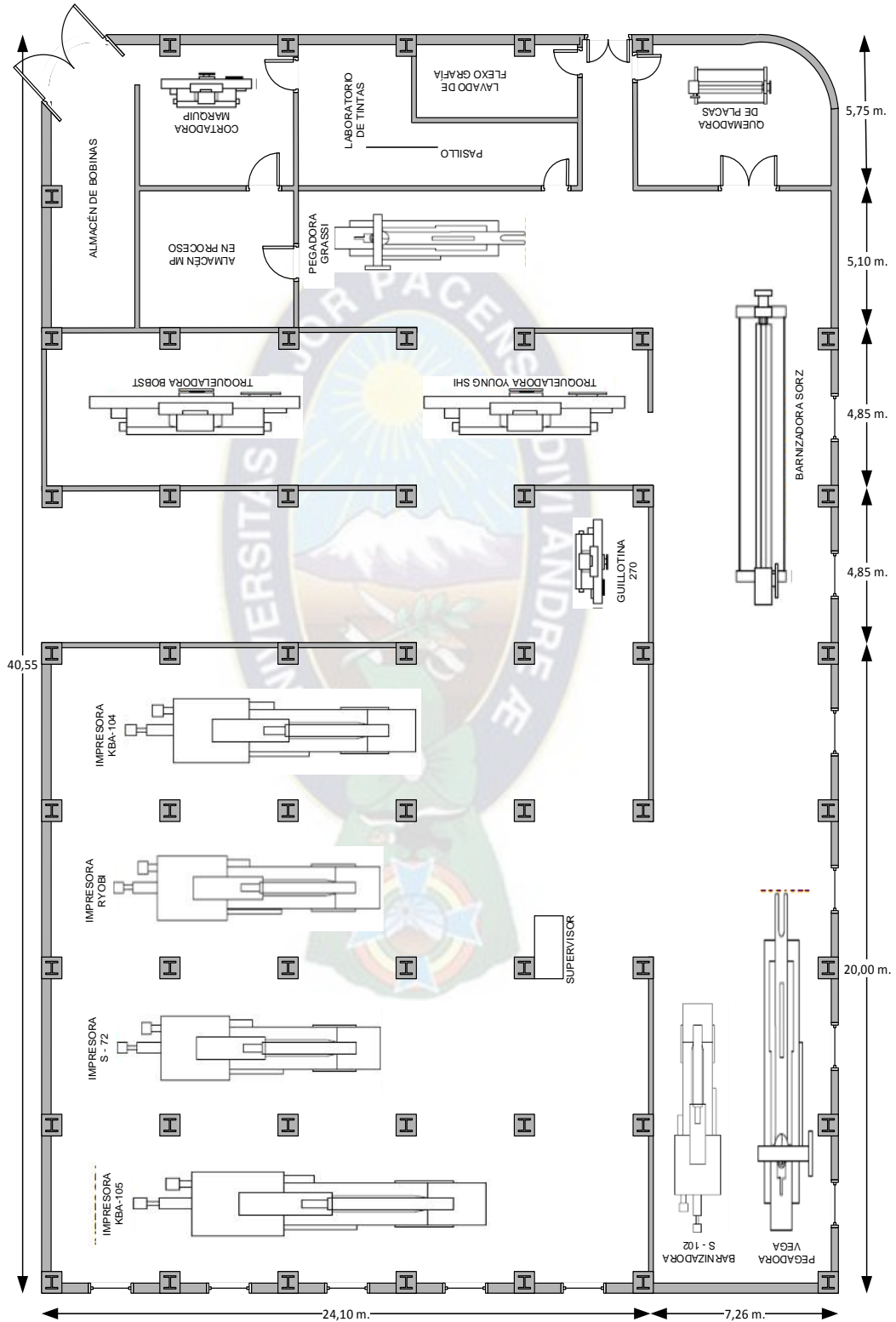


FUENTE: Elaborado en base a información del Departamento de Recursos Humanos ILBSA

## 2.15 PLANO DE PLANTA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN

El plano de la planta se muestra la actual distribución con las modificaciones que se realizaron al incrementar el parque de maquinaria y equipo con el criterio de producción en línea de procesos secuenciales e independientes, el proceso de impresión por el secado de tintas requiere al menos de 24 horas antes de continuar con el siguiente proceso esa es una razón para los espacios temporales de almacenaje de productos.

GRAFICO N° 2-8: PLANO DE LA PLANTA DE OFFSET



FUENTE: Elaboración en base a información del Departamento de Mantenimiento

## CAPÍTULO 3

### 3 INGENIERÍA DE MÉTODOS Y EFICIENCIA DE LA EMPRESA

“La ingeniería de métodos es la técnica encargada de incrementar la productividad con los mismos recursos u obtener lo mismo con menos dentro de una organización, empleando para ello un estudio sistemático y crítico de las operaciones, procedimientos y métodos de trabajo”<sup>1</sup>.

#### 3.1 OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

- Determinar y analizar la productividad en la línea de producción offset para establecer las posibles mejoras al sistema actual.
- Proponer la aplicación del método de mejora SMED, en el proceso del troquelado planteando soluciones para reducir el número de causas y tiempos improductivos que afronta la línea de producción de modo que se incremente la productividad, eficiencia y calidad proponiendo un cronograma de mejora.
- Comparar la producción en diferentes niveles del proceso y los respectivos recursos consumidos (perdidas), para determinar la capacidad de planta.
- Establecer los tiempos necesarios en los principales procesos del sistema.

#### 3.2 IMPACTO DEL ESTUDIO

**Conveniencia:** La expectativa es terminado e implementado el sistema SMED en la empresa, se obtendrá un proceso controlado que mejorara los tiempos de elaboración del producto terminado, tratando de cumplir con el cronograma establecido por Jefatura de Producción.

---

<sup>1</sup> NIEBEL Benjamín, FREIVALDS Andris. Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 11° ed. Méjico, D.F. Alfa omega, 2004.

**Relevancia Social:** Este estudio será tangible por al menos medio centenar de empleados directos a consecuencia del control y mejora del proceso productivo, siendo que al incrementar la productividad, se disminuirá los costos de producción, habrá una rentabilidad más conveniente para la empresa, la que redundara en beneficios para el personal, a través de la mejora de las condiciones en el trabajo, y por consiguiente en su rendimiento.

**Implicaciones Prácticas:** La implementación de este trabajo en el proceso de impresión de la línea Offset no necesita de nuevas inversiones en el área, el control en los métodos de trabajo, capacitación del personal involucrado y control de los métodos establecidos.

- ▶ Explicar las mejoras que tiene la aplicación del método SMED, planteando soluciones para reducir el número de causas y tiempos muertos que afronta la línea de producción de modo que se incremente la productividad, eficiencia y calidad proponiendo un cronograma de mejora.

**Valor Teórico:** Se pretende aportar con un estudio que incluya en un solo compendio un sistema de control de variables que controle y mejore el proceso de impresión de la línea Offset, su incidencia en la calidad del producto terminado y en la disminución de los costos.

**Utilidad Metodológica:** Gracias a la estructura del diseño del estudio, es posible implementar el sistema SMED en otros procesos de la misma compañía analizando su conveniencia y a su vez en otras industrias de similares características.

### 3.3 LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA

“Productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados”<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> GARCÍA CRIOLLO Roberto. Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo. 2da ed. Méjico, Mc Graw Hill 2004. 10p.

En nuestro caso, el objetivo es la fabricación de artículos a un menor costo a través del empleo eficiente de los primarios de la producción: materiales, hombres y máquinas elementos sobre los cuales la acción del ingeniero industrial debe enfocar sus esfuerzos para aumentar los índices la productividad actual y en esa forma, reducir los costos de producción.

Si partimos de los índices de productividad se pueden determinar a través de la relación producto-insumo, teóricamente existen tres formas de incrementarlos:

1. Aumentar el producto y mantener el mismo insumo.
2. Reducir el insumo y mantener el mismo producto.
3. Aumentar el producto y reducir el insumo simultáneamente y proporcionalmente.

Con lo que se concluye que: “La productividad es una herramienta que sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo empleados”.

### **3.3.1 VELOCIDAD DE IMPRESIÓN**

Se consideran dos tipos de velocidad: La velocidad de la máquina, según las especificaciones del fabricante es de 9500 pliegos por hora (para las máquinas KBA-104, Ryobi y la S-72 es considerada por tener una velocidad distinta a las otras que son bastante similares) como máximo que NO considera algunos tiempos como los de alimentación de la máquina (carga y descarga de material, densidad de la tinta que depende del color y del tipo de papel en el que se va a imprimir cada trabajo, saturación del agua, nivel de pH, el porcentaje de alcohol, cambio de placas y otras variables propias de la máquina y tal vez una de las que mayor tiempo emplea por su importancia sea la aprobación por el supervisor).

La velocidad real que se utiliza dependiendo el trabajo que se procese en la máquina; la cual se presenta a continuación según el desempeño que tiene la máquina, el objetivo se plantea para esas máquinas.

**CUADRO N° 3-1: TOLERANCIAS PARA TIEMPO ESTÁNDAR**

ACTIVIDAD	TIEMPO (min)
Descanso (aperitivo)	10
Descanso (refrigerio)	30
Tiempo personal	10
<b>Total por cada turno</b>	<b>50</b>

FUENTE: Elaborado en base a trabajo en planta ILBSA

En el Cuadro N° 3-2 no considera tiempos de encaminado e inactividad causados por las razones ya nombradas para hacer una comparación con la velocidad que establece el fabricante. La velocidad real dependerá de algunas condiciones como el tiraje.

**CUADRO N° 3-2: VELOCIDAD DE LA PRENSA RYOBI**

ORDEN PRODUCCIÓN	Off07864	Off07852	Off07839	Off07837a	Off07837	Off07865	Off07833	Off07847	Off07828	Off07862
Cantidad producto (Piezas)	30860	5760	21240	21300	6960	5912	4200	5250	198000	20580
Cantidad producida (Pliegos)	7715	1440	3540	3550	1160	1478	1050	1750	4400**	3430
Numero de Nutzen's (Piezas/pliego)	4	4	6	6	6	4	4	3	45	6
Tiempo (min.)	90	20	45	35	16	20	20	40	85	80
Tiempo programado (min) (Encaminado+impresión)	233	139	170	255	170	122	165	254	483	250
Velocidad real (pliegos/hr)	<b>5143</b>	<b>4320</b>	<b>4720</b>	<b>6086</b>	<b>4350</b>	<b>4434</b>	<b>3150</b>	<b>2625</b>	<b>3106</b>	<b>2573</b>

FUENTE: Elaborado en base a trabajo en planta ILBSA

La *velocidad promedio* de la prensa Ryobi es: **4051 pliegos/hr.**

**CUADRO N° 3-3: VELOCIDAD DE LA PRENSA S-72**

ORDEN PRODUCCIÓN	Off07915a	Off07915b	Off07916	Off07892	Off07842	Off07854
Cantidad producto (Piezas)	20970	20700	41220	1550	3100	99000
Cantidad producida (Pliegos)	2330	2300	4580	1550 <sup>3</sup>	3100	5500
Numero de Nutzen's (Piezas/pliego)	9	9	9	1	1	18
Tiempo (min.)	70	70	170	70	140	185
Tiempo programado (min) (Encaminado+impresión)	120	180	217	82	167	282
Velocidad real (pliegos/hr)	<b>1998</b>	<b>1972</b>	<b>1617</b>	<b>1329</b>	<b>1329</b>	<b>1784</b>

FUENTE: Elaborado en base a trabajo en planta ILBSA

La *velocidad promedio* de la prensa S-72 es de: **1727 pliegos/hr.**

<sup>3</sup> Producción de un turno, el número de pliegos solicitados se realizó en dos turnos

La medición de los datos se los realizo en el turno día, considerando que en el turno de la noche esta velocidad es menor debido a diversos factores como cansancio de los operadores, la ausencia en algunos puestos de trabajo que durante el día apoyan a los centros de trabajo y variaciones en el medio ambiente como la luz artificial.

Las actividades necesarias para esta operación están detalladas en el curso grama analítico actual (Anexo 3-1), a continuación se presentan algunas consideraciones.

A momento de realizar el análisis de estos procesos los tiempos considerados en el curso grama analítico, son desde el momento en que el técnico operador tiene todos los materiales e insumos en la mesa de trabajo pues la técnica propuesta del SMED está basada en las operaciones que se realizan dentro de la máquina y que pueden modificarse para ser realizados de manera externa siendo que el método de trabajo es prueba error, prueba error así hasta llegar al resultado que cumpla con las especificaciones establecidas la mayor parte de las tareas se realizan en máquina.

### **3.3.2 CANTIDAD PRODUCIDA**

Está disponible por la velocidad real de impresión y de las órdenes de producción, de la secuencia de los productos elaborados, por lo general se cumplen con las órdenes de producción, salvo que existan cambios en el orden del día y que sea necesario desmontar alguna de las máquinas para cumplir con las eventuales disposiciones.

### **3.3.3 PROCESO DE TROQUELADO**

Cuando un impreso tiene formas irregulares que no se pueden cortar en guillotina es necesario troquelar, troquelar es el proceso de cortar un impreso mediante un troquel y presión.

El troquel es un molde con la forma del corte que queremos aplicar, se compone por una estructura de madera con cuchillas y gomas gruesas que separan por presión las zonas que no requieren corte.

Las cuchillas de un troquel tienen varias funciones:

- **Cortar:** la silueta de cualquier trabajo o su interior (ventanas en sobres, agujeros).
- **Hender:** para poder realizar pliegues (en cajas de cartón, trípticos hechos con papel de alto gramaje).
- **Perforar:** hacer un suave corte para que luego sea más fácil terminarlo a mano.
- **Medio corte:** se trata de hacer que no llegue a traspasar todo el papel este es uno de los procesos que requiere mayor cantidad de tiempo, algunas consideraciones a momento de evaluar el proceso de Troquelado, el curso grama analítico actual del trabajo realizado en máquina es para un tiraje largo por tanto es necesario el recambio en: la placa de alto relieve, en los filetes de corte lo recomendable en su uso hasta 20000 pliegos dado que estos elementos presentan un desgaste natural.

También es necesario realizar el cálculo del grosor de filetes a utilizar que está en función al espesor y peso de la cartulina.

Desde el momento que el técnico operador recibe el sobre de instrucciones que contiene las especificaciones del trabajo si este es: nuevo, con o sin modificación, el cambio de troquel para el trabajo a realizar puede ocupar hasta un turno completo y parte del siguiente turno ello depende de sus características de la matriz a preparar.

Las actividades necesarias para esta operación está detalladas en el curso grama analítico actual en el (Anexo 3-3), a continuación se presentan los resultados.

#### **3.3.4 PROCESO DE PEGADO**

En lo que concierne a las máquinas pegadoras con las que se trabajan en la empresa están diseñadas para realizar pegado en líneas rectas de uno, dos y tres puntos, aunque con el uso y apoyo de varillas metálicas y plásticas que actúan de soporte y



coadyuvan al pre doblado y doblado en cajas con formas irregulares como las cónicas.

La pegadora Grassi tiene un par de actividades más que realizar para su funcionamiento, como el cambio de boquillas para la dosificación de pegamento y la limpieza de estas durante el proceso de producción es frecuente para evitar variaciones en la cantidad de pegamento asignada, estas son operaciones manuales, tareas como aflojar los tornillos de sujeción y acomodar las mangueras de dosificación adecuándolas al tamaño de estuche a ser pegado entre otros detalles.

Lo conveniente es tratar de enviar las órdenes de producción direccionando los estuches de grandes a pequeñas para optimizar el tiempo de encaminado tanto por el cambio de boquillas (cuando corresponde) y el arreglo que requiere las varillas, el regulado de las cintas transportadoras entre otras razones.

Las actividades necesarias para esta operación esta detalladas en el curso grama analítico actual (Anexo 3-5), a continuación presentamos los resultados.

### **3.3.5 EFICIENCIA GLOBAL DE PRODUCCIÓN**

La eficiencia global de producción EGP es un indicador porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la máquina industrial.

Las máquinas son diseñadas desde la base de una cierta capacidad de producción. En la práctica y por diferentes motivos, la producción siempre se queda muy por detrás de la capacidad que fue instalada.

La ventaja de EGP frente a otros ratios es que mide, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad.

La eficiencia Global del Equipo se obtiene por la relación de las pérdidas que impiden la eficiencia del equipo. La magnitud de pérdidas por los paros se expresa

como disponibilidad, mientras que las pérdidas de desempeño se manifiestan como tasa de calidad de los productos o tasa de productos.

El resultado de estas 3 tasas es denominado “Eficiencia Global del Equipo”.

“Eficiencia general del equipo” 
$$EGP (\%) = [(D) * (E) * (C)] * 100 \quad (2)$$

D= Índice de disponibilidad 
$$D = [(T_o) / (T_d)] * 100 \quad (3)$$

E= Índice de eficiencia 
$$T_o = (T_d) - (T_{nP}) \quad (4)$$

C= Índice de calidad 
$$T_d = (T) - (T_p) \quad (5)$$

Donde:

D =Índice de disponibilidad

T<sub>o</sub> = Tiempo neto de operación

T<sub>d</sub> = Tiempo neto disponible

T<sub>nP</sub> =Tiempo no programado de paro

T = Tiempo

T<sub>p</sub> = Tiempo planeado de paro

En adelante presentamos los resultados en el Cuadro N° 3-4 para las máquinas analizadas, los cálculos y datos se encuentran en el Anexo 3-6:

**CUADRO N° 3-4: ÍNDICE DE EFICIENCIA GLOBAL DE PRODUCCIÓN**

CALCULO DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA GLOBAL DE PRODUCCIÓN				
MÁQUINA	D = Disponibilidad	E = Eficiencia	C = Calidad	EGP = [D]*[E]*[C]
I - S -72	0,86	0,87	0,86	<b>64,44%</b>
I - RYOBI -756	0,74	0,32	0,59	<b>60,91%</b>
T - YOUNG SHING	0,66	0,89	0,99	<b>58,38%</b>
T - BOBST	0,79	0,72	0,98	<b>55,21%</b>
P - VEGA	0,70	0,97	0,98	<b>66,51%</b>
P - GRASSI	0,82	0,97	0,93	<b>74,06%</b>

FUENTE: Elaboración en base a los Cuadros Anexo 3-6

Siendo la clasificación del EGP

1. **EGP < 65% INACEPTABLE.** Se producen importantes pérdidas económicas baja competitividad de Cuadro N° 3-4 se puede apreciar que las máquinas de menor rendimiento son las troqueladoras.
2. **65% < EGP < 75% REGULAR.** Aceptable solo si se está en proceso de mejora representa pérdidas economías y baja competitividad.

El resto de las máquinas sujetas a estudio están en este grupo.

3. **75% < EGP < 85% ACEPTABLE.** Si tuviéramos máquinas dentro estos valores la interpretación sería continuar con la mejora hasta superar el 85% y avanzar hacia la clase mundial (world class) representando ligeras pérdidas económicas y competitividad ligeramente baja.
4. **85% < EGP < 95% BUENA.** Entra en valores de World Class. Buena competitividad.
5. **EGP = 95% EXCELENCIA.** Valores World Class. Excelente competitividad.

Donde el tiempo neto de operación es igual entre el tiempo neto disponible menos los tiempos no programados de paro por diferentes causas como: averías, esperas de material, alistamientos, entre otros y el tiempo neto disponible es la diferencia entre el tiempo teórico disponible menos el tiempo planeados de paro descansos. Los resultados de las ecuaciones (2), (3), (4) y (5) son los siguientes:

**CUADRO N° 3-5: INDICADOR DE DISPONIBILIDAD**

CÁLCULO DEL INDICADOR DE DISPONIBILIDAD						
MÁQUINA	T = Tiempo disponible	T <sub>p</sub> = Tiempo planeado de paro	T <sub>d</sub> = Tiempo neto disponible	T <sub>n</sub> P = Tiempo x fallas, alistamientos	T <sub>o</sub> = Tiempo de operación	D = [(T <sub>o</sub> )/(T <sub>d</sub> )]*100
I - S -72	5,42	3,74	1,69	0,94	0,01	<b>0,74</b>
I - RYOBI -756	6,58	3,16	3,16	1,53	0,03	<b>0,86</b>
T - YOUNG SHING	19,25	9,33	9,92	5,96	0,07	<b>0,66</b>
T - BOBST	20,74	11,56	9,18	4,84	0,07	<b>0,79</b>
P - VEGA	10,54	4,89	5,65	3,28	0,04	<b>0,70</b>
P - GRASSI	21,32	9,77	11,55	5,85	0,10	<b>0,82</b>

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

El índice de eficiencia del desempeño es calculado según la cantidad de hojas impresas (entre buenas y malas) versus la capacidad de producción, dando como resultado el tiempo del ciclo ideal, el cual al ser producto por la producción total dividido por el tiempo disponible se obtiene la eficiencia del desempeño.

Donde:

$$E = \text{Índice de eficiencia} \quad E = [(T_c * P) / (T_d)] * 100 \quad (6)$$

$$T_c = \text{Tiempo del ciclo ideal} \quad T_c = (T_d) / (C_t) \quad (7)$$

P = Producción total

T<sub>d</sub> = Tiempo neto disponible

C<sub>t</sub> = Capacidad teórica de producción

A continuación se presenta el Cuadro N° 3-6 resumen con los cálculos de cada máquina analizada en su indicador de eficiencia.

**CUADRO N° 3-6: INDICADOR DE EFICIENCIA**

CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA					
MÁQUINA	T <sub>d</sub> = Tiempo neto disponible	C <sub>t</sub> = Capacidad	T <sub>c</sub> = Tiempo neto disponible / capacidad	P = Producción	E = [T <sub>c</sub> *P]/[T <sub>d</sub> ]
I - S -72	189,70	9500	0,020	8291,10	<b>0,87</b>
I - RYOBI -756	101,20	10000	0,010	3172,00	<b>0,32</b>
T - YOUNG SHING	595,00	7500	0,079	6656,90	<b>0,89</b>
T - BOBST	550,70	15000	0,037	10735,20	<b>0,72</b>
P - VEGA	339,00	20000	0,017	19470,00	<b>0,97</b>
P - GRASSI	692,90	30000	0,023	29050,00	<b>0,97</b>

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

Finalmente el índice de calidad se calcula al determinar la cantidad de hojas impresas con defectos que se descuentan de la producción total dividida sobre la producción total.

$$C = \text{Índice de calidad} \quad C = [(P)-(Q_d) / (P)] * 100 \quad (8)$$

P = Producción total

$Q_d$  = Cantidad de hojas impresas con defectos

$Q$  = Cantidad de hojas impresas buenas y malas incluyendo la macula

Los resultados de las ecuaciones (6), (7) y (8) son los siguientes:

**CUADRO N° 3-7: INDICADOR DE CALIDAD**

CÁLCULO DEL INDICADOR DE CALIDAD			
MÁQUINA	P = Producción	$Q_d$ = Cantidad de hojas impresas con defectos	$C = \frac{[P]-[Q_d]}{[P]} \cdot 100$
I - S -72	8219,10	8220	<b>0,86</b>
I - RYOBI -756	3172,00	3090	<b>0,59</b>
T - YOUNG SHING	6675,90	6610	<b>0,99</b>
T - BOBST	10735,20	10650	<b>0,98</b>
P - VEGA	19470,00	19280	<b>0,98</b>
P - GRASSI	29070,00	28800	<b>0,93</b>

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

### 3.4 TABLERO DE CONTROL: INDICADORES DE PERFORMANCE

“El tablero de control es una herramienta del campo de la administración de empresas, aplicable a cualquier organización y nivel de la misma, cuyo objetivo y utilidad básica es diagnosticar adecuadamente la situación.

Se la define como el conjunto de indicadores cuyo seguimiento y evaluación periódica permitirá contar con un mayor conocimiento de la situación de su empresa o sector apoyándose en nuevas tecnologías informáticas.

El diagnóstico y monitoreo permanente de determinados indicadores e información ha sido y es la base para mantener un buen control de la situación”<sup>4</sup>.

El tablero de control operativo es aquel que permite hacer un seguimiento, al menos diario, del estado de situación de un sector o proceso de la empresa, para poder tomar a tiempo las medidas correctivas necesarias.

<sup>4</sup> BALLVÉ, Alberto M. Tablero de control, organizando información para crear valor. Buenos Aires-Argentina, Machi 2000

El tablero debe proveer toda la información que se necesita para entrar en acción y tomar decisiones operativa en áreas como las finanzas, compras, ventas, precios, logística, producción donde será aplicado.

### **3.4.1 PARADAS PLANEADAS Y NO PLANEADAS**

El tiempo de servicio del sistema puede verse afectado por fallas y mantenimientos por lo que es posible incluir estas paradas en el tiempo de servicio efectivo por estación en nuestro sistema de producción.

El primer paso para llegar a este resultado, es identificar adecuadamente las paradas que ocurren en el sistema, que se pueden clasificar como fallas o set-ups.

Entre las fallas se puede mencionar que el sustrato tenía exceso de humedad lo que generaba que la máquina impresora se detenga porque el arrastre de los pliegos era de varias hojas a la vez que ocurrió hasta tres veces dentro la misma hora por lo que se considera una falla ya que no es una parada por mantenimiento sino una parada por un suceso no previsto, el bloqueo de la máquina que impide que la producción se efectúe con regularidad, con un tiempo de arreglo en promedio de 10 minutos.

Se detectó también paradas planeadas que consiste en carga y descarga de material en la máquina, el llenado de tinta, el control del nivel de saturación de la solución acuosa que son variables que depende del tiraje a producir.

## **3.5 DIAGRAMAS DEL PROCESO ACTUAL**

### **3.5.1 CURSO GRAMA SINÓPTICO DEL PROCESO ACTUAL**

El curso grama sinóptico del proceso muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, holguras y materiales que se usan en un proceso de impresión, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado.

Para identificar los requerimientos de los productos que conforman las operaciones se utiliza el análisis de ruta del proceso como herramienta que permita identificar similitudes de actividades entre los diferentes productos, determinar el recorrido que cada producto realiza y las tareas requeridas en su desarrollo, es así como los procesos de pre prensa, corte/refile y prensa son requeridos para cualquier producto impreso, la diferencia aplica en las operaciones que se realizan en la parte de post prensa (terminado), donde cada producto requiere en mayor o menor proporción ciertas operaciones manuales, mecánicas o combinadas, por ejemplo la operación des troquelado, acabados barnizados, con alto relieve, en jabado, en zunchado y otros.

En el diagrama sinóptico del proceso de manera gráfica y simbólica se representa las actividades necesarias para la producción, es así que se analizan la diferentes etapas en la producción, partiendo desde el proceso de pre prensa que provee una plancha, filmada y procesada para el proceso de prensa, donde se realiza las operaciones finales de terminación según los requisitos del cliente, del producto y los establecidos por la empresa.

Los símbolos empleados en el curso gramas a realizarse se definen a continuación:

- Operación: Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza materia o producto del caso se modificó durante la operación.
- Inspección: Indica que se verifica la calidad, cantidad o ambos.
- Transporte: Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
- Deposito provisional o espera: Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas o abandono momentáneo, no registrado de cualquier objeto hasta que se necesite.

▽ Almacenamiento permanente: Indica depósito de un objetivo bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

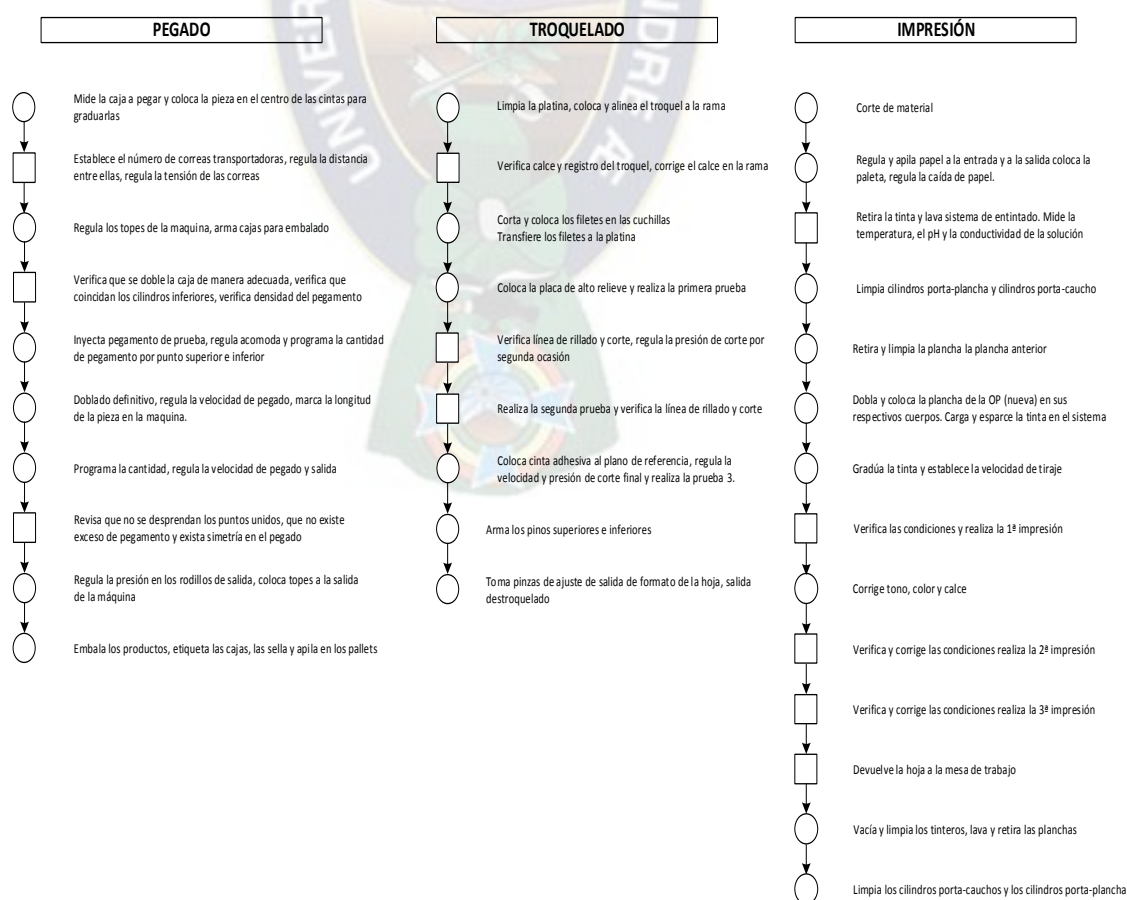
◎ Se crea un registro.

● Se agrega una información a un registro.

◇ Se toma una decisión

◻ Se realiza una inspección junto con una operación.

### GRÁFICO N° 3-1: CURSOGRAMA SINÓPTICO ACTUAL



FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA



En el gráfico anterior se aprecia que se necesitan de al menos 62 operaciones para obtener un producto impreso, sin embargo por la particularidad que tiene cada producto este número de operaciones puede llegar a incrementarse siendo que el presente diagrama es para un producto estándar, si el producto producido tiene entre sus características hot stamping, o requiere algún tipo de barniz personalizado o sectorizado, el número de operaciones variara en función a sus especificaciones.

Algo similar ocurre con los tiempos que dependen mucho del material impreso, la tinta para el secado y algunos otros factores que no son considerados, el tiempo promedio para un producto que tendrá troquelado es de alrededor de 40 horas, lo que no sucede con los calendarios o afiches.

Tan poco se está considerando los tiempos de descanso o cambios de turno de la Cuadro N° 3-1 (Tolerancias para el tiempo estándar). Y también se presenta en los siguientes cuadros el número de operaciones necesarias y el tiempo mínimo que se requiere en el proceso de producción de un determinado producto.

### 3.5.2 CURSO GRAMA ANALÍTICO PRENSA PROCESO ACTUAL

En las prensas cuando realizan el proceso de impresión algunas variables a considerar son: los tiempos de carga y descarga del material en la máquina, medición de pH, estabilizar el color en máquina. El curso grama analítico (operario) propuesto (Anexo 3-1)

CURSO GRAMA ANALÍTICO – PRENSA ACTUAL							
Hoja N° 1 de 5				RESUMEN			
Área: Planta Offset - Área de Impresión – PRENSA				ACTIVIDAD	Actual	Propuesto	Economía
Fecha: <b>16/09/2016</b>				Operación	5	-	-
Realizado por: Susana Valenzuela Oblitas				Transporte	7	-	-
Método		Actual	Propuesto	Espera	17	-	-
Tipo	Operario	Material	Máquina	Inspección	3	-	-
Descripción Orden de pedido OP: <b>OFF07839</b>				Almacenaje	2	-	-
Producto: <i>Estuche Omeprazol (Lab. Delta)</i>		Colores: <b>4</b>		Tiempo (min)	291	-	-
Material: <i>Cartulina</i>		Gramaje:		Distancia (m)	123	-	-
Cantidad: <b>3540 pliegos (21240 unid)</b>		Maq: <b>IMP. RYOBI</b>		Costo (Bs.)	-	-	-

Nº	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					Tiempo (min)	Distancia (m)	Cant. (unidad)	OBSERVACIONES
			○	⇒	D	◦	▽				
1	Cartulina en lámina en almacén	Almacén					*	-	12		Sale de almacén
2	Transporte de cartulina a guillotina	Transporte		*				12	40		
3	Corte preliminar (guillotina)	Almacén	*					100	-		
4	Traslado a almacén provisional	Transporte		*				8	16		El material cortado es colocado cerca a la máquina impresora
5	Regula y apila la cartulina en la entrada de la máquina	Encaminado		*				7	1		
6	Coloca la paleta a la salida de la máquina y regula la caída del papel	Encaminado			*						
7	Lavado del sistema de entintado	Limpieza			*			5			
8	Medición de temperatura, pH	Inspección			*						
9	Limpieza cilindros porta plancha y porta caucho	Limpieza			*			6			
10	Cambio de planchas	Cambio de planchas			*			22			
11	Carga y esparce la tinta en el sistema	Preparación			*			15			
12	Carga maculas en la entrada - máquina	Encaminado		*				8			
13	Gradúa la salida de tinta	Preparación			*			10			
14	Establece la velocidad del tiraje	Programación			*			4			
15	Realiza primera impresión	Encaminado	*					8			
16	Revisa y ajusta calce de la impresión	Ajuste			*			4			
17	Verifica el tono, color y calce	Inspección			*						
18	Corrige tono, color y calce	Encaminado			*			3			
19	Realiza segunda impresión	Encaminado	*					6			
20	Revisa tono, color y calce	Ajuste			*			5			Operaciones combinadas
21	Corrige tono y color	Encaminado	*								
22	Realiza tercera impresión	Encaminado	*					5			
23	Revisa tono y color	Ajuste			*			3			
24	Lleva la hoja al supervisor para su aprobación	Transporte		*				1	6		
25	Espera aprobación	Espera			*			12			
26	Devuelve la hoja a la mesa de trabajo	Encaminado		*				1	6		
27	Retira las maculas a la playa de desechos	Encaminado		*				5	16		
28	Vacía y limpia los tinteros	Limpieza			*			8			
29	Lava y retira las planchas	Encaminado			*			10			
30	Traslada las planchas a la mesa de trabajo	Transporte			*			2	10		
31	Limpia los cilindros porta caucho y porta planchas	Limpieza			*			8			
32	Lava las raquetas	Limpieza			*			2			
33	Traslada material impreso a almacén temporal	Almacén					*	8	16		
34	Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema	Registro			*			3			
<b>TOTAL</b>			<b>5</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>291</b>	<b>123</b>		

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

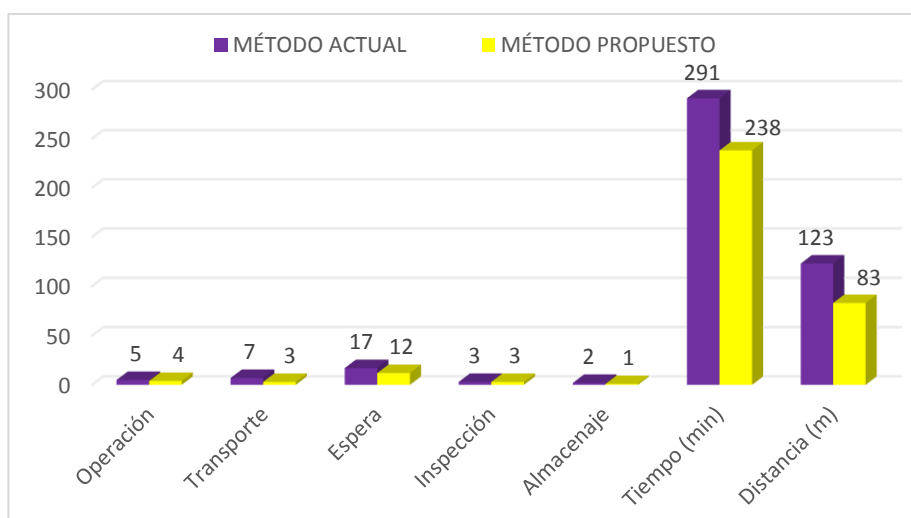
En el cursograma analítico propuesto (prensa) la economía en las operaciones es mínimo debido a que todas las tareas son necesarias, presentamos una disminución en el transporte y las esperas podrían ser optimizadas.

CURSO GRAMA ANALÍTICO – PRENSA PROPUESTO											
Hoja N° 2 de 5					RESUMEN						
Área: Planta Offset - Área de Impresión – PRENSA					ACTIVIDAD	Actual	Propuesto	Economía			
Fecha: 16/09/2016					Operación	5	4	1			
Realizado por: Susana Valenzuela Oblitas					Transporte	7	3	4			
Método			Actual	Propuesto	Espera	17	12	5			
Tipo		Operario	Material	Máquina	Inspección	3	3	-			
Descripción Orden de pedido OP: OFF07839					Almacenaje	2	1	1			
Producto: <i>Estuche Omeprazol (Lab. Delta)</i>			Colores: 4		Tiempo (min)	291	238	53			
Material: <i>Cartulina</i>			Gramaje:		Distancia (m)	123	83	40			
Cantidad: 3540 pliegos (21240 unid)			Maq: <i>IMP. RYOBI</i>		Costo (Bs.)	-	-	-			
N°	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					Tiempo (min)	Distancia (m)	Cant. (unid)	OBSERVACIONES
			○	⇒	D	○	▽				
1	Transporte de cartulina a guillotina	Transporte		*				12	40		
2	Corte preliminar (guillotina)	Almacén	*					100	-		
3	Traslado a almacén provisional	Transporte		*				8	16		El material cortado es colocado cerca a la máquina impresora
4	Regula y apila la cartulina en la entrada de la máquina	Encaminado		*				7	1		
5	Coloca la paleta a la salida de la máquina y regula la caída del papel	Encaminado			*						
6	Lavado del sistema de entintado	Limpieza			*			5			
7	Medición de temperatura, pH	Inspección			*						
8	Cambio de planchas	Cambio de planchas			*			22			
9	Carga y esparce la tinta en el sistema	Preparación			*			15			
10	Gradúa la salida de tinta	Preparación			*			10			
11	Establece la velocidad del tiraje	Programación			*			4			
12	Realiza primera impresión	Encaminado	*					8			
13	Revisa y ajusta calce de la impresión	Ajuste			*			4			
14	Verifica el tono, color y calce	Inspección			*						
15	Corrige tono, color y calce	Encaminado				*		3			
16	Realiza segunda impresión	Encaminado	*					6			
17	Revisa tono, color y calce	Ajuste				*		5			Operaciones combinadas
18	Realiza tercera impresión	Encaminado	*					5			
19	Revisa tono y color	Ajuste				*		3			
20	Traslada las planchas a la mesa de trabajo	Transporte			*			2	10		
21	Limpia los cilindros porta caucho y	Limpieza			*			8			

	porta planchas									
22	Traslada material impreso a almacén temporal	Almacén				*	8	16		
23	Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema	Registro			*		3			
<b>TOTAL</b>			<b>4</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>238</b>	<b>83</b>	

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

### GRAFICO N° 3-2: RESUMEN MÉTODO ACTUAL – MÉTODO PROPUESTO (PRENSA)



#### 3.5.3 CURSO GRAMA ANALÍTICO TROQUELADO PROCESO ACTUAL

Para el proceso del Troquelado el tiempo que emplea el operador en el retiro del desperdicio del material de la máquina es una parada programada y lo realiza el único operador asignado a ella, el tiempo de armado de los filetes depende de la cantidad de los Nutzen's y de los detalles que tenga la orden de producción.

CURSO GRAMA ANALÍTICO TROQUELADORA ACTUAL								
Hoja N° 1 de 4			RESUMEN					
Área: Planta Offset - Área de Troquelado - TROQUELADORA			ACTIVIDAD	Actual	Propuesto	Economía		
Fecha: 26/09/2016			Operación	7	-	-		
Realizado por: Susana Valenzuela Oblitas			Transporte	3	-	-		
Método		Actual	Propuesto	Espera	19	-	-	
Tipo		Operario	Material	Máquina	Inspección	3	-	-
Descripción Orden de pedido OP: OFF07825			Almacenaje	2	-	-		
Producto: SOALPRO (estuches para galletas)		N° Ntz: 2		Tiempo (min)	450	-	-	
Material: Cartulina		Alto relieve: Si		Distancia (m)	163	-	-	

CAPÍTULO 3  
INGENIERÍA DE MÉTODOS

Cantidad: 50025 pliegos (100000 unid)			Maq: YOUNG SHING					Costo (Bs.)		-	-	-
Nº	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					Tiempo (min)	Distancia (m)	Cant. (unid)	OBSERVACIONES	
			○	⇒	D	◦	▽					
1	Material en almacén provisional	Almacén					*	-	-		Viene de las prensas	
2	Acerca el material a la máquina	Transporte		*				8	3			
3	Limpieza (área de trabajo)	Limpieza			*			20	-			
4	Verificación información (sobre)	Inspección			*			3	-			
5	Carga material de prueba	Encaminado	*					2	-			
6	Busca el troquel en el casillero	Encaminado			*			15	28		Para trabajos nuevos se entrega el troquel con el sobre de información	
7	Busca papel para el plano de referencia	Encaminado			*			10	6		El técnico se encarga de buscar papel	
8	Limpia la platina / rama	Limpieza			*			5	-			
9	Coloca y alinea el troquel a la rama	Encaminado			*			12	-			
10	Verifica calce y registro del troquel	Inspección				*		6	-			
11	Corrige el calce en la rama	Encaminado			*				-			
12	Obtiene el plano de referencia (papel de arreglo)	Encaminado			*			2	-			
13	Corta y coloca los filetes en las cuchillas	Encaminado			*			160	-			
14	Transfiere los filetes a la platina de la máquina	Encaminado			*			5	-			
15	Regula la presión de corte por primera vez.	Regulado	*					3	-			
16	Redondea los filetes en la platina y los protege colocándole cinta adhesiva.	Encaminado			*			24	-		Redondeo necesario para cuidar las puntas de los filetes.	
17	Coloca la placa de alto relieve	Encaminado			*			4	-			
18	Prueba 1	Encaminado	*					3	-			
19	Verifica línea de rillado y corte	Inspección				*		5	-			
20	Regula la presión de corte por segunda ocasión	Regulado			*			2	-		La presión depende del material	
21	Prueba 2	Encaminado	*					3	-			
22	Verifica línea de rillado y corte	Inspección				*		4	-			
23	Coloca cinta adhesiva al plano de referencia	Encaminado			*			16	-			
24	Regula la velocidad y presión de corte final.	Regulado			*			5	-			
25	Prueba 3	Encaminado	*					3	-			
26	Arma los pinos superiores	Encaminado			*			35	-			
27	Arma los pinos inferiores	Encaminado			*			35	-			
28	Toma pinzas de ajuste de salida del formato de hoja	Encaminado			*			4	-			
29	Salida des troquelado	Encaminado			*			8	-			
30	Apila papel, fuente de alimentación	Encaminado	*					12	-			
31	Retira desechos del material	Encaminado		*				15	120			
32	Traslada el material troquelado al almacén provisional	Encaminado		*				18	6			
33	Material en almacén	Encaminado					*					
34	Registra información de la producción en el cuaderno y el sist.	Registro	*					3	-			
<b>TOTAL</b>			<b>7</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>450</b>	<b>163</b>	<b>-</b>		

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA.

El curso grama analítico propuesto presentado para el material muestra el ahorro en tiempo que se tendría de implementarse la técnica con las consideraciones que existe en este proceso.

El curso grama analítico actual y propuesto del operario se presenta en el (Anexo 3-2).

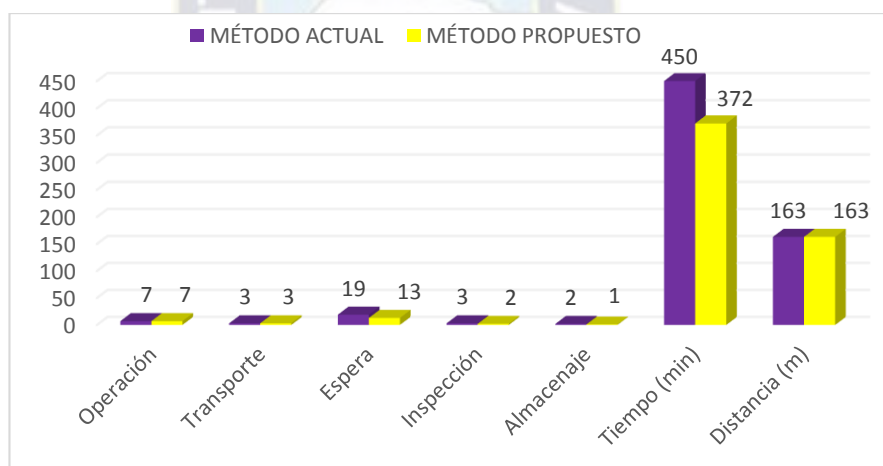
CURSO GRAMA ANALÍTICO TROQUELADORA PROPUESTO											
Hoja N° 3 de 5						RESUMEN					
Área: Planta Offset - Área de Troquelado - TROQUELADORA						ACTIVIDAD	Actual	Propuesto	Economía		
Fecha: <b>26/09/2016</b>						Operación	7	7	-		
Realizado por: Susana Valenzuela Oblitas						Transporte	3	3	-		
Método				Actual	Propuesto	Espera	19	13	6		
Tipo		Operario		Material	Máquina	Inspección	3	2	1		
Descripción Orden de pedido OP: <b>OFF07825</b>						Almacenaje	2	1	1		
Producto: <b>SOALPRO (estuches para galletas)</b>				N° Ntz: 2		Tiempo (min)	450	372	78		
Material: <b>Cartulina</b>				Alto relieve: Si		Distancia (m)	163	163	-		
Cantidad: <b>50025 pliegos (100000 unid)</b>				Maq: <b>YOUNG SHING</b>		Costo (Bs.)	-	-	-		
N°	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					Tiempo (min)	Distancia (m)	Cant. (unid)	OBSERVACIONES
			○	⇒	D	o	▽				
1	Acerca el material a la máquina	Transporte		*				8	3		Viene de las prensas
2	Carga material de prueba	Encaminado	*					2	-		
3	Busca el troquel en el casillero	Encaminado			*			15	28		
4	Busca papel para el plano de referencia	Encaminado			*			10	6		El técnico se encarga de buscar papel
5	Limpia la platina / rama	Limpieza			*			5	-		
6	Coloca y alinea el troquel a la rama	Encaminado			*			12	-		
7	Corrige el calce en la rama	Encaminado			*				-		
8	Obtiene el plano de referencia (papel de arreglo)	Encaminado			*			2	-		
9	Corta y coloca los filetes en las cuchillas	Encaminado			*			160	-		
10	Transfiere los filetes a la platina de la máquina	Encaminado			*			5	-		
11	Regula la presión de corte por primera vez	Regulado	*					3	-		
12	Redondea los filetes en la platina y los protege colocándole cinta adhesiva.	Encaminado			*			24	-		Redondeo necesario para cuidar las puntas de los filetes.
13	Coloca la placa de alto relieve	Encaminado			*			4	-		
14	Prueba 1	Encaminado	*					3	-		
15	Verifica línea de rillado y corte	Inspección				*		5	-		
16	Prueba 2	Encaminado	*					3	-		
17	Verifica línea de rillado y corte	Inspección				*		4	-		
18	Coloca cinta adhesiva al plano de referencia	Encaminado			*			16	-		
19	Regula la velocidad y presión de corte final.	Regulado			*			5	-		

20	Prueba 3	Encaminado	*					3	-		
21	Arma los pinos inferiores y superiores	Encaminado			*			35	-		
22	Apila papel, fuente de alimentación	Encaminado	*					12	-		
23	Retira desechos del material	Encaminado		*				15	120		
24	Traslada el material troquelado al almacén provisional	Encaminado		*				18	6		
25	Material en almacén	Encaminado					*				
26	Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema	Registro	*					3	-		
<b>TOTAL</b>			<b>7</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>372</b>	<b>163</b>	<b>-</b>	

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA.

En el siguiente grafico presentamos la comparación entre el método actual y el propuesto, el tiempo de ahorro en esta orden de producción es de 78 min un estimado del 17%.

**GRAFICO N° 3-3: RESUMEN MÉTODO ACTUAL – MÉTODO PROPUESTO (TROQUELADORA)**



### 3.5.4 CURSO GRAMA ANALÍTICO PEGADO PROCESO ACTUAL

En estas máquinas generalmente se asigna 1 técnico y 2 ayudantes, las tres personas realizan operaciones simultáneas para el funcionamiento de la máquina, con acciones como el armado de cajas o el corte de etiquetas para identificar las cajas, el apilado de material cerca de la entrada de la pegadora y limpieza del área de trabajo.

CURSO GRAMA ANALÍTICO PEGADORA ACTUAL											
Hoja N° 5 de 5						RESUMEN					
Área: Planta Offset - Área de Acabado – PEGADORA						ACTIVIDAD	Actual	Propuesto	Economía		
Fecha: 15/09/2016						Operación	6	-	-		
Realizado por: Susana Valenzuela Oblitas						Transporte	3	-	-		
Método				Actual	Propuesto	Espera	12	-	-		
Tipo		Operario	Material	Máquina	Inspección	9	-	-			
Descripción Orden de pedido OP: OFF07874 (Lab. COFAR)						Almacenaje	2	-	-		
Producto: Dispensador Trassil (50 sobres)				N° Puntos: 3		Tiempo (min)	50	-	-		
Material: Cartulina				Gramaje:		Distancia (m)	60	-	-		
Cantidad: 20000 unid				Maq: VEGA		Costo (Bs.)		-	-		
N°	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					Tiempo (min)	Distancia (m)	Cant. (unid)	OBSERVACIONES
			○	⇒	□	◦	▽				
1	Material en almacén provisional	Encaminado				*				Viene del troquelado	
2	Limpieza del área de trabajo	Limpieza			*		2			Acción realizada por ayudantes	
3	Verifica información (sobre)	Inspección			*					Técnico encargado	
4	Traslada material a la entrada de la máquina	Encaminado		*				12		Acción realizada por ayudantes	
5	Mide la caja a unir	Encaminado				*				Técnico encargado	
6	Coloca la pieza en el centro de las cintas y gradúa	Encaminado	*				5				
7	Establece el número de correas transportadoras y Regula distancia entre ellas	Preparación			*						
8	Regula la tensión en las correas	Preparación				*		8			
9	Regula los topes (escuadras) de la máquina	Preparación				*					
10	Arma las cajas para embalado	Encaminado			*		5			Acción realizada por ayudantes	
11	Requiere corte de etiquetas/guillotina	Encaminado		*				16			
12	Selecciona y coloca ganchos para doblar el material	Encaminado			*					Técnico encargado	
13	Verifica que se doble la caja de manera adecuada	Inspección				*	8				
14	Verifica que coincida con los cilindros inferiores	Inspección				*					
15	Verifica la densidad del pegamento	Inspección				*					
16	Inyecta pegamento de prueba a la caja adhiere dos puntos	Encaminado	*								
17	Regula, acomoda y programa la cantidad de pegamento por punto superior e inferior.	Programación	*				4				
18	Programa la distancia que existe entre piezas y cantidad de pegamento	Programación			*						
19	Acomoda los varillas adicionales para el pre doblado	Preparación			*		7				
20	Añadido el pegamento pasa al doblado definitivo	Encaminado	*				4				
21	Regula y determina la velocidad de trabajo de la pegadora	Programación			*						
22	Marca la longitud de la pieza en la máquina	Encaminado			*		5				
23	Utiliza el contador de la máquina y determina el numero para el embalado	Programación	*								
24	Regula la velocidad de pegado y salida	Programación	*								



25	Revisa que este no se desprenda	Revisión				*							
26	Revisa que no exista exceso de pegamento en la caja	Revisión				*			4				Acción realizada por ayudantes
27	Revisa que exista simetría en el pegado	Revisión				*							
28	Regula la presión en los rodillos de salida	Preparación				*			3				
29	Coloca topes a la salida de la máquina	Encaminado				*							
30	Traslada las cajas para despacho	Transporte			*					24			
31	Material en almacén de despacho	Encaminado						*					Almacén provisional
32	Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema	Registro				*			3				
<b>TOTAL</b>			<b>6</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>50</b>	<b>60</b>				

### 3.5.5 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

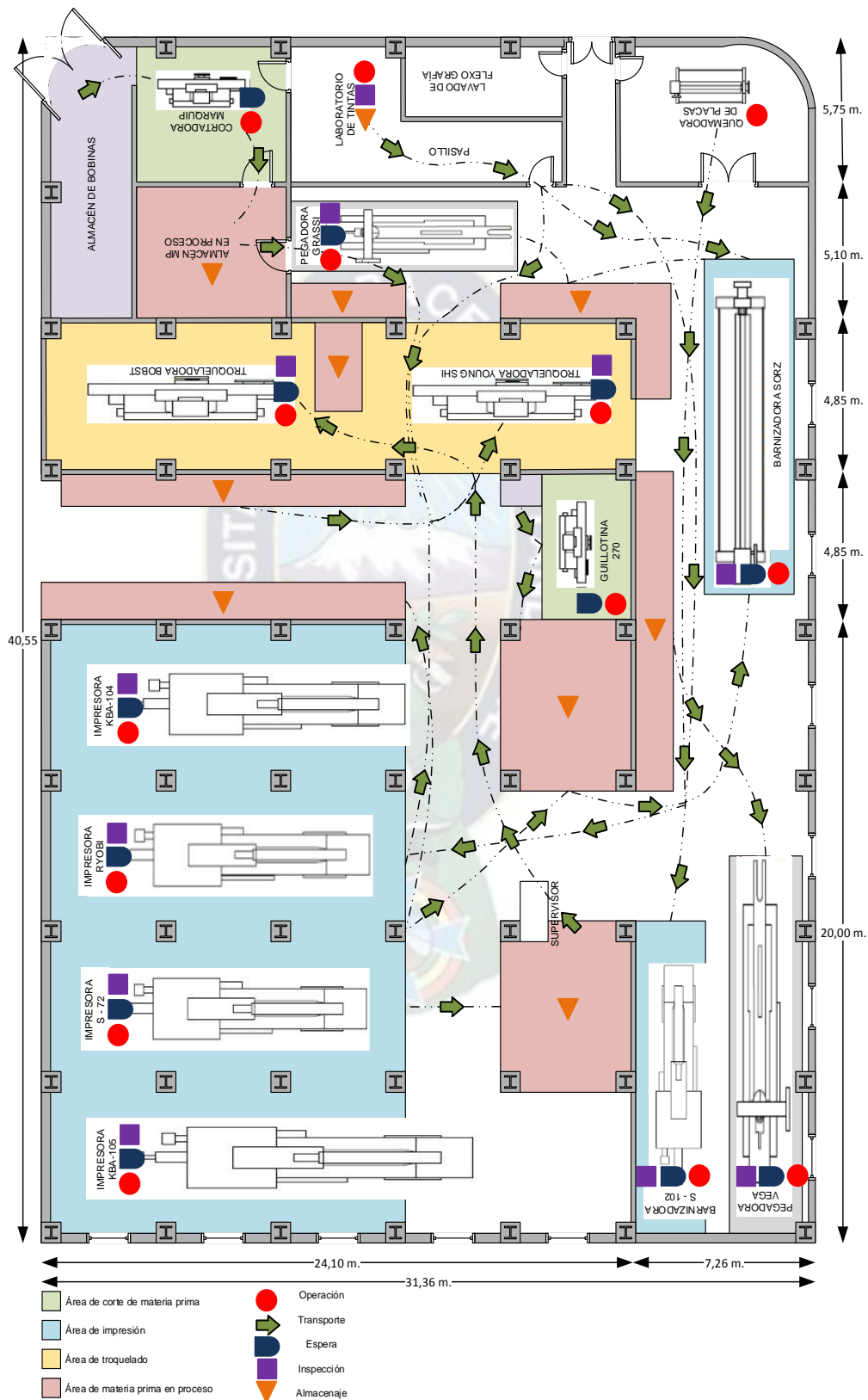
La distribución actual de la planta es la siguiente: (Anexo 2-1)

### 3.5.6 DIAGRAMA DE RECORRIDO

El diagrama permite visualizar la distribución de los procesos y la forma como se realizan los desplazamientos de acuerdo a los recorridos establecidos en planta donde se encuentran la maquinaria para impresión y post impresión se cuenta con espacios de almacenamiento para productos en proceso que son comunes en las diferentes máquinas que luego son distribuidos en los distintos procesos como barnizado, troquelado y pegado ubicadas estratégicamente, la guillotina y el almacén de materias primas también están ubicados en la misma área de tal manera de evitar las esperas innecesarias, con las distancias más cortas posibles.

Observamos que las áreas están agrupadas y definidas bajo criterios de afinidad en función a la disponibilidad de espacio que requiere cada máquina, los espacios designados a almacenaje de productos en proceso son invariables para cumplir con la condición de humedad y temperatura finalizada la impresión al menos 24 horas hasta que la tinta este seca, para pasar al siguiente proceso que puede ser barnizado, hot stamping o troquelado, etc.

GRÁFICO N° 3-4: DIAGRAMA DE RECORRIDO



FUENTE: Elaboración en base a información Departamento de Mantenimiento - ILBSA

La materia prima que ingresa puede estar en pliegos o en rollo y requerir el proceso de corte en la cortadora de rollo o la guillotina disponible está cerca al área de impresión que es donde comienza el proceso de producción, las impresoras están agrupadas de acuerdo a especificaciones técnicas.

Concluida esta etapa se puede pasar al siguiente proceso, las troqueladoras, las pegadoras tienen el material cerca una vez concluido el proceso vuelve a los puntos de recepción para que finalmente sea en jabado o enzunchado para pasar a despacho.

### **3.5.7 CAUSAS DE PARADAS NO PROGRAMADAS DURANTE EL PROCESO**

Son enumeradas de la siguiente manera:

- ▶ Suspender un trabajo de una máquina en mitad del proceso para darle espacio a otro.
- ▶ Incurrir en tiempo extra de producción que los clientes no pagan.
- ▶ Máquinas detenidas por esperas de papel, planchas, aprobaciones, entre otros.
- ▶ Mantenimientos programados que se evaden o son pospuestos de manera frecuente, debido a ocupación o requerimientos productivos por parte del cliente, lo que lleva a la falta de mantenimiento o deficiencia en su realización, poca atención a la limpieza y/o entrenamiento inadecuado del personal.
- ▶ Fallas en la programación de los trabajos detienen las máquinas sin estar listas para su operación.
- ▶ Cuellos de botella en proceso.
- ▶ Diseños y/o diagramaciones incorrectas.
- ▶ Materias primas sin especificaciones requeridas, que se compran por el precio y no por la calidad o compatibilidad.

- Falta de comunicación entre clientes y procesos de la empresa.
- Procesos en espera por otros procesos.
- Tiempo gastado por las personas en busca de herramientas y materiales.
- Ajustes frecuentes de los equipos durante el aislamiento y arreglos lentos.
- Falta de comprensión de las instrucciones de trabajo (ordenes de producción, pruebas digitales) debido a información deficiente o imprecisa.
- El inicio de trabajos demasiado antes que el cliente o el siguiente proceso lo necesite.
- Falta de definición adecuada para los reprocesos o daños (siendo estos errores detectados después de la impresión), su medición, frecuencia y costo.
- Velocidades de impresión más lentas de lo esperado y paradas no programadas.
- No aprovechar el conocimiento de las personas, entre otros aspectos.

La problemática anteriormente expuesta, resalta la necesidad de reestructurar y optimizar sus procesos, mediante la implementación de modelos de gestión y/o herramientas de mejoramiento continuo cuya aplicación ya ha sido probada en otros sectores y contextos industriales.

### **3.6 SEGURIDAD INDUSTRIAL**

Aunque la realización de esta tarea puede comportar otros riesgos, solo se tratarán de los derivados de la exposición a solventes orgánicos.

Las vías de entrada más importantes de los disolventes orgánicos son la vía inhalatoria y la vía dérmica. Los disolventes de limpieza son de composición muy variable, por lo que es muy importante consultar las fichas de seguridad de los

productos utilizados para conocer los daños para la salud específicos de los productos que son utilizados en la empresa a continuación se indican los daños para la salud generales derivados de la exposición a disolventes orgánicos.

Los efectos provocados a corto plazo o agudos (exposiciones a cantidades elevadas de disolventes en periodos de tiempos cortos) suelen ser alteraciones reversibles si cesa la exposición. Son fundamentalmente:

- Irritación ocular.
- Irritación del tracto respiratorio superior.
- El contacto con la piel puede provocar eczema e irritación cutánea, ya los solventes disuelven las propias grasas de la piel.
- Efectos sobre el sistema nervioso central (SNC), como somnolencia, dolores de cabeza, náuseas y vómitos, mareos, etc. Si la exposición a elevadas cantidades se prolonga, los efectos sobre el SNC pueden acarrear la pérdida de conocimiento y provocar la muerte.

Los efectos a largo plazo o crónicos (exposiciones frecuentes y en periodos de tiempo largos), aunque igualmente muy graves, no son tan evidentes. Muchas veces los síntomas leves iniciales como lagrimeo, mareos, disminución de la comprensión, etc., son atribuidos a la edad, a los hábitos sociales o a otras causas subjetivas exteriores. A largo plazo los disolventes pueden tener efectos tóxicos en casi todos los órganos del cuerpo humano:

- Efectos en el sistema nervioso central.
- Efectos en los riñones.
- Efectos en el sistema digestivo: pérdida de apetito, náuseas, mal sabor de boca, incluso algún disolvente puede tener efectos en el hígado.
- Efectos en los pulmones dificultad respiratoria.

- Efectos en la piel: casi todos los disolventes pueden ser absorbidos por la piel normal, produciendo enrojecimiento, urticaria y sequedad.
- Cáncer: algunos son cancerígenos (tricloroetileno) y otros pueden facilitar la aparición de tumores.
- Efectos sobre la reproducción y el feto: se sospecha que el tolueno puede producir daños en el feto. En general los disolventes pueden transmitirse al niño por la leche materna durante la lactancia.

### **3.6.1 FACTORES DE RIESGOS MÁS IMPORTANTES**

- ***Características específicas de los disolventes utilizados:***

- \* Capacidad de los disolventes para pasar al ambiente (volatilidad).
- \* Grado de solubilidad en lípidos (liposolubilidad), de gran influencia tanto en la absorción vía dérmica como por vía inhalatoria (en los alveolos).
- \* Porcentaje de disolventes orgánicos en el producto de limpieza utilizado.

- ***Ausencia o deficiencia de medidas preventivas adecuadas:***

- \* Máquinas específicas de lavado sin sistemas de extracción localizada o con deficiencias.
- \* Ventilación general por dilución deficiente del lugar de trabajo.
- \* No utilización o mal uso de equipos de protección individual.

- ***Ausencia o deficiencia de procedimientos de trabajo adecuados:***

***Condiciones específicas de trabajo:***

- \* Temperatura de las superficies a limpiar.
- \* Condiciones ambientales: temperatura del local.

- \* Posición de la cabeza del operario con relación a la superficie a limpiar.
- \* Proximidad de trabajadores a los focos de emisión.
- \* Ausencia de aislamiento de la tarea.
- \* Alto número y proximidad de focos de emisión, especialmente cuando la limpieza es directa en las máquinas por no poder retirar los rodillos o cilindros de las mismas.

***Carga de trabajo y duración de la tarea:***

- \* Depende de cada proceso productivo (Nº de pedidos, complejidad de impresión, cantidad de tinta seca, cantidad de fibras e hilos de papel, etc.), lo cual influye en el tiempo de exposición.

### **3.6.2 MEDIDAS PREVENTIVAS**

Una vez identificados los factores de riesgo deben adoptarse medidas preventivas dirigidas, en primer lugar, a eliminar el riesgo. Cuando ello no sea posible habrá que implementar medidas preventivas de control y de protección del trabajador para reducir el nivel de riesgo.

- ▶ ***Medidas de eliminación de Riesgo: Sustituir los disolventes orgánicos por:***
  - \* Agua caliente y cepillos.
  - \* Agua a presión.
  - \* Agua con detergente.
  - \* Uso de productos de limpieza basados en aceites vegetales (por ejemplo aceite de soja).
- ▶ ***Medidas de reducción y control de Riesgo: medidas sobre el agente químico.***

\* Sustitución de los productos de limpieza que contengan los disolventes orgánicos con efectos más graves, especialmente los clasificados como cancerígenos, por otros menos dañinos.

\* Uso de productos de limpieza basados en emulsiones en base acuosa (por ejemplo: disoluciones acuosas de tipo terpeno, como d-limoneno).

► **Medidas sobre el proceso:**

\* Utilización de máquinas de impresión dotadas de limpieza automática de alta presión.

\* Utilización de baños de lavado, manuales o automáticos, dotados de sistemas de extracción localizada.

\* Los caudales de aspiración del sistema de extracción se ajustaran a las características físicas y toxicológicas de los contaminantes generados, implantando un sistema de controles periódicos que permitan garantizar su eficacia, en base a las características de los agentes químicos asociados a esta tarea se recomienda una velocidad mínima de captura de contaminantes de 0,5 a 1,0 m/s y una velocidad de conducto de entre 5,0 y 10,0 m/s.

### 3.7 CONCLUSIONES

Las inspecciones planificadas permiten una mayor preparación y son más eficaces porque tanto el inspector como el inspeccionado pueden prepararlas mejor. Sin embargo, las no planificadas tienen la ventaja de mostrar un cuadro más real pero el inconveniente de ser peor recibidas y en ocasiones fallidas.

En la inspección planeada del trabajo, se suele descomponer el trabajo en fases, las cuales se evaluarán y estudiarán con el objetivo de poder identificar peligros y disfunciones y posteriormente adoptar medidas de control necesarias.



## CAPÍTULO 4

### 4 APLICACIÓN DE LA TÉCNICA SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE)

La aplicación de la técnica se establece sobre la necesidad de equilibrar las tareas de aislamiento en el proceso evitando la pérdida en búsqueda de herramientas.

La técnica trata del ajuste rápido de los procesos para mejorar los niveles de producción en series correctas se obtiene por medio de la técnica SMED y que se puede complementar con otras técnicas que deberán ser de cumplimiento obligatorio como el trabajo estandarizado que busca que los procedimientos establecidos se ejecuten de manera correcta, así como la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total que lleve a que los equipos operen de manera segura y disponibles en el momento en se requiera.

#### 4.1 INTRODUCCIÓN AL SMED

Single Minute Exchange of Die (SMED) significa el cambio de herramienta en un solo dígito de un minuto, es decir que este por debajo de los 10 minutos, es el tiempo que necesita la prensa para cambiar la producción de un producto a otro, desde el momento en que la última hoja de un trabajo es depositada en la salida de la prensa y durante todo el proceso hasta que la prensa este produciendo hojas buenas del siguiente trabajo, es así como el aislamiento se convierte como un objetivo primordial el tratar de reducir al máximo los diferentes desperdicios que se presentan.

El método busca eliminar o disminuir el tiempo de paro de las máquinas, durante la espera que tiene lugar mientras están listas para operar, establecen que el SMED sirve para: reducir el tiempo de preparación y volverlo productivo, reducir el tamaño del inventario, reducir el tamaño de lotes de producción y producir varios modelos o productos el mismo día en la misma máquina o línea de producción y como

complemento se tiene como clave la observación detenida del entorno y la zona de trabajo, para determinar cómo se hacen las cosas y así proceder a mejorarlas.

Las tareas que se deben conocer son las siguientes: operaciones de montaje y desmontaje, operaciones de manufactura, operaciones de ajuste y calibración, fabricación de piezas y operaciones para el surtido de materiales.

Para tal fin, a partir de una muestra de productos, se obtiene la distribución de tiempos de cambio de las diferentes operaciones. El cálculo del tiempo promedio por unidad se considera necesario para establecer cuál es el tiempo requerido para una operación, para lo cual en la expresión (10), se establecen los parámetros, convirtiéndose en una fuente de información previa para la identificación de posibles desperdicios asociados.

$$T_U = \text{Tiempo por unidad} \quad T_U = [C * T_P] / [N] = \text{min. Para elaborar una unidad} \quad (10)$$

Donde:  $T_U = [422 * 0.2] / [10000] = 0.00844 \text{ min./elaborar una unidad}$

C = Tiempo de cambio promedio

T<sub>P</sub> = Tiempo promedio para elaborar una unidad

N = Cantidad de unidades a producir

Lo anterior como objetivo final de disminuir los tiempos de preparación y mejorar la flexibilidad del proceso, que lleve a elaborar productos en tiempos más cortos en cada máquina.

## 4.2 OPERACIONES DE CAMBIO DE CALIBRE

Es importante considerar se emplearan dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos con el uso del cronometro, el continuo y el de regreso a cero.

Método Continuo, el método continuo se emplea para tareas que son muy concretas, que son difíciles de dividir en subtareas; luego consiste en dejar que el cronometro correr desde que se empieza la tarea hasta que se termina, registrando el tiempo total.

Método regreso a cero, en el método de regresos a cero el cronometro se lee a la terminación de cada subtarea y luego se regresa a cero inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronometro parte de cero. El tiempo final será la suma de los tiempos de cada subtarea en la que se ha dividido la tarea. Se empleó una combinación de ambos métodos.

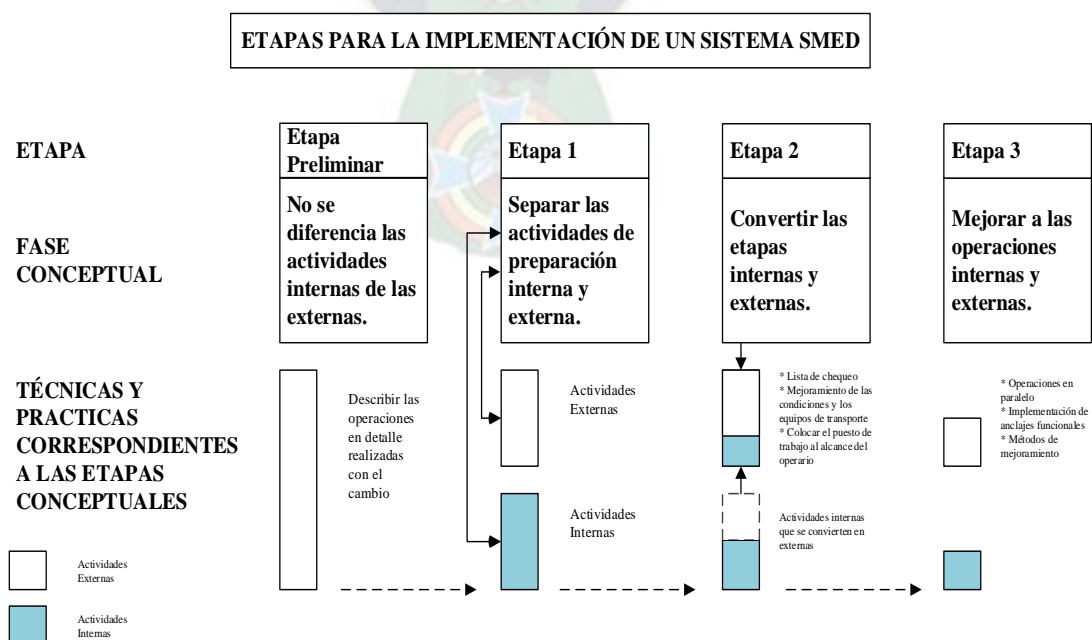
### 4.3 ETAPAS EN EL CAMBIO DE CALIBRE

Las etapas suceden cuando existe un cambio en las órdenes de producción, lo que es recomendable en las prensas sean direccionadas de un número menor a mayor de colores, para las pegadoras es conveniente que los estuches sean de grandes a pequeños por el arreglo que necesita en las correas transportadoras.

### 4.4 FASES DE APLICACIÓN DEL SMED

Presentamos un resumen de las actividades a seguir en la implementación del Sistema.

**GRAFICO N° 4-1: ETAPAS DE APLICACIÓN DEL SMED**



#### 4.4.1 ETAPA PRELIMINAR

Se realiza un análisis de la situación inicial y que corresponde a no diferenciar entre actividades internas y externas, para lo cual se revisan los resultados de tiempos por cada una de las diferentes tareas del proceso durante el periodo de tiempo, adicionalmente se realiza el registro observando y totalizando el tiempo total de cambio.

##### 4.4.1.1 ETAPA PRELIMINAR PRENSA

En esta etapa detallamos las operaciones de cambio en la prensa sin distinguir las que corresponden a internas y externas con sus tiempos promedios de duración, según los resultados obtenidos del análisis del periodo de referencia y complementados con otras actividades como: entrevistas a cada uno de los operarios de las diferentes prensas, observación de las actividades de cambio y clasificación de los criterios con sus tiempos que la empresa tiene establecido, el cuestionario realizado se observó lo siguiente: Anexo 4.1

**CUADRO N° 4-1: PROPORCIÓN TIEMPOS DE CAMBIO POR OPERACIÓN-PRENSA<sup>1</sup>**

OPERACIÓN DE CAMBIO	PROPORCIÓN DE TIEMPO	Actividades asociadas por afinidad
Limpieza (área de trabajo)	2,15 %	L
Verifica información (sobre)	1,61 %	N
Regula y carga papel (fuente alimentación)	3,76 %	N
Coloca paleta a la salida de la máquina y regula la caída de la cartulina		N
Retira tinta y lava sistema de entintado	2,69 %	L
Mide la temperatura y el pH, conductividad de la solución		L
Limpia cilindros porta-plancha	1,61 %	L
Limpia cilindros porta-caucho	1,61 %	L
Retira y limpia la plancha anterior	4,30 %	L
Dobla y coloca la plancha de la OP (nueva) en sus respectivos cuerpos	<b>15,05 %</b>	N
Carga y esparce la tinta en el sistema	<b>8,06 %</b>	N
Busca maculas solicita refile en guillotina	4,30 %	N

<sup>1</sup> El porcentaje de los tiempos son el resultado de dividir los tiempos parciales entre el total

Carga maculas en la entrada-máquina	1,08 %	N
Gradúa la salida de tinta	5,38 %	N
Establece la velocidad del tiraje	2,15 %	I
Realiza la primera impresión	4,30 %	I
Revisa y ajusta calce de la impresión	2,15 %	I
Verifica el tono y color		I
Corrige tono, color y calce	1,61 %	I
Realiza segunda impresión	3,23 %	I
Revisa tono, color y calce	2,69 %	I
Corrige tono y color		I
Realiza tercera impresión	2,69 %	I
Revisa tono y color	1,61 %	I
Lleva la hoja al supervisor para su aprobación	0,54 %	N
Espera aprobación	6,45 %	N
Devuelve la hoja a la mesa de trabajo	0,54 %	N
Retira las maculas utilizadas y no utilizadas	1,61 %	N
Traslada las maculas a la playa de desechos	1,08 %	N
Vacía y limpia los tinteros	4,30 %	L
Lava y retira las planchas	5,38 %	L
Traslada las planchas a la mesa de trabajo	1,08 %	N
Limpia los cilindros porta-cauchos	2,15 %	L
Limpia los cilindros porta plancha	2,15 %	L
Lava las racletas	1,08 %	L
Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema	1,61 %	N

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

Así determinamos que es 27,42% del tiempo es utilizado en actividades de limpieza (L), el 52,15% se emplea en actividades que no agregan valor a la impresión (N) y en especial la operación del alistamiento de máquina, con una participación del 20,43% del tiempo (I), es la de mayor relevancia dentro de la operación porque de ella depende una buena calidad en la impresión.

En lo que corresponde al mantenimiento y limpieza posterior a la finalización del trabajo absorbe una porción de tiempo que afecta al proceso siguiente, por lo cual se podría considerar su replanteo. Por otra parte el cálculo del tiempo promedio por unidad es recomendable conocerlo para poder responder al interrogante sobre el tiempo necesario de llevar a cabo una operación de cambio, evitando aspectos subjetivos que el operario pueda manifestar como: depende, quizás, probablemente, menos seguro, entre otros que llevan ambigüedades y falencias en los tiempos de operación.

#### 4.4.1.2 ETAPA PRELIMINAR TROQUELADORA

En adelante detallamos las operaciones necesarias para el encaminado y preparación del cambio de una OP todas son realizadas por el único operador asignado a la máquina durante un turno de trabajo, si fuera necesario ocupar parte de tiempo del siguiente turno terminara el trabajo el siguiente operador.

**CUADRO N° 4-2: PORCENTAJE TIEMPOS DE CAMBIO POR OPERACIÓN-TROQUELADO**

OPERACIÓN DE CAMBIO	PROPORCIÓN DE TIEMPO
Limpieza (área de trabajo)	4,74 %
Verificación información (sobre)	0,71 %
Busca el troquel en el casillero	3,55 %
Busca papel para el plano de referencia	2,37 %
Limpia la platina / rama	1,18 %
Coloca y alinea el troquel a la rama	2,84 %
Verifica calce y registro del troquel	1,42 %
Corrige el calce en la rama	
Obtiene el plano de referencia (papel de arreglo)	0,47 %
Corta y coloca los filetes en las cuchillas	<b>37,91 %</b>
Transfiere los filetes a la platina de la máquina	1,18 %
Regula la presión de corte por primera vez.	0,71 %
Redondea los filetes en la platina y los protege colocándole cinta adhesiva.	5,69 %
Coloca la placa de alto relieve	0,95 %
Prueba 1	0,71 %
Verifica línea de rillado y corte	1,18 %
Regula la presión de corte por segunda ocasión	0,47 %
Prueba 2	0,71 %
Verifica línea de rillado y corte	0,95 %
Coloca cinta adhesiva al plano de referencia	3,79 %
Regula la velocidad y presión de corte final.	1,18 %
Prueba 3	0,71 %
Arma los pinos superiores	<b>8,29 %</b>
Arma los pinos inferiores	<b>8,29 %</b>
Toma pinzas de ajuste de salida del formato de hoja	0,95 %
Salida des troquelado	1,90 %
Carga la pila de alimentación	2,84 %
Retira desechos del material	3,55 %
Registra información de producción en el cuaderno y el sistema	0,71 %

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA.

El Cuadro N° 4.2 muestra que para este proceso el cortado y colocado de filetes ocupa el (37,91% aprox.) del tiempo total por los detalles que tiene este trabajo es tal vez uno de los más importantes porque de ello depende el corte y acabado final del material y es un trabajo minucioso de tal manera de no dañar el material, también el armado de los pinos superiores e inferiores para el des troquelado se realiza en la misma máquina y ocupa un 16,6% del tiempo total.

Lo que se espera en general es que en todas las operaciones posteriores se pueda reducir al menos en un **20%** del tiempo total. Las otras actividades aportan algo menos de la mitad del tiempo necesario para el encaminado y se realizan en la máquina parada.

El replanteo para el ahorro de tiempo en la primera actividad detallada podría prepararse el troquel con los filetes colocados en pre prensa, sin embargo el análisis económico determinara su conveniencia o no con algunas variables a considerar como el volumen de producción, los detalles que pueda tener OP, el costo de la mano de obra del técnico operador (troqueladora) contra el costo de la mano de obra en pre prensa.

#### **4.4.1.3 ETAPA PRELIMINAR PEGADORA**

Con referencia a las pegadoras se tiene muy buen rendimiento en lo que respecta al encaminado y preparación, la habilidad de los técnicos y el compromiso con su trabajo tienen un rol importante.

Muchas de las actividades son simultaneas, los ayudantes preparan lo necesario para el funcionamiento de la máquina entre tanto el técnico se encarga de los arreglos necesarios de acuerdo a las órdenes de producción, el 16% del tiempo se emplea para colocar los ganchos seleccionando el tamaño adecuado a la OP, el 14% se ocupa en establecer el pre doblado y posterior dosificación de pegamento.

Los tiempos son considerados desde el traslado del material del proceso anterior, cerca de la maquina hasta el embalado del producto en cajas.

**CUADRO N° 4-3: PORCENTAJE TIEMPOS DE CAMBIO POR OPERACIÓN-PEGADO**

OPERACIÓN DE CAMBIO	PROPORCIÓN DE TIEMPO
Limpieza del área de trabajo.	4 %
Verifica información (sobre).	10 %
Traslada material a la entrada de la máquina.	
Mide la caja a unir.	
Coloca la pieza en el centro de las cintas y gradúa.	
Establece el número de correas transportadoras y Regula distancia entre ellas.	
Regula la tensión en las correas.	
Regula los topes (escuadras) de la máquina.	
Arma las cajas para embalado.	10 %
Requiere corte de etiquetas/guillotina.	16 %
Selecciona y coloca ganchos para doblar el material.	
Verifica que se doble la caja de manera adecuada.	
Verifica que coincida con los cilindros inferiores.	8 %
Verifica la densidad del pegamento.	
Inyecta pegamento de prueba a la caja adhiere dos puntos.	
Regula, acomoda y programa la cantidad de pegamento por punto superior e inferior.	
Programa la distancia que existe entre piezas y cantidad de pegamento.	
Acomoda las varillas adicionales para el pre doblado.	14 %
Añadido el pegamento pasa al doblado definitivo.	8 %
Regula y determina la velocidad de trabajo de la pegadora.	10 %
Marca la longitud de la pieza en la máquina.	
Utiliza el contador de la máquina y determina el número para el embalado.	
Regula la velocidad de pegado y salida.	8 %
Revisa que este no se desprenda.	
Revisa que no exista exceso de pegamento en la caja.	
Revisa q exista simetría en el pegado.	6 %
Regula la presión en los rodillos de salida.	
Coloca topes a la salida de la máquina.	6 %
Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema.	

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA.

#### 4.4.2 ETAPA 1: FASE DIVIDIDA

Separar las operaciones internas de las externas: a partir de la identificación de las tareas u operaciones del proceso seleccionado y que corresponden a los cambios, sin



pensar en cambios radicales, se catalogan las operaciones entre internas y externas, siendo las primeras las realizadas con la máquina detenida y las segundas las que se pueden ejecutar con la máquina en operación.

Lo anterior lleva a agrupar las diferentes operaciones de cambio en las tareas principales del proceso seleccionado; así mismo se totalizan los tiempos para las operaciones internas y las externas para obtener el tiempo de cambio promedio, según la expresión (11).

$$C = [\Sigma T_{oi} + \Sigma T_{oe}] \quad (11)$$

Donde:

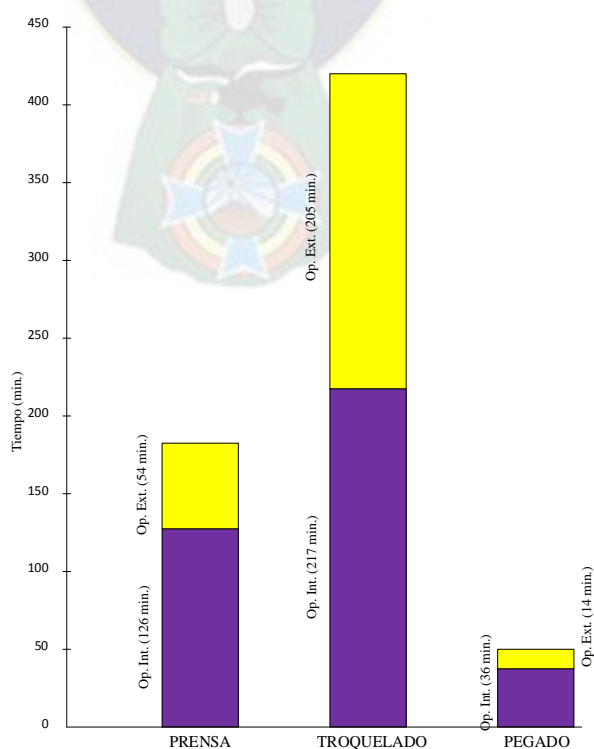
C = Tiempo de cambio promedio

$T_{oi}$  = Tiempo de operaciones internas

$T_{oe}$  = Tiempo de operaciones externas

De la expresión (11) tenemos el siguiente resumen:

**GRAFICO N° 4-2: TIEMPO DE CAMBIO PROMEDIO**



**CUADRO N° 4-4: TIEMPO DE CAMBIO PROMEDIO**

MÁQUINA	OP. INTERNA	OP. EXTERNA	TIEMPO DE AHORRO	TIEMPO DE CAMBIO PROMEDIO
Prensa	126 min.	54 min.	<i>27 min.</i>	180 min.
Troquelado	217 min.	205 min.	<i>156 min.</i>	422 min.
Pegado	36 min.	14 min.	<i>8 min.</i>	50 min.

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

**4.4.2.1 ETAPA 1 PRENSA**

Identificación de actividades internas y externas para los cambios en el proceso de prensa – posterior a la definición de las operaciones de cambio del proceso de prensa y los promedios de tiempos presentados, se procede a clasificar las operaciones en internas que corresponden a aquellas que se realizan con la prensa detenida y las externas que son las actividades que se realizan con la prensa en operación.

**CUADRO N° 4-5: ETAPA 1 PRENSA**

TAREA	OPERACIÓN	TIEMPO Min.	OP. INTERNA	OP. EXTERNA
A	1	14		✓
	2		✓	
	3		✓	
	4		✓	
B	5	11	✓	
	6		✓	
	7		✓	
	8		✓	
C	9	30		✓
	10		✓	
D	11	39	✓	
	12			✓
	13		✓	
	14		✓	
	15		✓	
E	16	34	✓	
	17		✓	
	18		✓	
	19		✓	
	20		✓	
	21			✓
	22		✓	

		23		✓	
		24			✓
F	Lleva la hoja impresa a aprobación y regresa.	25	14		✓
		26		✓	
		27		✓	
G	Retira y traslada la macula a la playa de desecho.	28	5		✓
		29		✓	
H	Vacía y limpia los cilindros, las planchas y los tinteros.	30	30	✓	
		31		✓	
		32			✓
		33		✓	
		34		✓	
		35			✓
I	Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema.	36	3		✓
<b>TOTAL TIEMPO</b>			<b>180</b>		

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA.

#### 4.4.2.2 ETAPA 1 TROQUELADORA

Separación de actividades externas e internas, en el troquelado se pueden realizar más cambios externamente que en cualquier otra operación, como se observó el colocado de filetes en el troquel es una de las tareas que mayor tiempo ocupa, en lo que respecta el armado de los pinos para el desgaje se realiza en máquina y es una operación que también depende los detalles del trabajo asignado.

**CUADRO N° 4-6: ETAPA 1 TROQUELADORA**

	TAREA	OPERACIÓN	TIEMPO Min.	OP. INTERNA	OP. EXTERNA
A	Limpia y verifica la información aprobada, se aprovisiona del troquel y papel para el plano de referencia.	1	48		✓
		2		✓	
		3			✓
		4			✓
B	Limpia la rama, coloca y alinea el troquel en ella, obtiene el plano de referencia.	5	25	✓	
		6		✓	
		7		✓	
		8		✓	
		9		✓	
C	Corta y coloca los filetes y los transfiere a la platina.	10	165		✓
		11		✓	
D		12	31	✓	

	Programa la presión de corte, coloca el alto relieve y protege los filetes en la platina.	13		✓	
		14		✓	
<b>E</b>	Realiza el troquelado y mejora la calidad del corte adecuando el plano de referencia con cinta adhesiva.	15	41	✓	
		16		✓	
		17		✓	
		18		✓	
		19		✓	
		20			✓
		21		✓	
		22		✓	
<b>F</b>	Fase final del troquelado para el retiro de desperdicio arma los pinos superiores e inferiores, regula la medida las pinzas del papel.	23	74	✓	
		24		✓	
		25		✓	
<b>G</b>	Carga la pila de alimentación, retira desechos de la máquina.	26	35		✓
		27		✓	
		28			✓
<b>H</b>	Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema	29	3		✓
<b>TIEMPO TOTAL</b>			<b>422</b>		

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA.

#### 4.4.2.3 ETAPA 1 PEGADORA

Las dos máquinas analizadas tienen buen rendimiento, los operadores de ambos turnos trabajan de manera comprometida generalmente siempre se cumple con el plan asignado desde programación.

Siendo que todos los trabajos son diferentes y que se trabaja bajo órdenes de pedido en esta etapa no es posible adelantar ninguna operación porque es la etapa final de cualquier producto el aislamiento de la máquina es bastante complicado.

**CUADRO N° 4-7: ETAPA 1 PEGADORA**

	TAREA	OPERACIÓN	TIEMPO Min.	OP. INTERNA	OP. EXTERNA
<b>A</b>	Limpia y verifica la información aprobada, traslada material a la entrada de la máquina.	1	2		✓
		2		✓	
		3			✓
<b>B</b>	Mide la caja, gradúa las cintas, regula la tensión y establece el número a utilizar. Coloca los topes (escuadras) en la máquina.	4	5	✓	
		5		✓	
		6		✓	
		7		✓	

		8		✓	
C	Arma las cajas y las identifica.	9	5		✓
		10			✓
D	Realiza las primeras pruebas de pegado, acomoda ganchos, cilindros inferiores, verifica densidad del pegamento para puntos superiores e inferiores. Acomoda varillas para el pre doblado y verifica pegado final.	11	23	✓	
		12		✓	
		13		✓	
		14		✓	
		15		✓	
		16		✓	
		17		✓	
		18		✓	
E	Regula la velocidad de pegado, programa el contador de la máquina y establece la distancia entre caja y caja.	19	5	✓	
		20		✓	
		21		✓	
		22		✓	
F	Realiza control de calidad, controla el pegado, cantidad de pegamento.	23	4	✓	
		24		✓	
		25		✓	
G	Regula la presión de salida y coloca los topes de alimentación.	26	3	✓	
		27		✓	
H	Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema	28	3		✓
<b>TIEMPO TOTAL</b>			<b>50</b>		

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

El Cuadro 4.6 muestra que las operaciones internas son prácticamente irremplazables a diferencia del proceso de impresión la limpieza es superficial, el pegamento siempre será el mismo para todas los trabajos, este proceso produce la mínima cantidad de desechos y sus desplazamientos son cortos con relación a los otros dos procesos analizados.

#### 4.4.3 ETAPA 2: FASE TRASPASO

Convertir operaciones internas en externas y mover actividades externas fuera del paro. El objetivo es reducir el tiempo de aislamiento interno buscando que la mayoría de las operaciones de cambio relacionadas con el tiempo de aislamiento se realicen como si fuesen actividades externas con la máquina en operación; para tal fin se evalúa cada operación consideración la alternativa de convertirla de interna a externa.

#### 4.4.3.1 ETAPA 2 PRENSA

Convertir operaciones internas en externas: dentro del análisis de las actividades internas se busca que la mayoría de actividades relacionadas con la revisión, recepción, transporte, esperas, se realizan como si fueran operaciones externas, para lo cual es necesario generar un espacio con los mismos operarios para desarrollar estrategias que apunten a responder algunas preguntas como:

- Es requerida la operación en el momento?
- Cuál es el objetivo de la operación?
- Es necesario detener la máquina para realizar la operación?
- Es posible combinar la operación con otra de manera simultánea?
- La operación se puede realizar fuera de la máquina?

En el proceso de impresión la mayoría de las operaciones se realizan en la máquina detenida, el ajuste de las planchas, llegar a la tonalidad del color, graduar la presión, carga de tinta, verificar la densidad y la limpieza de los cuerpos impresores todas estas tareas se realizan dentro la máquina.

De igual manera algunas operaciones son simultaneas y son realizadas por técnicos y operadores de manera conjunta, en el caso de las máquinas que tienen asignado a más de una persona dado que el proceso del troquelado está a cargo de un solo técnico es quien realiza todas las operaciones incluido el transporte y retiro de desechos.

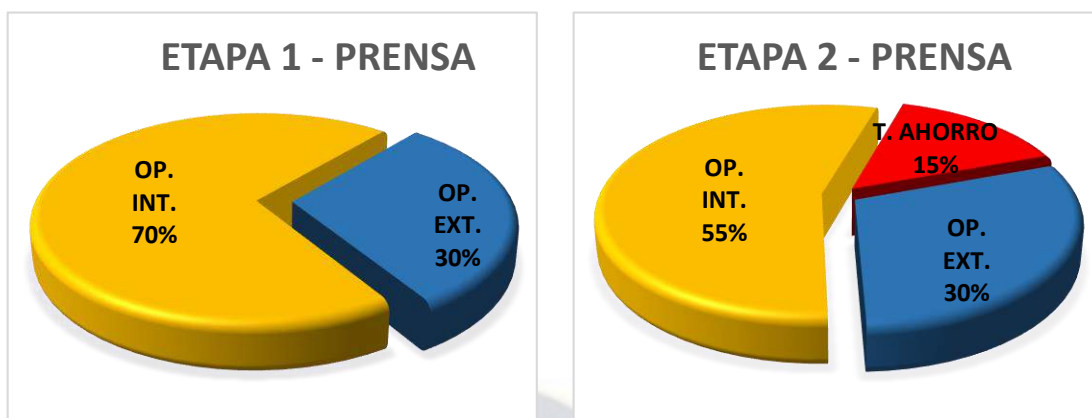
Realizamos este análisis en cada proceso de la producción en esta etapa las preguntas nos ayudaran a identificar cuáles de las operaciones pueden ser reemplazadas, la respuesta de ellas nos permitirán dividir las fases del sistema en operaciones internas y externas.

El Cuadro 4.8 muestra que solo las operaciones 2 y 3 se pueden cambiar de internas a externas, el resto de las operaciones se realizan con las máquinas detenidas los tiempos que consumen estas son mínimos en comparación al total que se ocupa en el encaminado y preparación de la máquina.

**CUADRO N° 4-8: ETAPA 2 PRENSA**

	TAREA	OPERACIÓN	TIEMPO Min.	OP. INT.	OP. EXT.	OP. INT.	OP. EXT.
A	Limpia, verifica la información aprobada y carga la pila de alimentación.	1	14		✓		✓
		2		✓	→	✓	
		3		✓	→	✓	
		4		✓		✓	
B	Limpieza y medición de variables.	5	11	✓		✓	
		6		✓		✓	
		7		✓		✓	
		8		✓		✓	
C	Retira plancha anterior y coloca planchas de la OP	9	30		✓		✓
		10		✓		✓	
D	Carga y gradúa la tinta, coloca papel de prueba (macula) y establece la velocidad de impresión.	11	39	✓		✓	
		12			✓		✓
		13		✓		✓	
		14		✓		✓	
		15		✓		✓	
E	Imprime y verifica la calidad de la impresión	16	34	✓		✓	
		17		✓		✓	
		18		✓		✓	
		19		✓		✓	
		20		✓		✓	
		21			✓		✓
		22		✓		✓	
		23		✓		✓	
F	Lleva la hoja impresa a aprobación y regresa.	24	14		✓		✓
		25			✓		✓
		26			✓		✓
G	Retira y traslada la macula a la playa de desecho	27	5		✓		✓
		28			✓		✓
H	Vacía y limpia los cilindros, las planchas y los tinteros.	29	30	✓		✓	
		30		✓		✓	
		31			✓		✓
		32		✓		✓	
		33		✓		✓	
		34		✓		✓	
I	Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema	35	3		✓		✓
		36			✓		✓
<b>TOTAL TIEMPO</b>			<b>180</b>				

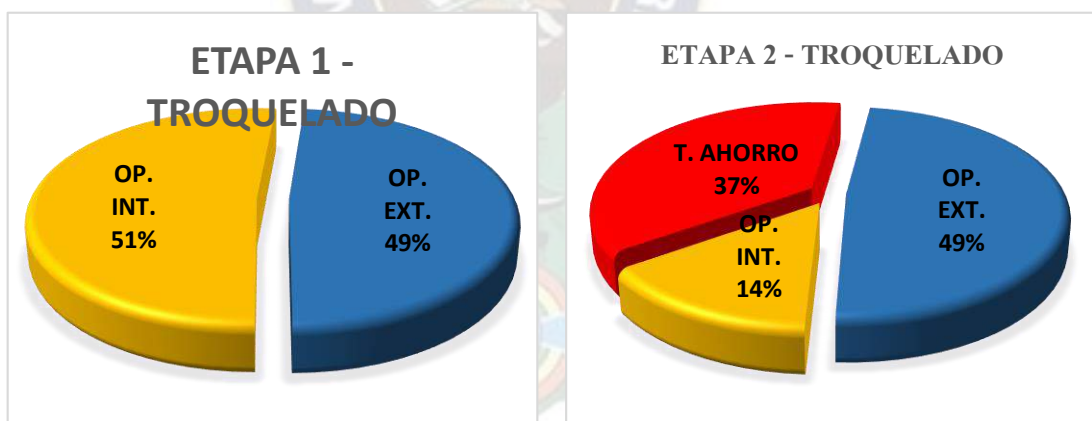
FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA.



En la identificación y el cambio de operaciones de internas a externas el tiempo economizado es de aproximadamente el 15%.

#### 4.4.3.2 ETAPA 2 TROQUELADORA

El tiempo de encaminado de la máquina es de alrededor de 7 horas generalmente, aunque se tiene información que en algún momento puede ocupar parte del siguiente turno debido a los detalles que pueda contener el trabajo a realizar.



Los datos muestran que el tiempo de ahorro en este proceso es importante, por ello la conveniencia de la aplicación de la técnica.

La OP OFF07825 analizada solo tiene 2 nutzen's y alto relieve en su diseño, sin embargo es posible que la orden de pedido tenga mayores detalles lo que incrementa el tiempo de trabajo para el colocado de los filetes en el troquel, siendo que todas estas operaciones son manuales y con máquina parada.



**CUADRO N° 4-9: ETAPA 2 TROQUELADORA**

	TAREA	OPERACIÓN	TIEMPO Min.	OP. INT.	OP. EXT.	OP. INT.	OP. EXT.
A	Limpia y verifica la información aprobada, se aprovisiona del troquel y papel para el plano de referencia.	1	48		✓		✓
		2		✓	→	✓	
		3			✓		✓
		4			✓		✓
B	Limpia la rama, coloca y alinea el troquel en ella, obtiene el plano de referencia.	5	25	✓	→		✓
		6		✓		✓	
		7		✓		✓	
		8		✓		✓	
		9		✓		✓	
C	Corta y coloca los filetes y los transfiere a la platina.	10	165		✓		✓
		11		✓		✓	
D	Programa la presión de corte, coloca el alto relieve y protege los filetes en la platina.	12	31	✓		✓	
		13		✓		✓	
		14		✓		✓	
E	Realiza el troquelado y mejora la calidad del corte adecuando el plano de referencia con cinta adhesiva.	15	41	✓		✓	
		16		✓		✓	
		17		✓		✓	
		18		✓		✓	
		19		✓		✓	
		20			✓		✓
		21		✓		✓	
		22		✓		✓	
F	Fase final del troquelado para el retiro de desperdicio arma los pinos superiores e inferiores, regula la medida las pinzas del papel.	23	74	✓		✓	
		24		✓		✓	
		25		✓		✓	
G	Carga la pila de alimentación, retira desechos de la máquina.	26	35	✓		✓	
		27		✓		✓	
		28			✓		✓
H	Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema	29	3		✓		✓
<b>TIEMPO TOTAL</b>			<b>422</b>				

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

Con referencia a las operaciones 2 y 5 que son la verificación de información y la limpieza de la platina se pueden realizar previamente, sin embargo para tener un tiempo de encaminado y preparación de la máquina la limpieza debería hacerse luego de terminado el trabajo y entrar este tiempo en el registro de la misma operación.

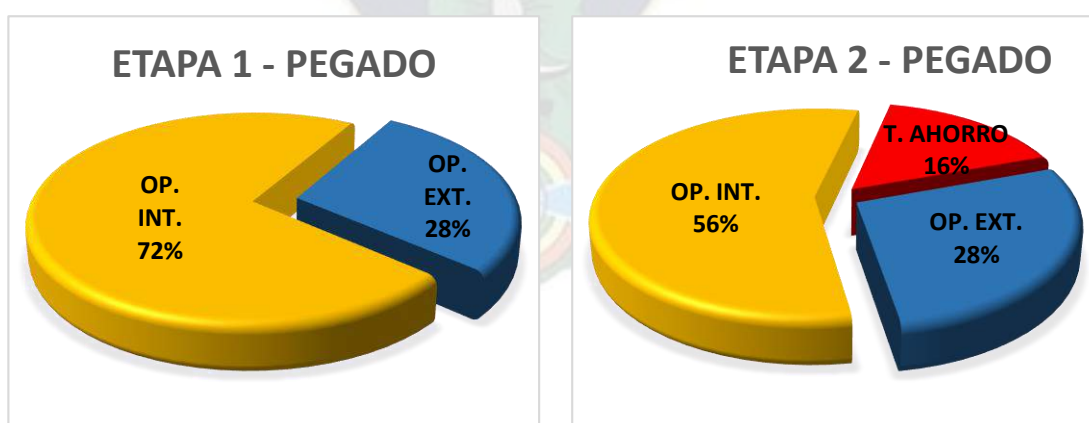
La tarea 10 que es el corte y colocado de filetes en las cuchillas del troquel podrían prepararse en pre prensa y llevar el troquel listo para ser colocado en la rama de la máquina así se podría ahorrar hasta el 37,91 % del total de tiempo asignado al encaminado y no mantener la máquina parada mientras se realiza esta tarea siendo que es un solo técnico operador asignado.

*Con este cambio se tiene la expectativa de reducir al menos un 20 % en el tiempo total de encaminado y preparación, los cálculos se harán en función a esa proyección.*

Las otras dos tareas 23 y 24 que consumen el 16,6 % que son el armado de los pinos superiores e inferiores para desgaje del material no es posible prepararla antes porque dependen de la orden de producción y se realizan en la máquina detenida.

#### 4.4.3.3 ETAPA 2 PEGADORA

El pegado de un estuche/envase es el proceso final en máquina de un trabajo, independientemente del modo de empaque (enzunchado o embalado) para entrega el cambio de tareas de internas a externas en la pegadora solo es a dos tareas debido a que todas las actividades se realizan con la máquina detenida.



El tiempo de ahorro por operación es mínimo, en algunas tareas sencillas si bien ciertamente es posible realizar de manera externa el tiempo empleado en ellas no es representativo, por lo que no considerara en el planteamiento de la técnica.

**CUADRO N° 4-10: ETAPA 2 PEGADORA**

	TAREA	OPERACIÓN	TIEMPO Min.	OP. INT.	OP. EXT.	OP. INT.	OP. EXT.
A	Limpia y verifica la información aprobada, traslada material a la entrada de la máquina.	1	2		✓		✓
		2		✓	→	✓	
		3			✓		✓
B	Mide la caja, gradúa las cintas, regula la tensión y establece el número a utilizar. Coloca los topes (escuadras) en la máquina.	4	5	✓	→	✓	✓
		5		✓		✓	
		6		✓		✓	
		7		✓		✓	
		8		✓		✓	
C	Arma las cajas y las identifica.	9	5		✓		✓
		10			✓		✓
D	Realiza las primeras pruebas de pegado, acomoda ganchos, cilindros inferiores, verifica densidad del pegamento para puntos superiores e inferiores. Acomoda varillas para el pre doblado y verifica pegado final.	11	23	✓		✓	
		12		✓		✓	
		13		✓		✓	
		14		✓		✓	
		15		✓		✓	
		16		✓		✓	
		17		✓		✓	
		18		✓		✓	
		19		✓		✓	
E	Regula la velocidad de pegado, programa el contador de la máquina y establece la distancia entre caja y caja.	20	5	✓		✓	
		21		✓		✓	
		22		✓		✓	
		23		✓		✓	
F	Realiza control de calidad, controla el pegado, cantidad de pegamento.	24	4		✓		✓
		25			✓		✓
		26			✓		✓
G	Regula la presión de salida y coloca los topes de alimentación.	27	3	✓		✓	
		28		✓		✓	
H	Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema	29	3		✓		✓
<b>TIEMPO TOTAL</b>			<b>50</b>				

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

El arreglo y encaminado de la máquina depende del tamaño y forma del envase y número de puntos a pegar básicamente, estos detalles también determinan la velocidad de la máquina.

#### **4.4.4 ETAPA 3: FASE MEJORADA**

Mejora a las operaciones internas y externas: con el desarrollo de las etapas 1 y 2, se aplica la tercera bajo el criterio de realizar mejoras a las operaciones internas y externas, eliminando el desperdicio de ellas y estandarizar el nuevo procedimiento, así como la sugerencia para posibles diseños de mecanismos o dispositivos que faciliten las operaciones de cambio.

##### **4.4.4.1 ETAPA 3 PRENSA**

Mejora a las operaciones internas y externas: posteriormente a los resultados obtenidos en las etapas 1 y 2, en esta etapa se debe generar el entorno de mejora, es así como dentro de las alternativas se considera algunas como:

- ▶ Estandarización para evitar tiempos excesivos en los ajustes como color, ganancia de punto, entre otros.
- ▶ Disponer de un juego de herramientas cercanos a los cuerpos impresores de la máquina.
- ▶ Mejorar la planificación de la producción buscando que se eviten demasiados cambios de color, de papel, formatos de impresión.
- ▶ Asignar tareas de alistamiento enfocadas a establecer la secuencia, la simultaneidad de las operaciones y los tiempos requeridos para cada una de ellas.
- ▶ Disponer de instrumentos de medición más cercanos al operario (contador de puntos, densitómetros) en cada mesa de trabajo.
- ▶ Establecer un esquema de identificación visual sobre como son los ajustes estandarizados frente a la posición correcta de planchas, guías, papel, entre otros.
- ▶ Mejorar las condiciones de mantenimiento de la máquina, evitando paros no programados por cambio de rodillos en plena producción.

#### **4.4.4.2 ETAPA 3 TROQUELADORA**

Analizadas las etapas 1 y 2 los tiempos de encaminado en la troqueladora, las propuestas de mejora son las siguientes:

- ▶ Que el colocado y corte de filetes para el troquel se realice previamente (en pre prensa), el ahorro de tiempo es de alrededor de un 40%, dependiendo de la frecuencia o volumen del trabajo a realizar.
- ▶ Que se designe personal para el retiro de desechos al menos en el turno noche, para no causar daños en la salud del operador con el cambio de temperatura.
- ▶ Algunas consideraciones a momento de realizar la programación: la cantidad de pliegos, el tipo de sustrato (papel/cartulina) y los detalles que tiene la OP, asignar los insumos necesarios y adecuados para evitar demoras o fallas innecesarias.
- ▶ Facilitarle las herramientas necesarias al operador para el cambio de OP, programar y realizar el mantenimiento necesario para la máquina.

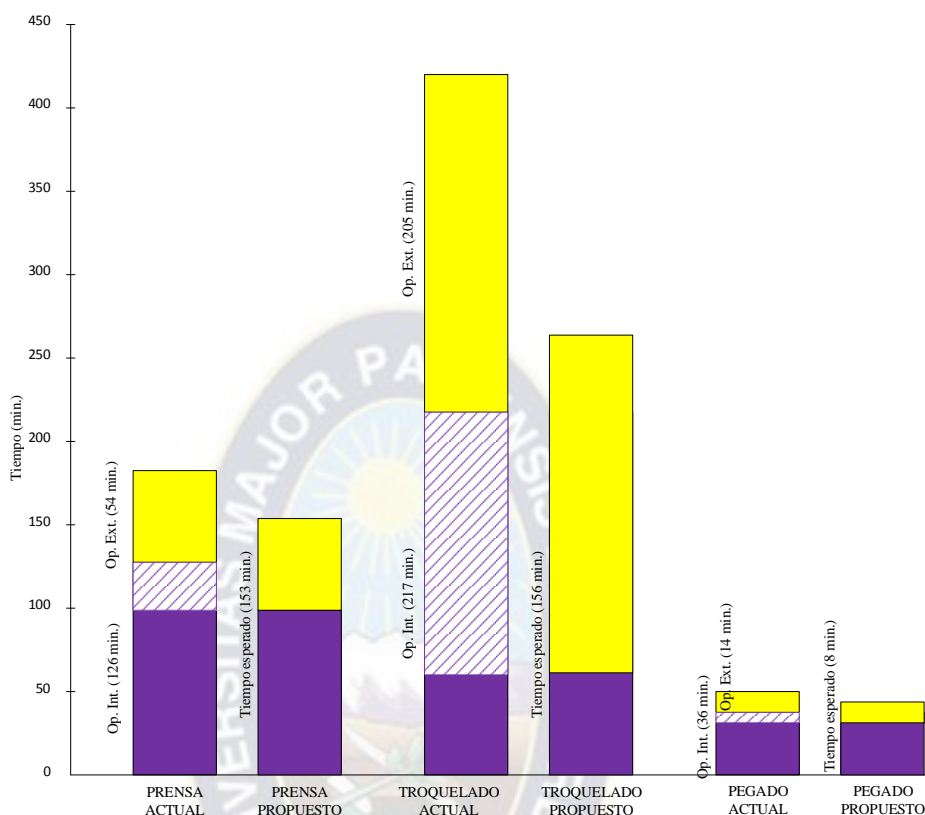
#### **4.4.4.3 ETAPA 3 PEGADORA**

Esta es una de las tareas que mejor rendimiento tiene, el trabajo que realizan los técnicos y ayudantes es sincronizado, las habilidades, el compromiso por parte de los operadores es preponderante a momento de establecer que las tareas que se realizan son óptimas, la verificación del sobre de información y la limpieza son las operaciones que se podrían mejorar la primera con una revisión previa y la segunda es realizada por los ayudantes.

### **4.5 RESUMEN DE RESULTADOS**

Presentamos un resumen del ahorro en tiempo por operación, de aplicarse la técnica SMED y el costo de oportunidad.

**GRAFICO N° 4-3: TIEMPO DE AHORRO ESPERADO**



**CUADRO N° 4-11: TIEMPO DE CAMBIO PROMEDIO ESPERADO**

MÁQUINA	TIEMPO DE CAMBIO PROMEDIO	TIEMPO DE AHORRO	TIEMPO DE CAMBIO PROMEDIO ESPERADO
Prensa	180 min.	27 min.	153 min.
Troquelado	422 min.	156 min.	266 min.
Pegado	50 min.	8 min.	42 min.

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

El costo de oportunidad está en función a la capacidad utilizada de las máquinas. La cantidad producida depende de cada máquina los datos son del Gráfico N° 2-4 CAPACIDAD NOMINAL Y CAPACIDAD UTILIZADA

**CUADRO N° 4-12: CANTIDAD PRODUCIDA**

MÁQUINA	TIEMPO DE AHORRO	CAPACIDAD UTILIZADA	CANTIDAD PRODUCIDA
Prensa	27 min.	10000 pliegos/hr	4500 pliegos
Troquelado	156 min.	7500 pliegos/hr	19500 pliegos
Pegado	8 min.	10000 piezas/hr	2667 piezas

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

Vamos a seleccionar la cantidad mínima producida que es de 2600 piezas, con una variación del  $\pm 10\%$ , de la simulación que realizamos en el Capítulo 5 estableció que el costo promedio por pliego es de 2 bolivianos por lo que este costo es estimado.

Por tanto:

$$\text{Costo de oportunidad} := 2300 \text{ pliegos} \times 2 \text{ bolivianos} = 4600 \text{ bs}$$

#### 4.6 HIPÓTESIS Y PROTOCOLO DE COMPROBACIÓN

Para la verificación de la hipótesis planteada utilizaremos la *Distribución t de Student*<sup>2</sup> para los tres procesos.

► **PRENSA:**

H<sub>0</sub>: Con la aplicación de la Técnica SMED se reducirá sustancialmente los tiempos improductivos en el proceso de prensa.

H<sub>1</sub>: La aplicación de la Técnica SMED no influirá en los tiempos actuales dentro el proceso de prensa.

- **H<sub>0</sub> :  $\mu < 180$**

- **H<sub>1</sub> :  $\mu = 180$**

Con un nivel de significación de  $\alpha = 0,05$ ; un nivel de confianza del  $1 - \alpha = 95\%$  tamaño de muestra  $n = 10$  entonces los *grados de libertad* es  $10 - 1 = 9$ ; desviación estándar (calculado)  $s = 85,94$

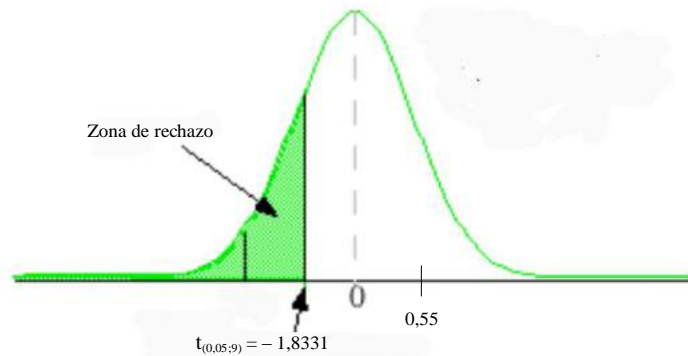
El valor crítico de  $t_{\text{tabla}}$  para una cola, según la Tabla “Distribución t de Student”

$$t_{(0,05;9)} = -1,8331$$

---

<sup>2</sup> Distribución de los valores de *t de student* para aquellos casos cuando  $n < 30$

$$t = \frac{x - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \qquad t = \frac{195 - 180}{\frac{85,94}{\sqrt{10}}} \qquad t = 0,55$$



Con  $t_c = 0,55$  se acepta  $H_0$ , por lo que se espera que los tiempos improductivos con la implementación de la Técnica SMED sean menores que 180 min en las prensas.

► **TROQUELADORA:**

$H_0$ : Con la aplicación de la Técnica SMED se reducirá sustancialmente los tiempos improductivos en el proceso de troquelado.

$H_1$ : La aplicación de la Técnica SMED no influirá en los tiempos actuales dentro el proceso de troquelado.

-  $H_0 : \mu < 420$

-  $H_1 : \mu = 420$

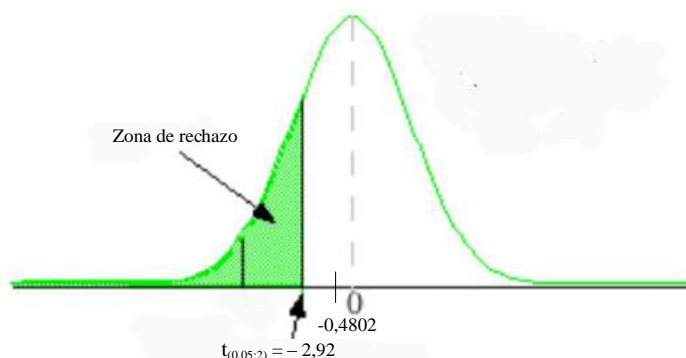
Con un nivel de significación de  $\alpha = 0,05$ ; un nivel de confianza del  $1 - \alpha = 95\%$  tamaño de muestra  $n = 3$  entonces los *grados de libertad* es  $3 - 1 = 2$ ; desviación estándar (calculado)  $s = 18,03$

El valor crítico de  $t_{\text{tabla}}$  para una cola, según la Tabla “Distribución  $t$  de Student”

$$t_{(0,05;2)} = -2,9200$$



$$t = \frac{x-\mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \qquad t = \frac{415-420}{\frac{18,03}{\sqrt{3}}} \qquad t = -0,4802$$



Con  $t_c = -0,4802$  se acepta  $H_0$ , por lo que se espera que los tiempos improductivos con la implementación de la Técnica SMED sean menores que 420 min en las troqueladoras.

► **PEGADORA:**

$H_0$ : Con la aplicación de la Técnica SMED se reducirá sustancialmente los tiempos improductivos en el proceso de pegado.

$H_1$ : La aplicación de la Técnica SMED no influirá en los tiempos actuales dentro el proceso de pegado.

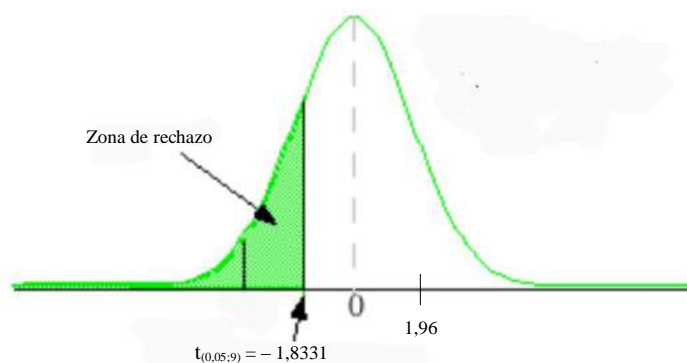
- $H_0 : \mu < 50$
- $H_1 : \mu = 50$

Con un nivel de significación de  $\alpha = 0,05$ ; un nivel de confianza del  $1 - \alpha = 95\%$  tamaño de muestra  $n = 10$  entonces los *grados de libertad* es  $10 - 1 = 9$ ; desviación estándar (calculado)  $s = 6,45$

El valor crítico de  $t_{tabla}$  para una cola, según la Tabla "Distribución  $t$  de Student"

$$t_{(0,05;9)} = -1,8331$$

$$t = \frac{x-\mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \qquad t = \frac{54-50}{\frac{6,45}{\sqrt{10}}} \qquad t = 1,96$$



Con  $t_c = 1,96$  se acepta  $H_0$ , por lo que se espera que los tiempos improductivos con la implementación de la Técnica SMED sean menores que 50 min en las pegadoras.

#### 4.7 SISTEMA DE CALIDAD

La empresa está certificada por ISO 9001-2016, con alcance a todos los procesos de la cadena de valor, de dirección y de apoyo.

El sistema se estructura bajo las diferentes actividades de cada proceso, con el objetivo de realizar el control de calidad de manera sistemática que lleven a que la producción de cualquier producto gráfico se desarrolle de manera satisfactoria frente al cumplimiento de los requisitos del producto, los esperados por el cliente y los requeridos en cada proceso.

Es así como actividades de revisión, verificación, validación se establecen frente al cumplimiento de los requisitos, partiendo desde la revisión del archivo digital suministrado por el cliente, corrección de textos e imágenes, verificación de los elementos gráficos en cada plancha, planeación de los diferentes productos gráficos, actividades de control de calidad en el impreso a través del uso de equipos de medición de color, inspección a las materias primas básicas (papel y cartulinas), elaboración de

muestras piloto, con el objetivo de minimizar la presencia de posibles fallas o errores que no cumplan y/o afecten el uso final del producto gráfico.

Llegando hasta la etapa final que corresponde al proceso de post prensa, donde la inspección se realiza a las diferentes piezas gráficas, elemento por elemento, identificado, separando y rechazando el producto que se detecte por fuera de las especificaciones y ejecutando las operaciones diferenciándolas a cada producto gráfico.

Finalmente los resultados se controlan bajo los parámetros de gestión de calidad y por medio de dos indicadores clave que se resumen así: los costos de mala calidad y la cantidad de reprocesos por producto no conforme.

#### 4.8 CONCLUSIONES

Es así como parte de los resultados medibles son:

- ▶ Conversión de actividades interna a externas por medio de la técnica SMED se incrementaría la disponibilidad de la máquina en la operación de troquelado en al menos un 20%.

Por otra parte como beneficios adicionales que se obtienen son:

- ▶ Describir visualmente el plan y la meta para todos los procesos.
- ▶ Proporcionar datos para el desarrollo de un plan de acción
- ▶ Establece necesidades de capacitación para el personal frente a la mejor manera de ejecutar las diferentes actividades.

La identificación de la actividad de la empresa como de sus principales aspectos desde el punto de vista del producto, llevan a definir el entorno sobre el cual opera, permitiendo conceptualizar las principales variables en su funcionamiento; por otra parte la identificación de los procesos y la interacción de estos así como de las condiciones sobre las cuales tiene establecido de manera general los aspectos de

calidad, conlleva a definir la operatividad de la empresa bajo un modelo sistemático, que requiere de todas las áreas para cumplir con el objeto general de producir con calidad.

Restricción los inventarios de seguridad, ya sea de producto en tránsito o producto terminado como efecto de dos causas principales que son averías repentinas y los tiempos perdidos en los procesos de alistamiento por eventuales cambios de referencia.



## CAPÍTULO 5

### 5 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

Mediante el análisis de evaluación del proyecto se pondrá en consideración de la empresa el beneficio que representa los cambios de dicha alternativa de solución en el sistema actual de producción con la implementación de la Técnica SMED en la operación de Troquelado<sup>1</sup> del área de Offset.

#### 5.1 INTRODUCCIÓN

El presente proyecto pretende mejorar la eficiencia del proceso productivo en la empresa, sin la necesidad de realizar inversiones importantes en maquinaria o equipo.

Siendo que Industrias Lara Bisch S.A. incremento recientemente su parque de maquinaria con la expectativa clara de satisfacer las necesidades de su cartera de clientes en calidad, precio, plazo y modo de entrega, la empresa como cualquier agente económico tiene múltiples necesidades mientras que los recursos son limitados.

#### 5.2 ANÁLISIS DE COSTOS

Es necesario determinar cuánto van a costar las actividades preventivas, para asegurar la implementación y correcto funcionamiento de la Técnica SMED en todo el proceso productivo, por lo que seguiremos la siguiente metodología.

Con la implementación de la Técnica SMED en el proceso, es necesario evaluar el costo del cambio en las operaciones y los nuevos procesos generados en pre prensa y prensa, las posibles fallas, el tiempo optimizado, los servicios no conformes, al mismo

---

<sup>1</sup> Troquel plano: su perfil es plano y la base contra la que actúa es metálica, su movimiento es perpendicular a la plancha consiguiendo así una gran presión en el corte.

tiempo realizamos planes de acciones correctivas y preventivas que sean tangibles de manera paulatina, por lo que la disminución de costos se prevé sea gradual.

### 5.2.1 COSTOS DE PREVENCIÓN

Son los que consideramos indispensables para llevar a cabo la implementación de la Técnica y los que podrían llegar a causar algún retraso, estos son: capacitación, puesta en marcha, seguimiento e imprevistos.

- ▶ **Imprevistos**, “con el propósito de prever eventualidades diversas, como variación de precios, ajustes o correctivos sobre las estimaciones iniciales, se acostumbra incluir este ítem como un porcentaje de la suma de las anteriores ítems (5 a 10%), este porcentaje depende de las características y complejidad del proyecto, nivel de exhaustividad con la que se hayan efectuado las estimaciones y del grado de incertidumbre que puede existir en la fase de inversión de proyecto”<sup>2</sup>.
- ▶ **Capacitación**, “Cuando una persona toma a su cargo un empleado para indicarle como debe realizar su trabajo, está transmitiendo una serie de conocimientos que le serán necesarios para efectuar correctamente su trabajo”<sup>3</sup>.

Se seguirá en plan de capacitación en las áreas involucradas que son Pre-prensa donde se prepara el troquel y en Prensa en la operación de troquelado bajo el cronograma y método de trabajo planteados.

La capacitación podrá ser implementada si se cuenta con la participación, sensibilidad y compromiso de los técnicos y ayudantes de ambas áreas

---

<sup>2</sup> CASTRO ORDOÑEZ José Manuel. Guía Metodológica de Preparación y Evaluación de Proyectos de Desarrollo Local. La Paz – Bolivia. Editorial EFIGRAF, 1997. 81 p

<sup>3</sup> GARCÍA CRIOLLO Roberto. Estudio del Trabajo Ingeniería de Métodos y Medición del trabajo. 2º ed. Monterrey – Méjico. Mc Graw Hill, 1985. 139 p.

**GRAFICO N° 5-1: CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN**

OBJETIVO	PERSONAL	FASE DE CAPACITACIÓN	RESPONSABLE	TIEMPO
Realizar el cambio propuesto en pre prensa del arreglo del troquel. Con la medición, corte y colocados de filetes.	Arreglo del troquel en pre-prensa	<b>INTRODUCCIÓN</b> Explicar las razones por las cuales se realizarán los cambios en la producción, con la aclaración que las personas involucradas no tendrán ninguna afectación en sus horarios ni salarios de trabajo.	Jefe de producción	30 min
		<b>PRÁCTICA</b> Capacitar a los operadores en los horarios establecidos en pre-prensa.	Supervisor	2 días
		<b>EVALUACIÓN</b> Evaluar de forma individual a cada técnico en pre prensa si los resultados fueron positivos y determinar posibles mejoras o cambios.	Técnico pre prensa	1 día
		<b>SEGUIMIENTO</b> Realizar el seguimiento al trabajo desarrollado a través de una post-evaluación. Si los resultados son positivos serán ratificados en el puesto.	Supervisor de área	10 días
Realizar las operaciones siguientes del proceso para concluir con la OP asignada.	Colocado de troquel en prensa (en la troqueladora)	<b>INTRODUCCIÓN</b> Detallar las razones por las cuales se está implementado la técnica, explicar cómo se va a realizar la implementación de manera paulatina y mostrar el beneficio que existe en la mejora en el nivel de producción existente.	Jefe de producción	30 min
		<b>PRÁCTICA</b> Capacitar a los operadores con las nuevas disposiciones en las troqueladoras.	Supervisor	1 día
		<b>EVALUACIÓN</b> Evaluar el trabajo realizado por el técnico en el troquelado, verificar e identificar posibles retrasos o falencias subsistentes.	Técnico prensa	1 día
		<b>SEGUIMIENTO</b> Realizar el seguimiento a las tareas realizadas si el método ha logrado incorporarse de manera correcta, de no haber fallas u omisiones se puede concluir con la capacitación.	Supervisor de área	10 días

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

- **Prueba de puesta en marcha**, las operaciones excluidas son las de medida, corte y colocado de los filetes en el troquel, la transferencia a la platina se realiza en máquina así como el devastado de los filetes, el forrado de los mismos, la graduación de la presión entre otras.

- ▶ **Seguimiento**, la presente propuesta no genera cambios radicales en la actual distribución de tareas, empero es importante el monitoreo continuo de las nuevas actividades donde se debe designar al personal de pre-prensa que estará encargado de preparar el troquel.

El método de producción para todos los productos es: prueba error, prueba acierto debido a que diversas variables del proceso aún no se lograron controlar y que en algunos procesos son inevitables.

Con esta aclaración concluimos que los costos de prevención son los presentados en este ítem ya está contemplada con los materiales necesarios al momento de realizar una cotización, siendo que cada OP. Contempla una cantidad destinada a maculatura.

### 5.2.2 COSTOS DE EVALUACIÓN

Son los costos de inspección, capacitación, pruebas de puesta en marcha y otras para lograr que la Técnica entre en funcionamiento.

- ▶ **Tiempo optimizado**, Al implementar la técnica SMED se espera disminuir el tiempo de encaminado y preparación de las troqueladoras planas en al menos un 20% para emplear ese tiempo de máquina detenida en el proceso de producción incrementando así la productividad.

Considerando que se realizan semanalmente de 6 a 8 cambios promedio en cada máquina, que el ahorro de tiempo aproximado es 80 min por cambio de OP y la capacidad nominal de cada máquina es de 5000 pliegos/hr. y 7500 pliegos/hr. respectivamente se tiene el Cuadro N° 5-1.

Por ello para el cálculo incremental de producción se considera la capacidad utilizada de las troqueladoras 12.500 pliegos/hr.

Así mismo el tiempo mensual y anual de ahorro en cada operación.



### CUADRO N° 5-1: INCREMENTO EN LA PRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Reducción de 80 min/máquina Bobst	6.500 pliegos
Reducción de 80 min/máquina Young Shing	9.000 pliegos
80 min. por 6 cambios semana Bobst	39.000 pliegos
80 min. por 6 cambios semana Young Shing	54.000 pliegos
	<b>93.000 pliegos/sem.</b>
	<b>372.000 pliegos/mes</b>
Ingreso incremental de producción (1.6 Bs/pliego)	<b>599.302 Bs/mes</b>

FUENTE: Elaboración en base al Cuadro N° 4-9 y Cuadro A5-3

- ▶ **Inspección de recepción de materiales y orden de producción**, en este caso se realiza la propuesta a la empresa establecer un punto de control que se encuentre coordinado entre Pre-prensa y Prensa siendo que algunos de los materiales asignados a Prensa (filetes de goma) de almacenes deberán ser enviados y estar disponibles en Pre-prensa. Esta inspección tendrá por finalidad llevar adelante un registro de los materiales en su calidad (grosor) para cada orden de producción, cantidad y garantizar la existencia en inventario.
- ▶ **Verificación del troquel**, en pre-prensa se realizan todas las operaciones detalladas en el punto 4.4.3.2 *Etapa 2 Troqueladora del Capítulo N°4*, siendo necesario la verificación del troquel y sus componentes en el lugar de preparación (pre-prensa) antes que del traslado a prensa donde también se debe verificar que todo el material a utilizar sea el correcto y este de acuerdo a la orden de producción.
- ▶ **Control de actividades manuales**, si bien existen los controles tanto en el área administrativa, como el área de producción es necesario remarcar que para la evaluación económica solo serán considerados los últimos, que además llevan un registro de las actividades realizadas en la planta que engloban el total de las tareas en un solo registro y que esta información es remitida a jefatura donde se traduce en índices para la toma de decisiones.

### 5.2.3 COSTO DE FALLAS INTERNAS

- ▶ **Reprocesos**, se producen cuando existen alguna falla en el producto terminado y no se cumple con los requisitos que exige el cliente. Este ítem alcanza un 5% del total de la producción, datos se consideran la simulación del Anexo 5-1.
- ▶ **Pérdidas**, como se explicó en el punto 2.10 *PÉRDIDAS DURANTE EL PROCESO* del Capítulo N° 2, son inevitables por las condiciones de las máquinas y están presentes durante todo el proceso su cantidad calculada establece un 7% sin embargo se fija un máximo del 10% del total de la producción.
- ▶ **Reparaciones**, la falta de mantenimiento en las máquinas produce retrasos que detienen la producción desde unas horas hasta semanas debido que algunos repuestos deben ser importados lo cual puede tomar un tiempo mayor causando paradas extensas no programadas incumpliendo con el plan de producción lo que genera costos, para este ítem se considera el sueldo de los técnicos de mantenimiento.

### 5.2.4 COSTOS DE FALLAS EXTERNAS

- ▶ **Devoluciones**, la empresa tiene una política sobre los reclamos o devoluciones, que está en función al volumen de compra estos pueden suceder si: se incumple con la cantidad de pedido solicitada, no se cumple con las especificaciones del cliente en color, textura o gramaje del papel, fallas o errores en el impreso o finalmente incumplimiento con la fecha de entrega estas son penalizadas de acuerdo a contrato.
- ▶ **Servicio post-venta**, es un servicio adicional con el cual cuenta el cliente luego de la entrega del producto, la atención se realiza en horarios de oficina y constituye un solo ítem.

Con todas estas consideraciones, elaboramos la estructura de costos en base al trabajo realizado en planta, los datos obtenidos del Departamento Comercial, Departamento

---

de Producción – ILBSA y de la simulación adjunta en el Anexo 5-1 y Anexo 5-2 siendo estos *valores estimados*, sujetos a corrección.

Los valores económicos de la mano de obra, fueron obtenidos del Departamento de Recursos Humanos de ILBSA y solo son considerados el área de producción (técnicos y ayudantes relacionados directamente con el proyecto) quedando excluida el área administrativa.

**CUADRO N° 5-2: ESTRUCTURA DE COSTOS (bolivianos)**

ÍTEM	COSTO ANUAL SIN PROYECTO	COSTO ANUAL CON PROYECTO	COSTOS (%)
<b><i>COSTOS DE PREVENCIÓN</i></b>			
CAPACITACIÓN	0	10.000	52
PUESTA EN MARCHA	2.500	2.500	13
SEGUIMIENTO	0	5.000	26
IMPREVISTOS	250	1.750	9
<b>TOTAL</b>	<b>2.750</b>	<b>19.250</b>	100
<b><i>COSTOS DE EVALUACIÓN</i></b>			
INSPECCIÓN DE RECEPCIÓN DE MATERIALES Y OP.	10.020	10.020	4
VERIFICACIÓN DEL TROQUEL	0	5011	2
CONTROL DE ACTIVIDADES MANUALES	240.000	240.000	94
<b>TOTAL</b>	<b>250.020</b>	<b>255.031</b>	100
<b><i>COSTOS DE FALLAS INTERNAS</i></b>			
REPROCESOS	29.965	17.980	10
PÉRDIDAS	59.930	35.960	21
REPARACIONES	120.000	120.000	69
<b>TOTAL</b>	<b>209.895</b>	<b>173.940</b>	100
<b><i>COSTOS DE FALLAS EXTERNAS</i></b>			
DEVOLUCIONES	17.980	11.980	29
SERVICIO POST - VENTA	30.000	30.000	71
<b>TOTAL</b>	<b>47.980</b>	<b>41.980</b>	100
<b><i>TOTAL COSTOS DEL PROYECTO</i></b>			
<b>TOTAL</b>	<b>510.645</b>	<b>490.201</b>	

FUENTE: Elaboración en base a información del Depto. Comercial y Depto. Producción – ILBSA y los Anexos 5-1 y 5-2

### 5.3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN SIN PROYECTO

Con el actual análisis de costos podemos realizar la proyección para dos años, debemos considerar que estos costos tienden a aumentar en una razón del 2% anualmente debido a los retrasos que existen en el encaminado y que podrían llegar a ser mayores de no existir un plan de mejora continua que modifique el proceso actual.

**CUADRO N° 5-3: PROYECCIÓN DE COSTOS ESTIMADOS SIN PROYECTO**

ÍTEM	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
COSTOS DE PREVENCIÓN	2.750	2.805	2.861
COSTOS DE EVALUACIÓN	250.020	255.020	260.121
COSTOS DE FALLAS INTERNAS	209.895	214.093	218.375
COSTOS DE FALLAS EXTERNAS	47.980	48.940	49.918
<b>TOTAL</b>	<b>510.645</b>	<b>520.858</b>	<b>531.275</b>

FUENTE: Elaboración en base al Cuadro N°5-2

### 5.4 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN CON PROYECTO

Dentro del análisis realizado se proyectaron los costos para un tiempo de tres años tomando en cuenta los costos de prevención, evaluación, los costos por fallas internas y externas y son descritos de la siguiente manera:

Los costos de prevención tienden a incrementar a medida que al transcurrir el tiempo de la implementación de la Técnica SMED debido a que la capacitación a los técnicos y ayudantes se mantiene constante, estos costos disminuyen en un 2% anualmente.

**CUADRO N° 5-4: PROYECCIÓN DE COSTOS ESTIMADOS CON PROYECTO**

ÍTEM	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
COSTOS DE PREVENCIÓN	19.250	14.635	14.342
COSTOS DE EVALUACIÓN	255.031	249.930	244.932
COSTOS DE FALLAS INTERNAS	173.940	170.461	167.052
COSTOS DE FALLAS EXTERNAS	41.980	41.140	40.318
<b>TOTAL</b>	<b>490.201</b>	<b>476.167</b>	<b>466.644</b>

FUENTE: Elaboración en base al Cuadro N°5-2

Desde el segundo año los costos en capacitación disminuirán en al menos un 50% pero permanecerán existentes debido a que la capacitación es continua.

## 5.5 COSTO ANUAL EQUIVALENTE

Con los costos totales se realizara el cálculo del Costo Anual Equivalente (CAE), comparando dos alternativas: el escenario sin proyecto (2015-2017) y el escenario con proyecto (2018-2020).

$$CAE = \sum_{t=1}^n \frac{c_t}{(1+i)^t} \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Dónde: CAE = Costo Anual Equivalente

$C_t$  = Costo en el instante  $t$

$i$  = Tasa de oportunidad (2,8 % anual)<sup>4</sup>

$$CAE_{\text{(sin proyecto)}} = 939.021$$

$$CAE_{\text{(con proyecto)}} = 876.275$$

Los datos obtenidos del costo anual equivalente con proyecto y sin proyecto fueron calculados en base a los Cuadros N° 5-2, 5-3 y 5-4, el proyecto es rentable.

## 5.6 CONCLUSIONES

La rentabilidad del proyecto está demostrada a través del indicador financiero Costo Anual Equivalente, los datos utilizados en este cálculo fueron estimados y obtenidos de la simulación del Anexo 5-1 que tiene como base información del Departamento Comercial y el Departamento de Producción de la empresa.

---

<sup>4</sup> Tasa de Riesgo del Banco Mundial para créditos productivos.

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

- ✓ Al realizar el análisis de la técnica en tres operaciones se estableció la conveniencia de aplicarla en el troquelado, debido al tiempo actual de alistamiento de la máquina y los beneficios en la reducción del mismo.
- ✓ La implementación de la técnica SMED en el troquelado permitirá reducir alrededor de un 20% en los tiempos de encaminado y preparación de la máquina, constituyendo un ahorro económico importante para la empresa que será tangible a mediano y largo plazo.
- ✓ Con el análisis de la situación actual de la empresa se establece que las máquinas que tienen mayor rendimiento son las pegadoras, las prensas y las troqueladoras, es lo que reflejan los índices de eficiencia global calculados en el Capítulo 3 dejando en claro que el cuello de botella en la elaboración es *el proceso de troquelado*.
- ✓ El trabajo en equipo con el personal de la empresa es indispensable para poder desarrollar cada fase del SMED ya que aportan un conocimiento interno que permite obtener la mejora tangible de la situación actual de la organización y una visión más amplia del proceso de la empresa.
- ✓ Al ser este un proyecto de investigación no requiere de inversiones importantes en su implementación, siendo además que la empresa actualmente trabaja con un *Modelo de Gestión de Producción más Limpia* yaciendo que está implementada las 5 s, Kayzen y Smed que se encuentran en la fase experimental y de desarrollo.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Actualizar las guías pantones: Una guía pantone son tiras de papel-cartón de determinado gramaje y textura, con la impresión de una muestra de color, su nombre y fórmulas para obtenerlo (en porcentajes, gramos, etc.). Estas guías permiten, independientemente del sistema operativo que se usa en organización, monitor o pantalla y programa de edición de imágenes, tomando en cuenta que las pantallas muestran el color en modo RGB y que el color de salida en impresión en offset que es en CMYK sea similar. Y las mismas estén disponibles en cada mesa de trabajo.
- ✓ Realizar un seguimiento al programa de mantenimiento, sobre todo en el recubrimiento de los rodillos entintadores, el personal de mantenimiento recomienda realizarlo en un periodo trimestral, dado a la rutina de operación de la máquina offset.
- ✓ Analizar las otras causas identificadas en el diagrama causa-efecto, un factor que salió a resaltar a fines del presente estudio fue el tipo de iluminación que se utiliza dentro la organización, la utilización de la mesa de control de impresión es una manera de estandarizar la percepción del color, además de realizar el cambio de fluorescentes según el tiempo de vida útil del mismo según el proveedor.
- ✓ Se recomienda continuar con capacitación y realizar la rotación al personal para crear un ambiente de confianza y una mejor comunicación entre los colaboradores de la empresa.
- ✓ Se recomienda realizar periódicamente encuestas a los clientes, así poder conocer sobre sus necesidades y obtener oportunidades de mejora para fortalecer los puntos identificados en la matriz FODA.

## GLOSARIO

**Alimentador:** Mecanismo de ingreso de pliegos de cartón o papel a la prensa.

**Análisis Causa-Efecto:** Estudio sobre las causas que provocaron rechazo de producto interno o externo. Asimismo puede ser sobre las diversas fallas que afectan el equipo.

**Apilar:** Acción de dar aire a las postetas de material en blanco o impreso.

**Arbor:** Trazo de la guía de corte en las dimensiones a escala natural del diseño a imprimir para etiquetas.

**Arreglo de prensa:** Serie de actividades que permite poner en condiciones de impresión una Prensa Offset de pliegos.

**Ayudante:** Auxiliar para operación de prensa y pegadora.

**Barniz acuoso:** Recubrimiento de impresión que aumenta el brillo y resistencia al roce.

**Barniz Ultravioleta (U.V.):** Recubrimiento de impresión que aumenta el brillo y la resistencia al roce, utilizando equipo especial de secado ultra violeta para su curado final.

**Calibre de cartón y papel:** Espesor de los pliegos de cartón y papel.

**Orden de producción:** Hoja impresa que contiene toda la información necesaria para la impresión de una orden.

**Densidad de tinta:** Cantidad de tinta que se aplica en la superficie de los pliegos de cartón o papel.

**Dirección del hilo:** Dirección de las fibras del pliego de cartón o papel.

**Demora:** Toda parada que interrumpe el tiempo de producción.



**Eficiencia Global de Producción EGP:** Factor que mide la efectividad del equipo en base a tres factores, disponibilidad, desempeño y calidad.

**Elementos de impresión:** Son: Orden de producción, guía de troquel, color key, hoja de revisión de negativos, arte impreso (trabajos nuevos) y guía de color.

**Sobre de elementos:** Bolsa de cartón que contiene los elementos necesarios para la impresión de una orden de producción.

**Fuente de Tinta:** Deposito de tinta de la prensa offset.

**Guía de color:** Estándares de color autorizados por el cliente.

**Guía de troquel:** Trazo de la guía de troquelado con todas las dimensiones a escala natural del diseño a imprimir.

**Hoja de trabajo diario:** Es un registro de las actividades realizadas en el arreglo e impresión de la prensa.

**Hoja de trabajo nuevo:** Son las especificaciones acordadas durante la reunión de los Técnicos de Impresión, Técnicos de Tintas, Encargado de Diseño y Desarrollo, Encargado de Planificación y Encargado de Gestión de Calidad.

**Encaminado:** Tiempo que comprende el último pliego impreso de una orden de producción hasta obtener el primer pliego conforme de la nueva producción.

**Maculatura:** Pliegos impresos defectuosos que se utilizan para lograr el pliego estándar de arranque.

**Mantenimiento:** Tiempo que la máquina no opera por lubricación, ajustes y cambio de piezas.

**Mantilla de Caucho:** Lienzo de caucho comprensible unido a un respaldo de tela dimensionalmente estable, que se utiliza para transferir la imagen de la plancha litográfica al cartón o papel.

**Margen de pinza:** Área asignada para sujetar el pliego de cartón o papel en la prensa durante el proceso de impresión.

**Micrómetro:** Instrumento de medición que nos permite verificar el calibre del material.

**Nutzen's:** Número de piezas impresas contenidas en un pliego de sustrato.

**Operador:** Persona encargada de la operación de la prensa Offset, Troqueladora y Pegadora.

**Operación:** Tiempo designado para la realizar una tarea que corresponde a la orden de producción.

**Planchas Litográficas:** Lamina de aluminio con una capa de material sensible a la luz que sirve para transportar la imagen a la mantilla de caucho.

**Pliegos de cartón y papel:** Lienzos formados por fibras vegetales con un recubrimiento de superficie apto para la impresión con tintas offset.

**Polvo anti repinte:** Polvo utilizado en la prensa de aplicación entre pliego y pliego, que evita el repinte.

**Prensa Offset:** Máquina impresora que utiliza planchas litográficas, mantillas de caucho y tintas offset para la impresión multicolor sobre cartón y papel.

**Repinte:** Es la transferencia de tinta a la parte posterior de los pliegos de cartón o papel, provocado por el lado impreso del pliego inferior.

**Segundo ayudante:** Auxiliar para operación de prensa offset y pegadora.

**Tintas offset:** Compuesto de pigmentos de color, aceites secantes y ceras aptas para impresión offset.

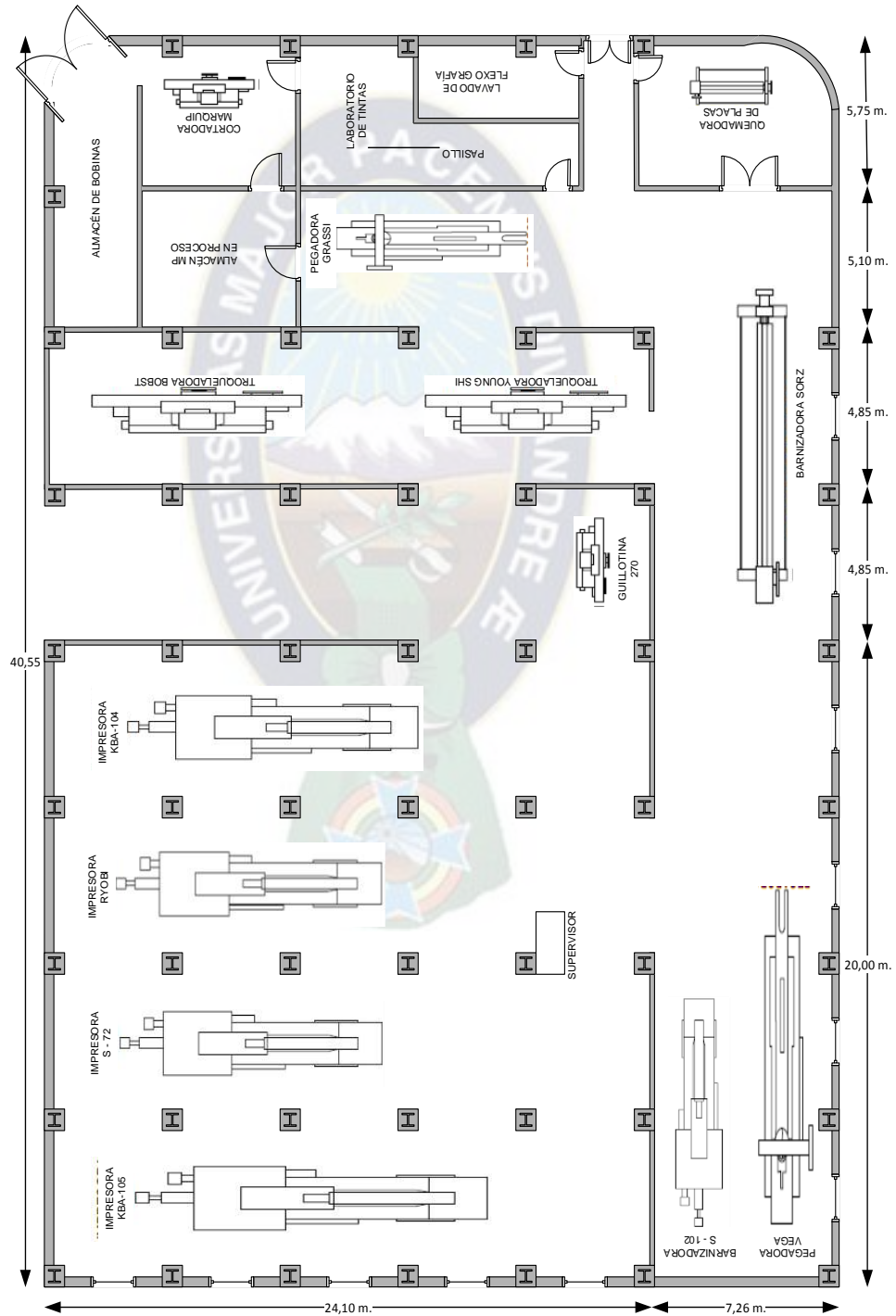
**Viscosidad:** Es la propiedad de los fluidos que expresa su resistencia a fluir.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ▶ BALLVÉ, Alberto M. Tablero de control, organizando información para crear valor. Buenos Aires-Argentina, Machi 2000.
- ▶ CASTRO ORDOÑEZ José Manuel. Guía Metodológica de Preparación y Evaluación de Proyectos de Desarrollo Local. La Paz – Bolivia. Editorial EFIGRAF, 1997. 81 p.
- ▶ GARCÍA CRIOLLO Roberto. Estudio del Trabajo Ingeniería de Métodos y Medición del trabajo. 2º ed. Monterrey – Méjico. Editorial Mc Graw Hill, 1985. 139 p.
- ▶ KANAWATY, G.: Introducción al estudio del trabajo. 4ta ed. Ginebra Suiza, 1996. 18 p.
- ▶ MANUAL Editores Gráficos. Colombia (Nº 255). Octubre 2009.
- ▶ Manual KBA-105 Rápida, Koenig & Bauer Group – Sheetfed Solutions. Alemania, 01(2016).
- ▶ MIRANDA Juan José. Gestión de Proyectos. 5º ed. Bogotá – Colombia. Editorial M&M editores, 2010. 218 p.
- ▶ NIEBEL Benjamín, FREIVALDS Andris. Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 11º ed. Méjico, D.F. Editorial Alfa omega, 2004.
- ▶ Pontificia Universidad Católica de Chile. Guía para la redacción de citas bibliográficas. Chile 2001.
- ▶ Revista Informativa Mypes y Pymes. Colombia (140). Octubre, 2014.

ANEXO CAPÍTULO 2

ANEXO N° 2-1: PLANO DE LA PLANTA DE OFFSET



FUENTE: Elaboración en base a información del Departamento de Mantenimiento

## ANEXO CAPÍTULO 3

## ANEXO 3.1: CURSO GRAMA ANALÍTICO ACTUAL – PRENSA

CURSO GRAMA ANALÍTICO - PRENSA											
Hoja N° 1 de 5						RESUMEN					
Área: Planta Offset - Área de Impresión - PRENSA						ACTIVIDAD	Actual	Propuesto	Economía		
Fecha: <b>16/09/2016</b>						Operación	25	-	-		
Realizado por: Susana Valenzuela Oblitas						Transporte	4	-	-		
Método				Actual	Propuesto	Espera	1	-	-		
Tipo		Operario		Material	Máquina	Inspección	6	-	-		
Descripción Orden de pedido OP: <b>OFF07839</b>						Almacenaje	0	-	-		
Producto: <b>Estuche Omeprazol (Lab. Delta)</b>				Colores: <b>4</b>		Tiempo (min)	180	-	-		
Material: <b>Cartulina</b>				Gramaje:		Distancia (m)	70	-	-		
Cantidad: <b>3540 pliegos (21240 unid)</b>				Maq: <b>IMP. RYOBI</b>		Costo (Bs.)	-	-	-		
N°	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					Tiempo (min)	Distancia (m)	Cant. (unid)	OBSERVACIONES
			○	⇒	D	o	▽				
1	Limpieza (área de trabajo)	Limpieza	*					4			
2	Verificación información (sobre)	Inspección				*		3			
3	Regula y apila papel (fuente alimentación)	Encaminado	*					7			Acciones simultaneas
4	Coloca paleta a la salida de la máquina y regula la caída de la cartulina	Encaminado	*								
5	Retira tinta y lava sistema de entintado	Encaminado	*					5			Acciones simultaneas
6	Mide la temperatura y el pH, conductividad de la solución	Inspección				*					
7	Limpia cilindros porta-plancha	Limpieza	*					3			
8	Limpia cilindros porta-caucho	Limpieza	*					3			
9	Retira y limpia la plancha anterior	Limpieza	*					8			
10	Dobla y coloca la plancha de la OP (nueva) en sus respectivos cuerpos	Cambio de planchas	*					22	10		
11	Carga y esparce la tinta en el sistema	Preparación	*					15			
12	Busca maculas solicita refile en guillotina	Encaminado		*				8	16		Actividades simultaneas
13	Carga maculas en la entrada-máquina	Encaminado	*				2				
14	Gradúa la salida de tinta	Preparación	*					10			
15	Establece la velocidad del tiraje	Programación	*					4			
16	Realiza la primera impresión	Encaminado	*					8			
17	Revisa y ajusta calce de la impresión	Ajuste	*					4			Actividades simultaneas
18	Verifica el tono y color	Inspección				*					
19	Corrige tono, color y calce	Encaminado	*					3			
20	Realiza segunda impresión	Encaminado	*					6			
21	Revisa tono, color y calce	Inspección				*		5			Actividades simultaneas
22	Corrige tono y color	Encaminado	*								
23	Realiza tercera impresión	Encaminado	*					5			

24	Revisa tono y color	Inspección			*		3			
25	Lleva la hoja al supervisor para su aprobación	Encaminado	*				1	6		
26	Espera aprobación	Espera		*			12			
27	Devuelve la hoja a la mesa de trabajo	Encaminado			*		1	6		
28	Retira las maculas utilizadas y no utilizadas	Encaminado	*				3	16	Actividades simultaneas	
29	Traslada las maculas a la playa de desechos	Encaminado		*			2			
30	Vacía y limpia los tinteros	Limpieza	*				8			
31	Lava y retira las planchas	Encaminado	*				10			
32	Traslada las planchas a la mesa de trabajo	Encaminado		*			2	10		
33	Limpia los cilindros porta-cauchos	Limpieza	*				4			
34	Limpia los cilindros porta plancha	Limpieza	*				4			
35	Lava las racletas	Limpieza	*				2			
36	Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema	Registro	*				3	6		
<b>TOTAL</b>			<b>25</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>180</b>	<b>70</b>	<b>-</b>

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA



## ANEXO 3.2: CURSO GRAMA ANALÍTICO PROPUESTO – PRENSA

CURSO GRAMA ANALÍTICO											
Hoja N° 2 de 5						RESUMEN					
Área: Planta Offset - Área de Impresión - PRENSA						ACTIVIDAD	Actual	Propuesto	Economía		
Fecha: 16/09/2016						Operación	25	22	3		
Realizado por: Susana Valenzuela Oblitas						Transporte	4	4	-		
Método				Actual	Propuesto	Espera	1	1	-		
Tipo		Operario		Material	Máquina	Inspección	6	4	2		
Descripción Orden de pedido OP: OFF07824 SOALPRO						Almacenaje	-	-	-		
Producto: <i>Estuches Omeprazol (Lab. Delta)</i>				Colores: 4		Tiempo (min)	180	156	24		
Material: <i>Cartulina</i>				Gramaje:		Distancia (m)	70	70	-		
Cantidad: 3540 pliegos (21240 unid)				Maq: <i>IMP. RYOBI</i>		Costo (Bs.)	-	-	-		
N°	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					Tiempo (min)	Distancia (m)	Cant. (unid)	OBSERVACIONES
			○	⇒	D	◦	▽				
1	Limpieza (área de trabajo)	Limpieza	*					4			
2	Regula y apila papel (fuente alimentación)	Encaminado	*					7			Acciones simultaneas
3	Coloca paleta a la salida de la máquina y regula la caída de la cartulina	Encaminado	*								
4	Mide el pH, conductividad de la solución	Encaminado	*					18	10		Acciones simultaneas
5	Dobla y coloca la plancha de la OP en sus respectivos cuerpos	Cambio de planchas	*								
6	Carga y esparce la tinta en el sistema	Preparación	*				15			Acciones simultaneas	
7	Busca maculas solicita refilen en guillotina	Encaminado		*			8	16			
8	Carga maculas en la entrada-máquina	Encaminado	*				2				
9	Gradúa la salida de tinta	Preparación	*				10				
10	Establece la velocidad del tiraje	Programación	*				4				
11	Realiza la primera impresión	Encaminado	*				8				
12	Revisa y ajusta calce de la impresión	Ajuste	*				4			Actividades simultaneas	
13	Verifica el tono y color	Inspección				*					
14	Corrige tono, color y calce	Encaminado	*				3				
15	Realiza segunda impresión	Encaminado	*				6				
16	Revisa tono, color y calce	Inspección				*	5			Actividades simultaneas	
17	Corrige tono y color	Encaminado	*								
18	Realiza tercera impresión	Encaminado	*				5				
19	Revisa tono y color	Inspección				*	3				
20	Lleva la hoja al supervisor para su aprobación	Encaminado		*			1	6			
21	Espera aprobación	Espera			*		12				
22	Devuelve la hoja a la mesa de trabajo	Encaminado				*	1	6			
23	Retira las maculas utilizadas y no utilizadas	Encaminado	*				3	16		Actividades simultaneas	
24	Traslada las maculas a la playa de desechos	Encaminado		*					2		
25	Vacía y limpia los tinteros	Limpieza	*				8				
26	Lava y retira las planchas	Encaminado	*				10				

27	Traslada las planchas a la mesa de trabajo	Encaminado		*				2	10		
28	Limpia los cilindros porta-cauchos	Limpieza	*					4			
29	Limpia los cilindros porta plancha	Limpieza	*					4			
30	Lava las racletas	Limpieza	*					2			
31	Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema	Registro	*					5	6		
<b>TOTAL</b>			<b>22</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>156</b>	70	-	

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

El tiempo empleado en limpieza debería cargarse en la misma operación y no llevarla al siguiente trabajo para determinar los tiempos y costos necesarios con mayor precisión y evitar posibles imprecisiones, con la implementación paulatina de una base de datos para los clientes más frecuentes se reduciría al menos una de las pruebas de impresión pues se podría consultar los parámetros de ajuste de la máquina.

Al realizar la limpieza dentro de una misma operación se disminuye el tiempo en 19 minutos significando un ahorro de 11% del tiempo total.

Un factor que no está considerado y que existe es la aprobación del cliente en máquina lo que puede llegar a ocupar un turno completo y aun así no llegar a aprobar el producto debido a algunos factores atribuibles a pre prensa, como que las placas pueden llegar a tener ganancia de puntos o errores en el diseño final.



## ANEXO 3.3: CURSO GRAMA ANALÍTICO ACTUAL – TROQUELADO

CURSO GRAMA ANALÍTICO											
Hoja N° 3 de 5					RESUMEN						
Área: Planta Offset - Área de Troquelado - TROQUELADORA					ACTIVIDAD	Actual	Propuesto	Economía			
Fecha: 26/09/2016					Operación	20	-	-			
Realizado por: Susana Valenzuela Oblitas					Transporte	4	-	-			
Método			Actual	Propuesto	Espera	1	-	-			
Tipo		Operario		Material	Máquina	Inspección	4	-	-		
Descripción Orden de pedido OP: OFF07825					Almacenaje	-	-	-			
Producto: SOALPRO (estuches para galletas)			N° Ntz: 2		Tiempo (min)	422	-	-			
Material: Cartulina			Alto relieve: Si		Distancia (m)	154	-	-			
Cantidad: 50025 pliegos (100000 unidades)			Maq: YOUNG SHING		Costo (Bs.)	-	-	-			
N°	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					Tiempo (min)	Distancia (m)	Cant. (unid)	OBSERVACIONES
			○	⇒	D	◦	▽				
1	Limpieza (área de trabajo)	Limpieza	*					20			
2	Verificación información (sobre)	Inspección				*		3			
3	Busca el troquel en el casillero	Encaminado		*				15	28		Para trabajos nuevos se entrega el troquel con el sobre de información
4	Busca papel para el plano de referencia	Encaminado		*				10	6		El técnico se encarga de buscar papel
5	Limpia la platina / rama	Limpieza	*					5			
6	Coloca y alinea el troquel a la rama	Encaminado	*					12			
7	Verifica calce y registro del troquel	Inspección				*		6			
8	Corrige el calce en la rama	Encaminado	*								
9	Obtiene el plano de referencia (papel de arreglo)	Encaminado			*			2			
10	Corta y coloca los filetes en las cuchillas	Encaminado	*					160			
11	Transfiere los filetes a la platina de la máquina	Encaminado	*					5			
12	Regula la presión de corte por primera vez.	Regulado	*					3			
13	Redondea los filetes en la platina y los protege colocándole cinta adhesiva.	Encaminado	*					24			Redondeo necesario para cuidar las puntas de los filetes.
14	Coloca la placa de alto relieve	Encaminado	*					4			
15	Prueba 1	Encaminado	*					3			
16	Verifica línea de rillado y corte	Inspección				*		5			
17	Regula la presión de corte por segunda ocasión	Regulado	*					2			La presión depende del material
18	Prueba 2	Encaminado	*					3			
19	Verifica línea de rillado y corte	Inspección				*		4			
20	Coloca cinta adhesiva al plano de referencia	Encaminado	*					16			
21	Regula la velocidad y presión de corte final.	Regulado	*					5			
22	Prueba 3	Encaminado	*					3			
23	Arma los pinos superiores	Encaminado	*					35			
24	Arma los pinos inferiores	Encaminado	*					35			

25	Toma pinzas de ajuste de salida del formato de hoja	Encaminado	*					4			
26	Salida des troquelado	Encaminado	*					8			
27	Apila papel, fuente de alimentación	Encaminado		*				12			
28	Retira desechos del material	Encaminado		*				15	120		
29	Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema	Registro	*					3			
<b>TOTAL</b>			<b>20</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>422</b>	<b>154</b>	<b>-</b>	

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA



### ANEXO 3.4: CURSO GRAMA ANALÍTICO PROPUESTO – TROQUELADO

CURSO GRAMA ANALÍTICO											
Hoja N° 4 de 5					RESUMEN						
Área: Planta Offset - Área de Troquelado - TROQUELADORA					ACTIVIDAD	Actual	Propuesto	Economía			
Fecha: 26/09/2016					Operación	20	19	1			
Realizado por: Susana Valenzuela Oblitas					Transporte	4	3	1			
Método				Actual	Propuesto	Espera	1	1	-		
Tipo		Operario		Material	Máquina	Inspección	4	4	-		
Descripción Orden de pedido OP: OFF07825					Almacenaje		-	-	-		
Producto: SOALPRO (estuches para galletas)				N° Ntz: 2		Tiempo (min)	422	252	170		
Material: Cartulina				Alto relieve: Si		Distancia (m)	154	148	6		
Cantidad: 50025 pliegos (100000 unidades)				Maq: YOUNG SHING		Costo (Bs.)	-	-	-		
N°	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					Tiempo (min)	Distancia (m)	Cant. (unid)	OBSERVACIONES
			○	⇒	D	◦	▽				
1	Limpieza (área de trabajo)	Limpieza	*					20			
2	Verificación información (sobre)	Inspección				*		3			
3	Busca el troquel en el casillero	Encaminado		*				15	28		Para trabajos nuevos se entrega el troquel con el sobre de información
4	Limpia la platina / rama	Limpieza	*					5			
5	Coloca y alinea el troquel a la rama	Encaminado	*					12			
6	Verifica calce y registro del troquel	Inspección				*		6			
7	Corrige el calce en la rama	Encaminado	*								
8	Obtiene el plano de referencia (papel de arreglo)	Encaminado			*			2			
9	Transfiere los filetes a la platina de la máquina	Encaminado	*					5			
10	Regula la presión de corte por primera vez.	Regulado	*					3			
11	Redondea los filetes en la platina y los protege colocándole cinta adhesiva.	Encaminado	*					24			Redondeo necesario para cuidar las puntas de los filetes.
12	Coloca la placa de alto relieve	Encaminado	*					4			
13	Apila papel, fuente de alimentación	Encaminado		*				12			
14	Toma pinzas de ajuste de salida del formato de hoja	Encaminado	*					4			
15	Prueba 1	Encaminado	*					3			
16	Verifica línea de rillado y corte	Inspección				*		5			
17	Regula la presión de corte por segunda ocasión	Regulado	*					2			La presión depende del material
18	Prueba 2	Encaminado	*					3			
19	Verifica línea de rillado y corte	Inspección				*		4			
20	Coloca cinta adhesiva al plano de referencia	Encaminado	*					16			
21	Regula la velocidad y presión de corte final.	Regulado	*					5			
22	Prueba 3	Encaminado	*					3			
23	Arma los pinos superiores	Encaminado	*					35			
24	Arma los pinos inferiores	Encaminado	*					35			

25	Salida des troquelado	Encaminado	*					8			
26	Retira desechos del material	Encaminado		*				15	120		
27	Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema	Registro	*					3			
<b>TOTAL</b>			<b>19</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>252</b>	<b>148</b>	<b>-</b>	

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

El curso grama propuesto establece que el armado de filetes en el troquel se realice en pre prensa, igualmente se proporcione los insumos necesarios el operador sin embargo el análisis de costos establecerá la conveniencia de realizar las tareas, considerando los volúmenes de producción, la frecuencia de las Ordenes de Producción, los costos directos e indirectos.



## ANEXO 3.5: CURSO GRAMA ANALÍTICO ACTUAL – PEGADORA

CURSO GRAMA ANALÍTICO											
Hoja N° 5 de 5					RESUMEN						
Área: Planta Offset - Área de Acabado – PEGADORA					ACTIVIDAD	Actual	Propuesto	Economía			
Fecha: 15/09/2016					Operación	18					
Realizado por: Susana Valenzuela Oblitas					Transporte	3					
Método			Actual	Propuesto	Espera	-					
Tipo		Operario		Material	Máquina	Inspección	7				
Descripción Orden de pedido OP: OFF07874 (Lab. COFAR)					Almacenaje	-					
Producto: <i>Dispensador Trassil (50 sobres)</i>			N° Puntos: 3		Tiempo (min)	50					
Material: <i>Cartulina</i>			Gramaje:		Distancia (m)	36					
Cantidad: <i>20000 unidades</i>			Maq: <i>VEGA</i>		Costo (Bs.)						
N°	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	SÍMBOLO					Tiempo (min)	Distancia (m)	Cant. (unid)	OBSERVACIONES
			○	⇒	□	◦	▽				
1	Limpieza del área de trabajo	Limpieza	*					2			Acción realizada por ayudantes
2	Verifica información (sobre)	Inspección				*					Técnico encargado
3	Traslada material a la entrada de la máquina	Encaminado		*				12			Acción realizada por ayudantes
4	Mide la caja a unir	Encaminado	*								
5	Coloca la pieza en el centro de las cintas y gradúa	Encaminado	*					5			
6	Establece el número de correas transportadoras y Regula distancia entre ellas	Preparación	*								Técnico encargado
7	Regula la tensión en las correas	Preparación		*				8			
8	Regula los topes (escuadras) de la máquina	Preparación	*								
9	Arma las cajas para embalado	Encaminado	*					5			Acción realizada por ayudantes
10	Requiere corte de etiquetas/guillotina	Encaminado		*				16			
11	Selecciona y coloca ganchos para doblar el material	Encaminado	*								
12	Verifica que se doble la caja de manera adecuada	Inspección				*		8			
13	Verifica que coincida con los cilindros inferiores	Inspección				*					
14	Verifica la densidad del pegamento	Inspección				*					
15	Inyecta pegamento de prueba a la caja adhiere dos puntos	Encaminado	*								
16	Regula, acomoda y programa la cantidad de pegamento por punto superior e inferior.	Programación	*					4			
17	Programa la distancia que existe entre piezas y cantidad de pegamento	Programación	*								Técnico encargado
18	Acomoda los varillas adicionales para el pre doblado	Preparación	*					7			
19	Añadido el pegamento pasa al doblado definitivo	Encaminado	*					4			
20	Regula y determina la velocidad de trabajo de la pegadora	Programación	*								
21	Marca la longitud de la pieza en la máquina	Encaminado	*					5			

22	Utiliza el contador de la máquina y determina el número para el embalado	Programación	*								
23	Regula la velocidad de pegado y salida	Programación	*								
24	Revisa que este no se desprenda los puntos unidos.	Inspección				*		4		Acción realizada por ayudantes	
25	Revisa que no exista exceso de pegamento en la caja	Inspección				*					
26	Revisa que exista simetría en el pegado	Inspección				*					
27	Regula la presión en los rodillos de salida	Preparación	*					3			
28	Coloca topes a la salida de la máquina	Encaminado	*								Técnico encargado
29	Registra información de la producción en el cuaderno y el sistema	Registro	*					3			
<b>TOTAL</b>			<b>18</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>7</b>	<b>-</b>	<b>50</b>			

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA.

Las pegadoras tienen tres técnicos asignados en cada máquina, el rendimiento de esta operación en ambas pegadoras es alta, esta es la operación más eficiente del proceso de producción.

El curso grama establece la sincronía que existe entre los técnicos por lo que el proceso siempre cumple con el plan de producción, de manera excepcional se contrata horas extras solo en fechas donde la demanda es alta y es necesario.

### ANEXO 3.6: ÍNDICE DE EFICIENCIA GLOBAL DE PRODUCCIÓN

Para el cálculo de Índice de Eficiencia Global se consideraron los datos promedio de todas las operaciones en cada máquina en número de diez y se detallan en los siguientes cuadros con el uso de las subsecuentes expresiones.

“Eficiencia general del equipo” 
$$EGP (\%) = [(D) * (E) * (C)] * 100 \quad (2)$$

D= Índice de disponibilidad 
$$D = [(T_o) / (T_d)] * 100 \quad (3)$$

E= Índice de eficiencia 
$$T_o = (T_d) - (T_{nP}) \quad (4)$$

C= Índice de calidad 
$$T_d = (T) - (T_p) \quad (5)$$

Donde:

D = Índice de disponibilidad

T<sub>o</sub> = Tiempo neto de operación

T<sub>d</sub> = Tiempo neto disponible

T<sub>nP</sub> = Tiempo no programado de paro

T = Tiempo

T<sub>p</sub> = Tiempo planeado de paro

**CUADRO A3-1: ÍNDICE DE EFICIENCIA GLOBAL**

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA GLOBAL DE PRODUCCIÓN				
MÁQUINA	D = Disponibilidad	E = Eficiencia	C = Calidad	EGP = [D]*[E]*[C]
I - S -72	0,86	0,87	0,86	<b>64,44</b>
I - RYOBİ -756	0,74	0,32	2,59	<b>60,91</b>
T - YOUNG SHING	0,66	0,89	0,99	<b>58,38</b>
T - BOBST	0,79	0,72	0,98	<b>55,21</b>
P - VEGA	0,70	0,97	0,98	<b>66,51</b>
P - GRASSI	0,82	0,97	0,93	<b>74,06</b>

FUENTE: Elaboración en base a los Cuadros A3-2, A3-3 y A3-4

**CUADRO A3- 2: INDICADOR DE EFICIENCIA**

<b>CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA</b>					
<b>MÁQUINA</b>	$T_d$ = Tiempo neto disponible	$C_t$ = Capacidad	$T_c$ = Tiempo neto disponible/capacidad	P = Producción	$E = [T_c * P] / [T_d]$
<b>I - S -72</b>	189,70	9500	0,020	8291,10	<b>0,87</b>
<b>I - RYOBI -756</b>	101,20	10000	0,010	3172,00	<b>0,32</b>
<b>T - YOUNG SHING</b>	595,00	7500	0,079	6675,90	<b>0,89</b>
<b>T - BOBST</b>	550,70	15000	0,037	10755,20	<b>0,72</b>
<b>P - VEGA</b>	339,00	20000	0,017	19470,00	<b>0,97</b>
<b>P - GRASSI</b>	692,90	30000	0,023	29070,00	<b>0,97</b>

FUENTE: Elaboración en base a los Cuadros A3-5, A3-6, A3-7, A3-8, A3-9 y A3-10

**CUADRO A3- 3: INDICADOR DE CALIDAD**

<b>CÁLCULO DEL INDICADOR DE CALIDAD</b>			
<b>MÁQUINA</b>	P = Producción	$Q_d$ = Cant. hojas impresas con defectos	$C = [(P) - (Q_d)] / (P) * 100$
<b>I - S -72</b>	8291,10	8220	<b>0,86</b>
<b>I - RYOBI -756</b>	3172,00	3090	<b>2,59</b>
<b>T - YOUNG SHING</b>	6675,90	6610	<b>0,99</b>
<b>T - BOBST</b>	10755,20	10650	<b>0,98</b>
<b>P - VEGA</b>	19470,00	19280	<b>0,98</b>
<b>P - GRASSI</b>	29070,00	28800	<b>0,93</b>

FUENTE: Elaboración en base a los Cuadros A3-5, A3-6, A3-7, A3-8, A3-9 y A3-10

**CUADRO A3- 4: TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN PRENSA S-72**

<b>I - S-72</b>	T = Tiempo teórico disponible	$T_p$ = Tiempo planeado de paro	$T_d$ = Tiempo neto disponible	$T_nP$ = Tiempo x fallas	$T_o$ = Tiempo neto de operación	Producción
off-07915a	305	120	185	115	70	2330
off-07915b	335	180	155	85	70	2330
off-07916	392	217	175	65	110	4580
off-07892	333	82	251	181	70	1550
off-07842	335	167	168	58	110	3100
off-07854	502	282	220	95	125	5500
off-07880	530	300	230	100	130	40000
off-07879	314	173	141	51	90	7000
off-07874	474	292	182	87	95	10006
off-07867	427	237	190	80	110	6515
	<b>394,7</b>	<b>205,0</b>	<b>189,7</b>	<b>91,7</b>	<b>98,0</b>	<b>8291,1</b>

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA



**CUADRO A3- 5: INDICADOR DE DISPONIBILIDAD**

CÁLCULO DEL INDICADOR DE DISPONIBILIDAD						
MÁQUINA	T = Tiempo disponible	T <sub>p</sub> = Tiempo planeado de paro	T <sub>d</sub> = Tiempo neto disponible	T <sub>nP</sub> = Tiempo x fallas, alistamientos	T <sub>o</sub> = Tiempo de operación	$D = \frac{[T_o]}{[T_d]} * 100$
<i>I</i> - RYOBI -756	5,42	3,74	1,69	0,94	0,01	<b>0,74</b>
<i>I</i> - S-72	6,58	3,42	3,16	1,53	0,03	<b>0,86</b>
<i>T</i> - YOUNG SHING	19,25	9,33	9,92	5,96	0,07	<b>0,66</b>
<i>T</i> - BOBST	20,74	11,56	9,18	4,84	0,07	<b>0,79</b>
<i>P</i> - VEGA	10,54	4,89	5,65	3,28	0,04	<b>0,70</b>
<i>P</i> - GRASSI	21,32	9,77	11,55	5,85	0,10	<b>0,82</b>

FUENTE: Elaboración en base a los Cuadros A3-5, A3-6, A3-7, A3-8, A3-9 y A3-10

**CUADRO A3- 6: TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN PRENSA RYOBI**

<i>I</i> - RYOBI	T = Tiempo teórico disponible	T <sub>p</sub> = Tiempo planeado de paro	T <sub>d</sub> = Tiempo neto disponible	T <sub>nP</sub> = Tiempo x fallas	T <sub>o</sub> = Tiempo neto de operación	Producción
off-07864	354	233	121	31	90	7500
off-07852	229	139	90	70	20	2200
off-07839	231	170	61	16	45	3540
off-07837a	357	255	102	67	35	4000
off-07837b	282	170	112	96	16	1250
off-07865	211	122	89	69	20	1550
off-07833	275	165	110	90	20	1500
off-07847	358	254	104	64	40	1750
off-07828	581	483	98	13	85	5000
off-07862	375	250	125	45	80	3430
	<b>325,3</b>	<b>224,1</b>	<b>101,2</b>	<b>56,1</b>	<b>45,1</b>	<b>3172</b>

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

**CUADRO A3- 7: TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN TROQUELADORA  
YOUNG SHING**

<b>T - YOUNG SHING</b>	<b>T = Tiempo teórico disponible</b>	<b>T<sub>p</sub> = Tiempo planeado de paro</b>	<b>T<sub>d</sub> = Tiempo neto disponible</b>	<b>T<sub>nP</sub> = Tiempo x fallas</b>	<b>T<sub>o</sub> = Tiempo neto de operación</b>	<b>Producción</b>
off-07829	1409	689	720	410	310	9200
off-07818	1862	942	920	340	580	14008
off-07797	1194	544	650	335	315	9500
off-07832	1155	560	595	383	212	8012
off-07823	836	386	450	360	90	5010
off-07836	750	314	436	358	78	880
off-07843	731	318	413	328	85	1513
off-07857	2005	1025	980	420	560	11020
off-07864	768	372	396	336	60	3604
off-07862	840	450	390	308	82	4012
	<b>1155,0</b>	<b>560,0</b>	<b>595,0</b>	<b>357,8</b>	<b>237,2</b>	<b>6675,9</b>

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

**CUADRO A3- 8: TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN TROQUELADORA  
BOBST**

<b>T - BOBST</b>	<b>T = Tiempo teórico disponible</b>	<b>T<sub>p</sub> = Tiempo planeado de paro</b>	<b>T<sub>d</sub> = Tiempo neto disponible</b>	<b>T<sub>nP</sub> = Tiempo x fallas</b>	<b>T<sub>o</sub> = Tiempo neto de operación</b>	<b>Producción</b>
off-07794	2060	1340	720	70	650	7500
off-07860	716	126	590	410	180	6700
off-07824	1905	1400	505	185	320	25000
off-07825	1795	1205	590	170	420	16000
off-07826	1650	1090	560	100	460	22005
off-07827	1317	672	645	549	96	5800
off-07843	814	317	497	372	125	3336
off-07875	798	368	430	320	110	4200
off-07878	810	390	420	322	98	12005
off-07877	580	30	550	408	142	5006
	<b>1244,50</b>	<b>693,8</b>	<b>550,70</b>	<b>290,6</b>	<b>260,10</b>	<b>10755,20</b>

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

**CUADRO A3- 9: TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN PEGADORA VEGA**

<b>P - VEGA</b>	T = Tiempo teórico disponible	T <sub>p</sub> = Tiempo planeado de paro	T <sub>d</sub> = Tiempo neto disponible	T <sub>nP</sub> = Tiempo x fallas	T <sub>o</sub> = Tiempo neto de operación	Producción
off-07842	356	136	220	65	155	6200
off-07799	356	146	210	125	85	5000
off-07835	541	251	290	123	167	18000
off-07839	490	270	220	47	173	20000
off-07852	341	146	195	110	85	5000
off-07857	1040	490	550	368	182	65000
off-07853	456	196	260	150	110	7500
off-07851	416	186	230	140	90	8000
off-07861	820	390	430	255	175	18000
off-07796	1505	720	785	583	202	42000
	<b>632,10</b>	<b>293,1</b>	<b>339,00</b>	<b>196,6</b>	<b>142,40</b>	<b>19470,00</b>

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

**CUADRO A3- 10: TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN PEGADORA GRASSI**

<b>P-GRASSI</b>	T = Tiempo teórico disponible	T <sub>p</sub> = Tiempo planeado de paro	T <sub>d</sub> = Tiempo neto disponible	T <sub>nP</sub> = Tiempo x fallas	T <sub>o</sub> = Tiempo neto de operación	Producción
off-07794	3909	2109	1800	550	1250	100000
off-07829	2240	1040	1200	450	750	25000
off-07843	620	270	350	260	90	8000
off-07860	386	126	260	175	85	12000
off-07874	664	270	394	188	206	10000
off-07877	585	195	390	250	140	7500
off-07879	585	240	345	225	120	8200
off-07828	1283	743	540	180	360	20000
off-07884	1390	430	960	735	225	50000
off-07885	1130	440	690	495	195	50000
	<b>1279,20</b>	<b>586,3</b>	<b>692,90</b>	<b>350,8</b>	<b>342,10</b>	<b>29070,00</b>

FUENTE: Elaboración en base a estudios realizados en planta ILBSA

## ANEXO CAPÍTULO 4

### ANEXO 4.1: CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA SMED

	Rangos					Puntaje total					Total
	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100						
Se han desarrollado e implementado estándares para la operación de cada proceso.						0	0	0	0	0	0
Tiene cada proceso su hoja de operaciones estándar al alcance y a disposición del operario y que contiene la información básica de la operación del proceso.						0	0	0	0	0	0
Pueden los trabajadores comprender los detalles de su trabajo y saben por qué deberían de hacer las cosas de esa manera y solo así son capaces de establecer otras formas mejores de hacerlo.						0	0	0	0	0	0
Las actividades más importantes en cada área se describen en los procedimientos de trabajo estándar, que se publican. Las actividades auxiliares también tienen procedimientos estándar.						0	0	0	0	0	0
El Takt Time <sup>1</sup> de cada producto se ha utilizado como base de referencia para establecer el tiempo del proceso de cada operación y los requisitos de actuación para cada operario.						0	0	0	0	0	0
Establecidos el Takt Time se dedican esfuerzos al logro de los objetivos de calidad, seguridad y costos.						0	0	0	0	0	0
Los empleados con frecuencia descubren mejores maneras de hacer su trabajo las cuales son capturadas y revisados bajo los procedimientos de trabajo estándar.						0	0	0	0	0	0
La empresa de manera rutinaria compara las condiciones actuales de los estándares de cada proceso con el objetivo de realizar mejoras con base en sugerencias realizadas por los operarios o debido a la inserción de nuevas actividades.						0	0	0	0	0	0
Existen acciones informales frente a los esfuerzos de reducción de puesta a punto y se han intentado con cierto éxito, sobre todo en la sala de prensa. Algunos operarios han recibido entrenamiento y el conocimiento de las estrategias de reducción de puesta a punto, pero no hay planes o metas firmes.						0	0	0	0	0	0
Los tiempos de preparación no se miden. Aún no se han realizado proyectos para reducir los tiempos de puesta en marcha para cualquier pieza del equipo.						0	0	0	0	0	0
Los tiempos de preparación son conocidos y se tienen en cuenta a la hora de programar las máquinas, sin embargo los tiempos de preparación de los equipos fuera de la sala						0	0	0	0	0	0

<sup>1</sup> Takt Time significa que tan seguido se debe producir un producto o parte, basado en las ventas para cumplir los requerimientos del cliente.



## ANEXO CAPÍTULO 5

## ANEXO 5.1: SIMULACIÓN PARA LA ESTIMACIÓN DE VENTAS

CUADRO A5- 1: DEMANDA PARA 14 MESES

Mes	Estuches Simples	Estuches con Alto Relieve	Estuches con Hot Stamping	Etiquetas Simples	Etiquetas con Hot Stamping	Etiquetas Troqueladas	Afiches Simples
Ene	4688478	1338356	855061	1561731	437285	874569	241864
Feb	3281935	1003767	547239	1155681	349828	559724	198328
Mar	3188165	816397	607093	843335	288608	585961	130607
Abr	3047511	910082	589992	905804	253625	603453	137862
May	4155398	856548	649846	1186916	271117	655927	154793
Jun	4159618	1150986	632745	1327471	319218	778366	203166
Jul	3469474	977000	761004	1077594	358574	708401	169305
Ago	4454054	1405274	829409	1468027	419794	848332	239445
Sep	4922902	1512342	889263	2030250	439034	927043	290237
Oct	5251095	1472192	837960	1671052	568471	1014500	290237
Nov	5532404	1525726	1111579	1889695	507251	877193	246701
Dic	5719943	1552493	897814	1811608	529115	1058228	314423
Ene	5579289	1324972	829409	1514879	463522	953280	307167
Feb	5626174	963616	607093	1093212	319218	515996	174142

FUENTE: Elaboración en base a Simulación Monte Carlo y Cuadros Subsiguientes.

<b>ELEGIR UN TIPO DE PRODUCTO PARA EL ANÁLISIS</b>			
<input type="radio"/>	0	Estuches Simples	ESS
<input checked="" type="radio"/>	1	Estuches con Alto Relieve	ESAR
<input type="radio"/>	0	Estuches con Hot Stamping	ESHS
<input type="radio"/>	0	Etiquetas Simples	ETS
<input type="radio"/>	0	Etiquetas con Hot Stamping	ETHS
<input type="radio"/>	0	Etiquetas Troqueladas	ETT
<input type="radio"/>	0	Afiches Simples	AS

<b>ESAR</b>	<b>ESTUCHES CON ALTO RELIEVE</b>		
<b>m=</b>	4		
<b>X max=</b>	1552493	<b>Recorrido=</b>	736096
<b>X min=</b>	816397	<b>C=</b>	184024

$X_i$	$X_i^*$	$X$ media	Frecuencia	Probabilidad	Probabilidad Acumulada	Intervalos	
816397	1000421	908409	5	0,36	0,36	0	35
1000421	1184445	1092433	2	0,14	0,50	36	49
1184445	1368469	1276457	2	0,14	0,64	50	63
1368469	1552493	1460481	5	0,36	1,0	64	99
<b>Suma</b>			14				

Tipo de demanda	Probabilidad	Probabilidad Acumulada	Intervalos	
ALTA	0,6	0,6	0	59
MEDIA	0,25	0,85	60	84
BAJA	0,15	1	85	99

Disminución en ventas 25%				DEMANDA PARA UN AÑO			
Mes	Estuches Simples	Estuches con Alto Relieve	Estuche con Hot Stamping	Etiqueta Simple	Etiqueta con Hot Stamping	Etiqueta Troquelada	Afiche Simple
1°	4688478	1338356	855061	1561731	437285	874569	241864
2°	3281935	1003767	547239	1155681	349828	559724	198328
3°	3188165	816397	607093	843335	288608	585961	130607
4°	3047511	910082	589992	905804	253625	603453	137862
5°	4155398	856548	649846	1186916	271117	655927	154793
6°	4159618	1150986	632745	1327471	319218	778366	203166
7°	3469474	977000	761004	1077594	358574	708401	169305
8°	4454054	1405274	829409	1468027	419794	848332	239445
9°	4922902	1512342	889263	2030250	439034	927043	290237
10°	5251095	1472192	837960	1671052	568471	1014500	290237
11°	5532404	1525726	1111579	1889695	507251	877193	246701
12°	5719943	1552493	897814	1811608	529115	1058228	314423
13°	5579289	1324972	829409	1514879	463522	953280	307167
14°	5626174	963616	607093	1093212	319218	515996	174142

DEMANDA MEDIA						
Estuches Simples	Estuches con Alto Relieve	Estuche con Hot Stamping	Etiqueta Simple	Etiqueta con Hot Stamping	Etiqueta Troquelada	Afiche Simple
2813086	803013	513036	937038	262371	524741	145118
1969160	602260	328343	693408	209896	335834	118997
1912899	489838	364255	506000	173164	351576	78363
1828506	546049	353995	543482	152175	362071	82717
2493238	513928	389907	712149	162670	393556	92875
2495770	690591	379647	796482	191530	467019	121899
2081684	586199	456602	646556	215144	425040	101582
2672432	843164	497645	880816	251876	508999	143667
2953741	907405	533558	1218150	263420	556225	174142
3150657	883314	502775	1002631	341082	608700	174142
3319442	915435	666947	1133816	304350	526315	148020
3431965	931495	538688	1086964	317468	634937	188653
3347573	794983	497645	908927	278113	571968	184300
3375704	578169	364255	655927	191530	309597	104485

### CÁLCULO DE PROBABILIDADES

ESAR	ESTUCHES CON ALTO RELIEVE		
m=	4		
X max=	931495	Recorrido=	441657
X min=	489838	C=	110414

Xi	Xi'	X media	Frecuencia	Probabilidad	Prob. Acumulada	Intervalos	
489838	600252	545045	5	0,36	0,36	0	35
600252	710666	655459	2	0,14	0,50	36	49
710666	821080	765873	2	0,14	0,64	50	63
821080	931494	876287	5	0,36	1,0	64	99
	<b>Suma</b>		14				



## SIMULACIÓN DEL PRODUCTO ELEGIDO

	Precio de venta	Costo variable
ESS	1,8	1,29
ESAR	2,5	1,8
ESHS	2,8	2,2
ETS	1,2	0,75
ETHS	1,5	1,1
ETT	1,7	1,4
AS	2,5	1,6

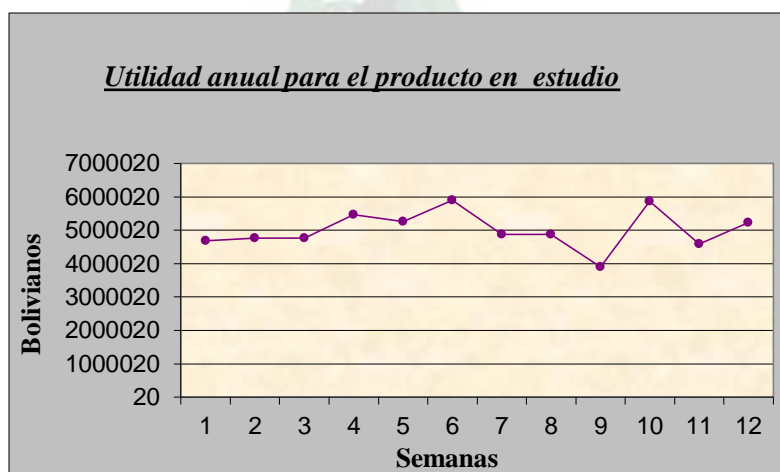
## SELECCIONE UN PRODUCTO

Estuches con Alto Relieve		ESAR
Precio de venta unitario:	2,5	
Costo Variable Unitario:	1,8	
costo constante	1,4	

Sem	Día	Nº aleat.	Tipo de Demanda	Nº aleat.	Demanda	Ingresos	Costos Variables	Utilidad	Promedio Semanal	Promedio mensual
1	1	11	ALTA	65	1460481	3651202,5	2628865,8	1022336,7		
	2	73	MEDIA	25	545045	1362612,5	981081,0	381531,5		
	3	6	ALTA	96	1460481	3651202,5	2628865,8	1022336,7		
	4	48	ALTA	50	1276457	3191142,5	2297622,6	893519,9	5333715,1	
	5	93	BAJA	91	876287	2190717,5	1577316,6	613400,9		
	6	20	ALTA	5	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3		
	7	31	ALTA	42	1092433	2731082,5	1966379,4	764703,1		
2	1	50	ALTA	55	1276457	3191142,5	2297622,6	893519,9		
	2	21	ALTA	30	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3		
	3	94	BAJA	28	545045	1362612,5	981081,0	381531,5		
	4	85	BAJA	8	545045	1362612,5	981081,0	381531,5	5230662,5	
	5	8	ALTA	70	1460481	3651202,5	2628865,8	1022336,7		
	6	52	ALTA	53	1276457	3191142,5	2297622,6	893519,9		
	7	2	ALTA	84	1460481	3651202,5	2628865,8	1022336,7		
3	1	89	BAJA	15	545045	1362612,5	981081,0	381531,5		
	2	73	MEDIA	28	545045	1362612,5	981081,0	381531,5		21083784,4

	3	98	BAJA	90	876287	2190717,5	1577316,6	613400,9		
	4	44	ALTA	65	1460481	3651202,5	2628865,8	1022336,7	4287252,9	
	5	68	MEDIA	17	545045	1362612,5	981081,0	381531,5		
	6	63	MEDIA	80	876287	2190717,5	1577316,6	613400,9		
	7	4	ALTA	52	1276457	3191142,5	2297622,6	893519,9		
4	1	23	ALTA	56	1276457	3191142,5	2297622,6	893519,9		
	2	95	BAJA	90	876287	2190717,5	1577316,6	613400,9		
	3	1	ALTA	63	1276457	3191142,5	2297622,6	893519,9		
	4	38	ALTA	47	1092433	2731082,5	1966379,4	764703,1	6232153,9	
	5	27	ALTA	92	1460481	3651202,5	2628865,8	1022336,7		
	6	46	ALTA	86	1460481	3651202,5	2628865,8	1022336,7		
	7	38	ALTA	77	1460481	3651202,5	2628865,8	1022336,7		
5	1	87	BAJA	32	545045	1362612,5	981081,0	381531,5		
	2	61	MEDIA	71	876287	2190717,5	1577316,6	613400,9		
	3	66	MEDIA	1	545045	1362612,5	981081,0	381531,5		
	4	25	ALTA	3	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3	4026340,5	
	5	22	ALTA	36	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3		
	6	52	ALTA	41	1092433	2731082,5	1966379,4	764703,1		
	7	91	BAJA	94	876287	2190717,5	1577316,6	613400,9		
6	1	71	MEDIA	50	765873	1914682,5	1378571,4	536111,1		
	2	31	ALTA	73	1460481	3651202,5	2628865,8	1022336,7		
	3	82	MEDIA	52	765873	1914682,5	1378571,4	536111,1		
	4	91	BAJA	97	876287	2190717,5	1577316,6	613400,9	4873252,3	
	5	39	ALTA	36	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3		
	6	38	ALTA	64	1276457	3191142,5	2297622,6	893519,9		
	7	58	ALTA	3	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3		17490025
7	1	28	ALTA	76	1460481	3651202,5	2628865,8	1022336,7		
	2	32	ALTA	17	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3		
	3	22	ALTA	31	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3		
	4	89	BAJA	0	545045	1362612,5	981081,0	381531,5	4538328,9	
	5	69	MEDIA	81	876287	2190717,5	1577316,6	613400,9		
	6	52	ALTA	14	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3		
	7	73	MEDIA	68	876287	2190717,5	1577316,6	613400,9		
8	1	69	MEDIA	54	765873	1914682,5	1378571,4	536111,1		
	2	41	ALTA	27	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3		
	3	81	MEDIA	65	876287	2190717,5	1577316,6	613400,9		
	4	93	BAJA	96	876287	2190717,5	1577316,6	613400,9	4052103,3	
	5	7	ALTA	8	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3		
	6	34	ALTA	33	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3		
	7	89	BAJA	21	545045	1362612,5	981081,0	381531,5		
9	1	64	MEDIA	0	545045	1362612,5	981081,0	381531,5		
	2	51	ALTA	79	1460481	3651202,5	2628865,8	1022336,7		
	3	97	BAJA	37	655459	1638647,5	1179826,2	458821,3		
	4	45	ALTA	85	1460481	3651202,5	2628865,8	1022336,7	4721951,5	
	5	68	MEDIA	50	765873	1914682,5	1378571,4	536111,1		
	6	38	ALTA	43	1092433	2731082,5	1966379,4	764703,1		

	7	61	MEDIA	62	765873	1914682,5	1378571,4	536111,1		
10	1	15	ALTA	4	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3		
	2	60	ALTA	17	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3		
	3	12	ALTA	42	1092433	2731082,5	1966379,4	764703,1		
	4	2	ALTA	91	1460481	3651202,5	2628865,8	1022336,7	4973027,5	
	5	100	BAJA	86	876287	2190717,5	1577316,6	613400,9		
	6	91	BAJA	57	765873	1914682,5	1378571,4	536111,1		
	7	53	ALTA	44	1092433	2731082,5	1966379,4	764703,1		18572086,4
11	1	27	ALTA	61	1276457	3191142,5	2297622,6	893519,9		
	2	89	BAJA	90	876287	2190717,5	1577316,6	613400,9		
	3	100	BAJA	80	876287	2190717,5	1577316,6	613400,9		
	4	61	MEDIA	40	655459	1638647,5	1179826,2	458821,3	4387026,7	
	5	41	ALTA	7	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3		
	6	95	BAJA	59	765873	1914682,5	1378571,4	536111,1		
	7	30	ALTA	33	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3		
12	1	61	MEDIA	90	876287	2190717,5	1577316,6	613400,9		
	2	64	MEDIA	54	765873	1914682,5	1378571,4	536111,1		
	3	96	BAJA	43	655459	1638647,5	1179826,2	458821,3		
	4	37	ALTA	54	1276457	3191142,5	2297622,6	893519,9	4490080,7	
	5	83	MEDIA	39	655459	1638647,5	1179826,2	458821,3		
	6	58	ALTA	27	908409	2271022,5	1635136,2	635886,3		
	7	27	ALTA	53	1276457	3191142,5	2297622,6	893519,9		



Mes	Promedio
1	5233939,9
2	4515844,9
3	5694402,7
4	4770199,7
5	5156650,1
6	4692909,9
7	4770199,7
8	4850768,3
9	5282188,1
10	4567370,5
11	4515843,5
12	6106615,9

<b>Media</b>	709674,067
<b>Desviación estándar</b>	220960,946

<b>Modo</b>	613400,9
<b>Mediana</b>	613400,9

### INTERVALOS DE CONFIDENCIALIDAD

Nivel de significación 5%

$$Z_{\alpha/2} = 1.96$$

$$P(236903,79 \leq X \leq 1165346,91) = 0,95$$

**BONDAD DE AJUSTE** (Distribución de ajuste para los 84 días)

m=	10
<b>X max=</b>	1022336,7
<b>X min=</b>	381531,5

<b>Recorrido=</b>	640805
<b>C=</b>	64080,52

$X_i$	$X_i^*$	$X_{media}$	Frecuencia	Frecuencia Acumulada
381532	445612	413572	9	9
445612	509693	477652	3	12
509693	573773	541733	3	15
573773	637854	605813	38	53
637854	701934	669894	0	53
701934	766015	733974	5	58
766015	830095	798055	0	58
830095	894176	862135	5	63
894176	958256	926216	0	63
958256	1022337	990296	21	84
<b>SUMA</b>			84	

Frecuencia Observada (F0)	Probabilidad esperada	Frecuencia Esperada (FE)	(FE-F0) <sup>2</sup> /Fe
0,107	0,000000689	0,000057914	198,00
0,143	0,000001010	0,000084804	240,37
0,179	0,000001350	0,000113384	280,88
0,631	0,000001648	0,000138419	2874,80
0,631	0,000001837	0,000154291	2578,93
0,690	0,000001869	0,000157033	3034,65
0,690	0,000001737	0,000145931	3265,63
0,750	0,000001474	0,000123825	4541,21
0,750	0,000001142	0,000095934	5861,92
1,000	0,000000808	0,000067864	14733,32
<b>TOTAL</b>			<b>37609,70</b>

$$X_{\alpha}^{(2)(N-1)} = X_{0,05}^{(2)83} = \mathbf{105,3}$$

Con un nivel de significación del 5% la distribución de frecuencias no pertenece a una distribución normal.

## ANEXO 5.2: COSTOS E INGRESOS ESTIMADOS GENERADOS DE LA SIMULACIÓN

### a) Ingreso Incremental del Proyecto

La disminución del tiempo de encaminado y preparación esperada en las troqueladoras planas es al menos un 20% para emplear ese tiempo de máquina detenida en el proceso de producción incrementando así la productividad.

**CUADRO A5-2: ILBSA INGRESO INCREMENTAL ESTIMADO POR VENTAS**

PRODUCTO	INGRESO POR VENTAS (Bs./mes)	INGRESO INCREMENTAL POR VENTAS (Bs./mes)
Estuches Simples	1.794.578	358.916
Estuches con Alto Relieve	446.730	89.346
Estuches con Hot Stamping	228.732	45.746
Etiquetas Simples	177.422	35.484
Etiquetas con Alto Relieve	51.884	10.377
Etiquetas con Hot Stamping	56.964	11.393
Etiquetas Troqueladas	76.556	15.311
Afiches Simples	163.645	32.729
<b>TOTAL (Bs/mes)</b>	<b>2.996.511</b>	<b>599.302<sup>2</sup></b>

FUENTE: Elaboración en base a la simulación Anexo 5-1 y el Cuadro N° 4-9

Del valor total de los ingresos 599.302 bs. por incremento de producción en ventas solo se considera el 5% para reprocesos que es de **29.965** bs.

Si consideramos que se realizan semanalmente de 6 a 8 cambios promedio en cada máquina, que el ahorro de tiempo aproximado es 80 min por cambio de OP y la capacidad nominal de cada máquina es de 5000 pliegos/hr. y 7500 pliegos/hr. respectivamente se tiene el Cuadro N° A5-2. Por ello para el cálculo incremental de producción se considera la capacidad utilizada de las troqueladoras 12.500 pliegos/hr. así mismo el tiempo mensual y anual de ahorro en cada operación.

<sup>2</sup> Este dato resulta ser el ingreso incremental, se realizara el flujo de caja

**CUADRO A5-3: INGRESO INCREMENTAL ESTIMADO DEL PROYECTO**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Reducción de 80 min/máquina Bobst	6.500 pliegos
Reducción de 80 min/máquina Young Shing	9.000 pliegos
80 min. por 6 cambios semana Bobst	39.000 pliegos
80 min. por 6 cambios semana Young Shing	54.000 pliegos
	<b>93.000 pliegos/sem.</b>
	<b>372.000 pliegos/mes</b>
Ingreso incremental de producción (1.6 Bs/pliego)	<b>599.302 Bs/mes</b>

FUENTE: Elaboración en base al Cuadro N° 4-9 y Cuadro A5-1

El ingreso incremental por ventas se refleja en un 17% aproximadamente del total de ingresos, considerando el costo unitario promedio de 1.6 Bs/pliego, dato que proviene de la simulación del punto anterior.

**b) Costos de Operación**

Son aquellos referidos a la etapa de operación o funcionamiento del proyecto el análisis del método SMED establece que el troquelado es la actividad en la cual se tiene un mayor ahorro de tiempo, por tal razón el análisis estará en función a esa tarea.

**CUADRO A5-4: COSTOS TOTAL E INCREMENTAL ESTIMADO DE OPERACIÓN**

DESCRIPCIÓN	MONTO Bs./mes	MONTO INCREMENTAL Bs./mes
Costo de materiales	1.434.915	286.983
Costo mano de obra	240.000	0
<b>Total Costos de Operación (Bs/mes)</b>	<b>1.674.915</b>	<b>286.983</b>

FUENTE: Elaboración en base a los Cuadros A5-4 y CuadroA5-5

**a) Costo de Mano de Obra**

Del personal directamente relacionado con la producción, se pueden considerar por separado los sueldos y las prestaciones sociales sin embargo para facilitar los cálculos los englobaremos en un solo ítem. El proyecto no requiere la contratación de personal adicional permanente.

**CUADRO A5-6: COSTO ESTIMADO MANO DE OBRA**

Planilla mensual (Bs./mes)	Número de personal	Sueldo promedio (Bs./persona-mes)	Días de trabajo/mes	Costo Mano de Obra (Bs./día)
240.000	96	2.500	24	10.003,2

FUENTE: Elaboración en base a registros de departamento de RR.HH. – ILBSA

Los costos de mano de obra no varían al tener un incremento en la producción, siendo que actualmente la empresa no cuenta con los bonos de producción.

**CUADRO A5-7: COSTO ESTIMADO MANO DE OBRA ANUAL**

Número de personal	Sueldo promedio (Bs./mes)	Sueldo promedio (Bs/año)
8	20.000	240.000

FUENTE: Elaboración en base al Cuadro A5-4

El costo de la mano de obra para realizar las inspecciones está en función al número aproximado de cambios de órdenes de producción que requiere las troqueladoras y es el siguiente.

**CUADRO A5-8: COSTO ESTIMADO MANO DE OBRA INSPECCIÓN**

Número de personal	Sueldo promedio (Bs./persona-mes)	Días de trabajo/mes	Número mensual de cambios OP	Costo Mano de Obra (Bs./mes)
2	2.500	24	24	835

FUENTE: Elaboración en base a registros de departamento de RR.HH. – ILBSA

$$C = \frac{835 \text{ bs} * 12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 10020 \text{ bs/año}$$

Se consideró el tiempo promedio de 80 min. por cambio de operación y el costo por hora del sueldo promedio que es de 13 bs/hr.

$$C = \frac{13 \text{ bs} * 80 \text{ min}}{60 \text{ min}} = 17,4 \text{ bs}$$

Entonces son 17,4 bs para cada cambio de operación, el costo anual proyecto será:

$$\frac{17,4 \text{ bs} * 24 \text{ cambios op.}}{1 \text{ mes}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 5011,2 \text{ bs/año}$$



## b) Costos de Producción o Fabricación

Son los relacionados directamente con la generación de los bienes y servicios objeto del proyecto los principales son:

Los costos de materia prima y materiales varían de acuerdo al tipo de la OP. Pudiendo requerir un tipo de barniz especial, sectorizado, con alto relieve, la utilización de alguna tinta especial (pantone) o varios tipos de papel, por esta razón solo se considera la cantidad de sustrato utilizada que es básico para todas.

**CUADRO A5-9: COSTO TOTAL E INCREMENTAL ESTIMADO DE MATERIALES**

<b>PRODUCTO</b>	<b>COSTO MATERIA PRIMA (Bs./mes)</b>	<b>COSTO INCREMENTAL MATERIA PRIMA (Bs./mes)</b>
Estuches Simples	852.784	170.557
Estuches con Alto Relieve	203.352	40.670
Estuches con Hot Stamping	110.982	22.196
Etiquetas Simples	93.154	18.631
Etiquetas con Alto Relieve	26.528	5.306
Etiquetas con Hot Stamping	29.057	5.811
Etiquetas Troqueladas	40.543	8.109
Afiches Simples	78.515	15.703
<b>TOTAL (Bs/mes)</b>	<b>1.434.915</b>	<b>286.983</b>

FUENTE: Elaboración en base a información del Depto. Comercial y Depto. Producción – ILBSA, la simulación del Anexo5-1