



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE INDICADORES TTR Y PLAN DE
MANTENIMIENTO PARA MEJORAR EFICIENCIA, DISPONIBILIDAD Y
CALIDAD DE EQUIPO DE IMPRESIÓN *OFFSET* EN GRUPO LITOGRAFICO**

José Pablo Sosa Vela

Asesorado por la Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista

Guatemala, mayo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE INDICADORES TTR Y PLAN DE
MANTENIMIENTO PARA MEJORAR EFICIENCIA, DISPONIBILIDAD Y
CALIDAD DE EQUIPO DE IMPRESIÓN *OFFSET* EN GRUPO LITOGRAFICO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ PABLO SOSA VELA

ASESORADO POR LA INGA. SINDY MASSIEL GODINEZ BAUTISTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE INDICADORES TTR Y PLAN DE
MANTENIMIENTO PARA MEJORAR EFICIENCIA, DISPONIBILIDAD Y
CALIDAD DE EQUIPO DE IMPRESIÓN *OFFSET* EN GRUPO LITOGRAFICO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 29 de septiembre de 2016.



José Pablo Sosa Vela

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 14 de noviembre de 2018.
REF.EPS.DOC.976.11.18.

Ingeniera
Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería, **José Pablo Sosa Vela, Registro Académico No. 201114201** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE INDICADORES TTR Y PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR EFICIENCIA, DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE EQUIPO DE IMPRESIÓN OFFSET EN GRUPO LITOGRAFICO.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Idiosincrasia a todos"
Inga. Sincel Godínez Bautista
ASESORA SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Ingeniería y EPS
Inga. Sincel Godínez Bautista
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

SMGB/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 14 de noviembre de 2018.
REF.EPS.D.450.11.18

Ing. Juan José Peralta Dardón
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

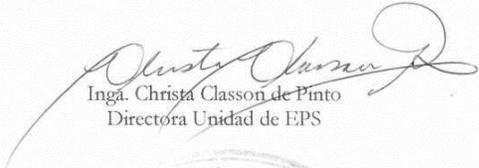
Estimado Ingeniero Peralta Dardón.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE INDICADORES TTR Y PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR EFICIENCIA, DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE EQUIPO DE IMPRESIÓN OFFSET EN GRUPO LITOGRAFICO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **José Pablo Sosa Vela** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.184.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE INDICADORES TTR Y PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR EFICIENCIA, DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE EQUIPO DE IMPRESIÓN OFFSET EN GRUPO LITOGRAFICO**, presentado por el estudiante universitario **José Pablo Sosa Vela**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑADA A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2018.

/mgp

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.063.019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE INDICADORES TTR Y PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR EFICIENCIA, DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE EQUIPO DE IMPRESIÓN OFFSET EN GRUPO LITOGRAFICO**, presentado por el estudiante universitario **José Pablo Sosa Vela**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2019.

/mgp

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Escuela de Ciencias Regionales de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), Posgrado, Posgrado Ingeniería Vial, Maestría en Gestión Industrial, Maestría en Ingeniería y Mantenimiento, Maestría en Física, Carreras, Ingenierías Electrónica, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física, Centros de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESSEM), Guatemala, Ciudad Universitaria zona 12, Guatemala, Centro América.

Universidad de San Carlos
de Guatemala

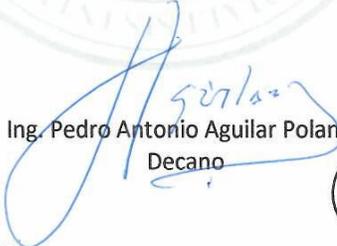


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 207.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE INDICADORES TTR Y PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR EFICIENCIA, DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE EQUIPO DE IMPRESIÓN OFFSET EN GRUPO LITOGRAFICO**, presentado por el estudiante universitario: **José Pablo Sosa Vela**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, mayo de 2019

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser la piedra angular de toda meta que he alcanzado en mi carrera y en todos los aspectos de mi vida.
Mis padres	Miguel Francisco Sosa Cardona y Ana María Vela Ruíz de Sosa. Por su amor, sacrificio y confianza para ayudarme a cumplir mis metas.
Mi novia	Priscila Marroquín Rabinal. Por ser una importante influencia en mi carrera y por motivarme a cumplir mis sueños en todo momento.
Mis hermanos	Any y Jiovanny Sosa Vela. Por ser ejemplo en mi vida.
Mis tíos	Rosa, Consuelo, Aura, Francisco, Carmen y Verónica Vela Ruíz. Por su oportuno apoyo durante el transcurso de mi carrera.
Mis primos	Pablo, Adriana y Daniela Velásquez Vela, Norma, Carlos y Andrea Gramajo Vela, Sucely y Héctor Vela Álvarez y Gabriela Archila Gramajo. Por ser una importante influencia en mi carrera y acompañarme en todo momento.

Mis amigos

Oscar García Luna, Luis Archila Payes, Ángel Ramírez Pérez, Maximiliano Tun García, Javier y Byron Ortega Ruíz y Karina Corado Jiménez. Por su acompañamiento día con día a lo largo de la carrera, en los malos y buenos momentos.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme sabiduría, inteligencia, perseverancia y fortaleza para obtener el título de ingeniero industrial.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una importante influencia en mi carrera y por darme la oportunidad de crecer profesional y personalmente.
Facultad de Ingeniería	Por ser la base de mis metas profesionales y enseñarme la importancia del esfuerzo en la vida.
Grupo Litográfico	Por abrirme las puertas de la empresa para poder realizar el EPS, también por permitir que expandiera mis conocimientos profesionales con experiencia.
Inga. Sindy Godinez	Por su tiempo, dedicación, paciencia y asesoría durante el proceso de EPS.

ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XVII
GLOSARIO.....	XXV
RESUMEN.....	XXVII
OBJETIVOS.....	XXIX
INTRODUCCIÓN.....	XXXI
1. GENERALIDADES DE GRUPO LITOGRAFICO.....	1
1.1. Descripción.....	1
1.2. Visión.....	3
1.3. Misión.....	3
1.4. Objetivos.....	3
1.5. Estructura organizacional.....	4
1.5.1. Organigrama.....	5
1.6. Funciones.....	6
1.7. Generalidades del sistema de indicadores TTR.....	7
1.7.1. Descripción.....	8
1.7.2. Resultados esperados.....	8
1.7.3. Objetivos.....	8
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DISEÑO DE UN SISTEMA DE INDICADORES TTR Y PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR EFICIENCIA, DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE EQUIPO DE IMPRESIÓN <i>OFFSET</i> EN GRUPO LITOGRAFICO.....	11
2.1. Análisis de la planta de producción de Grupo Litográfico.....	12

2.1.1.	Diagrama de árbol de problemas	14
2.1.2.	Diagrama de árbol de objetivos.....	15
2.1.3.	Equipos	16
2.1.3.1.	Prensas	17
2.1.3.2.	Máquinas secundarias.....	20
2.2.	Análisis del departamento de producción de Grupo Litográfico.....	23
2.2.1.	Estudio de demoras del equipo de impresión <i>offset</i>	24
2.2.1.1.	Formato de registro de demoras	25
2.2.1.2.	Análisis de resultados.....	28
2.2.2.	Análisis de equipo de impresión <i>offset</i>	37
2.2.2.1.	Speed Master 72	39
2.2.2.1.1.	Eficiencia.....	39
2.2.2.1.2.	Disponibilidad	40
2.2.2.1.3.	Calidad.....	40
2.2.2.1.4.	Indicador TTR	41
2.2.2.1.5.	Desperdicio de materia prima	41
2.2.2.2.	Shinohara	42
2.2.2.2.1.	Eficiencia.....	42
2.2.2.2.2.	Disponibilidad	42
2.2.2.2.3.	Calidad.....	43
2.2.2.2.4.	Indicador TTR	44
2.2.2.2.5.	Desperdicio de materia prima	44
2.2.2.3.	Sorm-2.....	44
2.2.2.3.1.	Eficiencia.....	45
2.2.2.3.2.	Disponibilidad	45

	2.2.2.3.3.	Calidad	46
	2.2.2.3.4.	Indicador TTR.....	46
	2.2.2.3.5.	Desperdicio de materia prima.....	46
2.2.2.4.	Sor-Z.....		47
	2.2.2.4.1.	Eficiencia	47
	2.2.2.4.2.	Disponibilidad	48
	2.2.2.4.3.	Calidad	48
	2.2.2.4.4.	Indicador TTR.....	49
	2.2.2.4.5.	Desperdicio de materia prima.....	49
2.2.2.5.	Sorm-1		50
	2.2.2.5.1.	Eficiencia	50
	2.2.2.5.2.	Disponibilidad	50
	2.2.2.5.3.	Calidad	51
	2.2.2.5.4.	Indicador TTR.....	51
	2.2.2.5.5.	Desperdicio de materia prima.....	52
2.2.2.6.	GTO.....		52
	2.2.2.6.1.	Eficiencia	52
	2.2.2.6.2.	Disponibilidad	53
	2.2.2.6.3.	Calidad	53
	2.2.2.6.4.	Indicador TTR.....	54
	2.2.2.6.5.	Desperdicio de materia prima.....	54
2.2.3.	Análisis de costos actuales generados por el departamento de producción		54
2.2.4.	Análisis de preparación de producción de maquinaria grande (A,B y C)		57

2.2.4.1.	Arreglo A	58
2.2.4.1.1.	Definición	58
2.2.4.1.2.	Recursos	59
2.2.4.1.3.	Diagrama de operaciones.....	60
2.2.4.1.4.	Responsables	62
2.2.4.2.	Arreglo B	62
2.2.4.2.1.	Definición	62
2.2.4.2.2.	Recursos	62
2.2.4.2.3.	Diagrama de operaciones.....	64
2.2.4.2.4.	Responsables	65
2.2.4.3.	Arreglo C	66
2.2.4.3.1.	Definición	66
2.2.4.3.2.	Recursos	66
2.2.4.3.3.	Diagrama de operaciones.....	67
2.2.4.3.4.	Responsables	68
2.2.5.	Análisis de preparación de maquinaria mediana (A, B y C).....	68
2.2.5.1.	Arreglo A	69
2.2.5.1.1.	Definición	69
2.2.5.1.2.	Recursos	69
2.2.5.1.3.	Diagrama de operaciones.....	71
2.2.5.1.4.	Responsables	72
2.2.5.2.	Arreglo B	73
2.2.5.2.1.	Definición	73
2.2.5.2.2.	Recursos	73

	2.2.5.2.3.	Diagrama de operaciones	74
	2.2.5.2.4.	Responsables.....	75
2.2.5.3.	Arreglo C.....		76
	2.2.5.3.1.	Definición.....	76
	2.2.5.3.2.	Recursos	76
	2.2.5.3.3.	Diagrama de operaciones	77
	2.2.5.3.4.	Responsables.....	77
2.2.6.	Análisis de preparación de maquinaria pequeña (A,B y C)		78
2.2.6.1.	Arreglo A.....		78
	2.2.6.1.1.	Definición.....	79
	2.2.6.1.2.	Recursos	79
	2.2.6.1.3.	Diagrama de operaciones	80
	2.2.6.1.4.	Responsables.....	81
2.2.6.2.	Arreglo		82
	2.2.6.2.1.	Definición.....	82
	2.2.6.2.2.	Recursos	82
	2.2.6.2.3.	Diagrama de operaciones	83
	2.2.6.2.4.	Responsables.....	84
2.2.6.3.	Arreglo C.....		85
	2.2.6.3.1.	Definición.....	85
	2.2.6.3.2.	Recursos	85
	2.2.6.3.3.	Diagrama de operaciones	86
	2.2.6.3.4.	Responsables.....	87

2.2.7.	Mantenimiento de producción	87
2.2.7.1.	Materiales y equipo de mantenimiento	87
2.2.7.1.1.	Insumos.....	88
2.2.7.1.2.	Grasas.....	88
2.2.7.1.3.	Aceites	89
2.2.7.1.4.	Herramientas.....	89
2.2.7.2.	Personal de mantenimiento.....	91
2.2.7.3.	Mantenimiento preventivo	91
2.2.7.4.	Mantenimiento correctivo	92
2.3.	Sistema de indicadores TTR del equipo de impresión <i>offset</i>	92
2.3.1.	Speed Master 72	94
2.3.1.1.	Eficiencia	96
2.3.1.1.1.	Procedimientos de mantenimiento preventivo.....	97
2.3.1.2.	Disponibilidad	98
2.3.1.2.1.	Bitácora de reportes de producción.....	99
2.3.1.2.2.	Procedimientos de reducción de horas extra	100
2.3.1.3.	Calidad	101
2.3.1.3.1.	Procedimientos de autorización de impresión.....	101

	2.3.1.3.2.	Descripción de puesto de supervisión	102
	2.3.1.3.3.	Bitácora de reportes de producción	104
	2.3.1.3.4.	Amonestaciones y descuentos	104
	2.3.1.4.	Indicador TTR	105
	2.3.1.5.	Desperdicio de materia prima	105
	2.3.1.5.1.	Reutilización de materia prima desperdiciada	106
2.3.2.	Shinohara		106
	2.3.2.1.	Eficiencia	108
	2.3.2.1.1.	Procedimientos de mantenimiento preventivo	108
	2.3.2.2.	Disponibilidad	109
	2.3.2.2.1.	Bitácora de reportes de producción	111
	2.3.2.2.2.	Procedimientos de reducción de horas extra	112
	2.3.2.3.	Calidad	113
	2.3.2.3.1.	Procedimientos de autorización de impresión	113

	2.3.2.3.2.	Descripción de puesto de supervisión	114
	2.3.2.3.3.	Bitácora de reportes de producción.....	116
	2.3.2.3.4.	Amonestaciones y descuentos.....	116
	2.3.2.4.	Indicador TTR.....	117
	2.3.2.5.	Desperdicio de materia prima.....	117
	2.3.2.5.1.	Reutilización de materia prima desperdiciada	117
2.3.3.	SORM-2		118
	2.3.3.1.	Eficiencia	119
	2.3.3.1.1.	Procedimientos de mantenimiento preventivo.....	120
	2.3.3.2.	Disponibilidad	121
	2.3.3.2.1.	Bitácora de reportes de producción.....	123
	2.3.3.2.2.	Procedimientos de reducción de horas extra	123
	2.3.3.3.	Calidad	124
	2.3.3.3.1.	Procedimientos de autorización de impresión.....	125

	2.3.3.3.2.	Descripción de puesto de supervisión	126
	2.3.3.3.3.	Bitácora de reportes de producción	128
	2.3.3.3.4.	Amonestaciones y descuentos	128
	2.3.3.4.	Indicador TTR	129
	2.3.3.5.	Desperdicio de materia prima	129
	2.3.3.5.1.	Reutilización de materia prima desperdiciada	129
2.3.4.	SOR-Z		130
	2.3.4.1.	Eficiencia	131
	2.3.4.1.1.	Procedimientos de mantenimiento preventivo	132
	2.3.4.2.	Disponibilidad	132
	2.3.4.2.2.	Bitácora de reportes de producción	134
	2.3.4.3.	Calidad	135
	2.3.4.3.1.	Procedimientos de autorización de impresión	135
	2.3.4.3.2.	Descripción de puesto de supervisión	136
	2.3.4.3.3.	Bitácora de reportes de producción	137

	2.3.4.3.4.	Amonestaciones y descuentos.....	137
	2.3.4.4.	Indicador TTR.....	138
	2.3.4.5.	Desperdicio de materia prima.....	138
	2.3.4.5.1.	Reutilización de materia prima desperdiciada.....	138
2.3.5.	SORM-1		138
	2.3.5.1.	Eficiencia	140
	2.3.5.1.1.	Procedimientos de mantenimiento preventivo.....	141
	2.3.5.2.	Disponibilidad	142
	2.3.5.2.1.	Bitácora de reportes de producción.....	143
	2.3.5.2.2.	Procedimientos de reducción de horas extra	144
	2.3.5.3.	Calidad	145
	2.3.5.3.1.	Procedimientos de autorización de impresión.....	145
	2.3.5.3.2.	Descripción de puesto de supervisión	146
	2.3.5.3.3.	Bitácora de reportes de producción.....	148
	2.3.5.3.4.	Amonestaciones y descuentos.....	148

	2.3.5.4.	Indicador T.T.R.	149
	2.3.5.5.	Desperdicio de materia prima	149
	2.3.5.5.1.	Reutilización de materia prima desperdiciada	149
2.3.6.	GTO.....		150
	2.3.6.1.	Eficiencia	151
	2.3.6.1.1.	Procedimientos de mantenimiento preventivo	152
	2.3.6.2.	Disponibilidad	152
	2.3.6.2.1.	Bitácora de reportes de producción	154
	2.3.6.2.2.	Procedimientos de reducción de horas extra.....	154
	2.3.6.3.	Calidad.....	155
	2.3.6.3.1.	Procedimientos de autorización de impresión	156
	2.3.6.3.2.	Descripción de puesto de supervisión	157
	2.3.6.3.3.	Bitácora de reportes de producción	159
	2.3.6.3.4.	Amonestaciones y descuentos	159
	2.3.6.4.	Indicador TTR.....	160
	2.3.6.5.	Desperdicio de materia prima	160

	2.3.6.5.1.	Reutilización de materia prima desperdiciada.....	160
	2.3.7.	Actualización de costos del departamento de producción.....	161
2.4.		Preparación de maquinaria grande (A, B y C).....	163
	2.4.1.	Arreglo A	163
		2.4.1.1. Definición.....	163
		2.4.1.2. Recursos	163
		2.4.1.3. Diagrama de operaciones	165
		2.4.1.4. Responsables.....	166
	2.4.2.	Arreglo B	167
		2.4.2.1. Definición.....	167
		2.4.2.2. Recursos	167
		2.4.2.3. Diagrama de operaciones	168
		2.4.2.4. Responsables.....	169
	2.4.3.	Arreglo C	170
		2.4.3.1. Definición.....	170
		2.4.3.2. Recursos	170
		2.4.3.3. Diagrama de operaciones	171
		2.4.3.4. Responsabilidades	171
2.5.		Preparación de maquinaria Mediana (A, B y C)	172
	2.5.1.	Arreglo A	172
		2.5.1.1. Definición.....	172
		2.5.1.2. Recursos	172
		2.5.1.3. Diagrama de operaciones	174
		2.5.1.4. Responsables.....	175
	2.5.2.	Arreglo B	176
		2.5.2.1. Definición.....	176

	2.5.2.2.	Recursos.....	176
	2.5.2.3.	Diagrama de operaciones.....	177
	2.5.2.4.	Responsables.....	178
2.5.3.	Arreglo C.....		179
	2.5.3.1.	Definición.....	179
	2.5.3.2.	Recursos.....	179
	2.5.3.3.	Diagrama de operaciones.....	180
	2.5.3.4.	Responsabilidades.....	180
2.6.	Preparación de maquinaria pequeña (A,B y C)		181
2.6.1.	Arreglo A.....		181
	2.6.1.1.	Definición.....	181
	2.6.1.2.	Recursos.....	182
	2.6.1.3.	Diagrama de operaciones.....	183
	2.6.1.4.	Responsables.....	184
2.6.2.	Arreglo B.....		185
	2.6.2.1.	Definición.....	185
	2.6.2.2.	Recursos.....	185
	2.6.2.3.	Diagrama de operaciones.....	186
	2.6.2.4.	Responsables.....	187
2.6.3.	Arreglo C.....		188
	2.6.3.1.	Definición.....	188
	2.6.3.2.	Recursos.....	188
	2.6.3.3.	Diagrama de operaciones.....	189
	2.6.3.4.	Responsabilidades.....	189
2.7.	Diseño de plan de mantenimiento preventivo del equipo grande, mediano y pequeño de impresión.....		190
2.7.1.	Documentos y fichas técnicas		190
	2.7.1.1.	Bosquejo de planta	190

2.7.1.2.	Registro de maquinaria y equipo disponible de la planta.....	192
2.7.1.3.	Codificación e identificación de maquinaria y equipo disponible	192
2.7.1.4.	Fichas de descripción de maquinaria de impresión <i>offset</i> del departamento de producción.....	193
2.7.1.4.1.	SM72.....	194
2.7.1.4.2.	Shinohara.....	195
2.7.1.4.3.	Sorm-2	196
2.7.1.4.4.	Sor-Z	197
2.7.1.4.5.	Sorm-1	198
2.7.1.4.6.	GTO	199
2.7.1.5.	Procedimientos de mantenimiento para equipo de impresión <i>offset</i>	200
2.7.1.5.1.	SM72.....	200
2.7.1.5.2.	Shinohara.....	202
2.7.1.5.3.	Sorm-2	203
2.7.1.5.4.	Sor-Z	205
2.7.1.5.5.	Sorm-1	207
2.7.1.5.6.	GTO	208
2.7.1.6.	Organización y logística de procesos de mantenimiento preventivo para las máquinas de impresión <i>offset</i>	210
2.7.1.6.1.	SM72.....	211
2.7.1.6.2.	Shinohara.....	212
2.7.1.6.3.	Sorm-2	213
2.7.1.6.4.	Sor-Z	214

	2.7.1.6.5.	Sorm-1	215
2.7.2.		Insumos	217
	2.7.2.1.	Grasas	217
	2.7.2.2.	Aceites	217
	2.7.2.3.	Herramientas	218
2.7.3.		Rutinas de evaluación	218
	2.7.3.1.	Evaluación diaria	219
	2.7.3.2.	Evaluación semanal.....	220
	2.7.3.3.	Evaluación mensual.....	221
2.7.4.		Recursos.....	221
	2.7.4.1.	Insumos de mantenimiento.....	222
	2.7.4.2.	Monetarios	222
	2.7.4.3.	Herramientas de seguridad.....	223
2.7.5.		Responsables	224
	2.7.5.1.	Mantenimiento preventivo.....	225
	2.7.5.2.	Mantenimiento correctivo.....	225
	2.7.5.3.	Informes sobre procedimientos de mantenimiento	226
2.8.		Evaluación de la propuesta	226
2.9.		Costo de la propuesta.....	229
3.		FASE DE INVESTIGACIÓN. AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR MEDIO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN LED.....	231
3.1.		Análisis del consumo eléctrico de iluminación de la planta ...	232
	3.1.1.	Especificaciones técnicas del sistema de iluminación actual	234
	3.1.2.	Tabla de consumo	235
	3.1.3.	Gráfica de consumo mensual	236
3.2.		Plan de ahorro de energía eléctrica.....	237

3.2.1.	Procedimientos de ahorro de energía eléctrica	237
3.2.2.	Equipo de iluminación led.....	238
3.2.3.	Consumo	239
3.3.	Evaluación de la propuesta	240
3.4.	Costo de la propuesta	241
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN.....	243
4.1.	Evaluación y diagnóstico de necesidades de capacitación ...	247
4.2.	Plan de capacitación	249
4.3.	Resultados de capacitación.....	256
4.4.	Costo de la propuesta	258
	CONCLUSIONES.....	261
	RECOMENDACIONES.....	265
	BIBLIOGRAFÍA.....	267

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura organizacional de Grupo Litográfico	4
2.	Organigrama de Grupo Litográfico.....	5
3.	Árbol de problemas de fase de servicio técnico profesional	15
4.	Árbol de problemas de fase de servicio técnico profesional	16
5.	Speed Master 72.....	17
6.	Shinohara 5500.....	18
7.	SORM2	18
8.	SOR-Z.....	19
9.	SORM1	19
10.	GTO 52	20
11.	Guillotina Polar 107.....	21
12.	Guillotina Polar 72.....	21
13.	Cilindro para troquelar	22
14.	KORS-UV	22
15.	Recopilación de información para máquina SM-72.....	25
16.	Recopilación de información para máquina Shinohara.....	25
17.	Recopilación de información para máquina SORM-2	26
18.	Recopilación de información para máquina SORM-1	26
19.	Recopilación de información para máquina SOR-Z.....	27
20.	Recopilación de información para máquina GTO	27
21.	Demoras en proceso de producción SM72.....	30
22.	Demoras en proceso de producción Shinohara	31
23.	Demoras en proceso de producción SOR-Z.....	33

24.	Demoras en proceso de producción SORM-2.....	34
25.	Demoras en proceso de producción SORM-1.....	35
26.	Demoras en proceso de producción GTO.....	36
27.	Costo total de arreglos.....	56
28.	Arreglo A de máquina grande.....	60
29.	Arreglo B de máquina grande.....	64
30.	Arreglo C de máquina grande.....	67
31.	Arreglo A de máquina mediana.....	71
32.	Arreglo B de máquina mediana.....	74
33.	Arreglo C de máquina mediana.....	77
34.	Arreglo A de máquina pequeña.....	80
35.	Arreglo B de máquina pequeña.....	83
36.	Arreglo C de máquina pequeña.....	86
37.	Demoras en proceso de producción SM72.....	95
38.	Bitácora de reportes de producción.....	99
39.	Descriptor de puestos de supervisión de producción.....	103
40.	Bitácora de reportes de producción.....	104
41.	Demoras en proceso de producción Shinohara.....	107
42.	Procedimiento de mantenimiento preventivo.....	109
43.	Bitácora de reportes de producción.....	111
44.	Descriptor de puestos de supervisor de planta.....	115
45.	Bitácora de reportes de producción.....	116
46.	Demoras en proceso de producción SORM-2.....	119
47.	Bitácora de reportes de producción.....	123
48.	Descriptor de puestos del supervisor de producción.....	127
49.	Bitácora de reportes de producción.....	128
50.	Demoras en proceso de producción Sor-Z.....	131
51.	Bitácora de reportes de producción.....	133
52.	Descriptor de puestos de supervisor de producción.....	136

53.	Bitácora de reportes de producción	137
54.	Demoras en proceso de producción SORM-1	140
55.	Procedimiento de mantenimiento preventivo	141
56.	Bitácora de reportes de producción	143
57.	Descriptor de puestos del supervisor de producción	147
58.	Bitácora de reportes de producción	148
59.	Demoras en proceso de producción GTO	151
60.	Descriptor de puestos del supervisor de producción	158
61.	Bitácora de reportes de producción	159
62.	Arreglo A de máquina grande	165
63.	Arreglo B propuesto para máquina grande	168
64.	Arreglo C propuesto para máquina grande	171
65.	Arreglo A propuesto para máquina mediana	174
66.	Arreglo B propuesto para máquina mediana	177
67.	Arreglo C propuesto para máquina mediana	180
68.	Arreglo A propuesto para máquina pequeña	183
69.	Arreglo B propuesto para máquinas pequeñas.....	186
70.	Arreglo C propuesto para máquinas pequeñas	189
71.	Bosquejo de planta	191
72.	Perfil de máquina SM72.....	194
73.	Perfil de máquina Shinohara.....	195
74.	Perfil de máquina SORM-2	196
75.	Perfil de máquina SOR-Z.....	197
76.	Perfil de máquina SORM-1	198
77.	Perfil de máquina GTO	199
78.	Luminarias de planta de Grupo Litográfico	231
79.	Diagrama de árbol de problemas sobre el consumo de energía eléctrica en función del sistema de iluminación actual de Grupo Litográfico	232

80.	Diagrama de árbol de objetivos sobre el consumo de energía eléctrica en función del sistema de iluminación actual de Grupo Litográfico.....	233
81.	Luminarias utilizadas en la planta de producción de Grupo Litográfico.....	235
82.	Consumo mensual de energía eléctrica del sistema de iluminación actual(KW).....	236
83.	Luminarias led propuestas para uso en la planta de producción de Grupo Litográfico.....	239
84.	Estimación del consumo mensual de energía eléctrica del sistema de iluminación propuesto (KW).....	240
85.	Encuesta sobre el mejoramiento de las capacidades individuales del departamento de producción por capacitaciones	244
86.	Diagrama de árbol de problemas del plan de capacitación al personal operativo de Grupo Litográfico.....	247
87.	Diagrama de árbol de objetivos del plan de capacitación al personal operativo de Grupo Litográfico	248
88.	Presentación de capacitación para operarios de la planta de Grupo Litográfico.....	251
89.	Capacitación Grupo Litográfico	257

TABLAS

I.	Conceptos básicos	24
II.	Clasificación de demoras para las máquinas de impresión offset	29
III.	Pérdidas y demoras en proceso de producción SM72	29
IV.	Pérdidas y demoras en proceso de producción Shinohara (minutos) ..	31
V.	Pérdidas y demoras en proceso de producción Sor Z.....	32
VI.	Pérdidas y demoras en proceso de producción SORM 2	33

VII.	Pérdidas y demoras en proceso de producción SORM1	35
VIII.	Pérdidas y demoras en proceso de producción GTO	36
IX.	Conceptos básicos de análisis de equipo	38
X.	Generalidades de la prensa SM72.....	39
XI.	Generalidades de la prensa Shinohara.....	42
XII.	Generalidades de la prensa Sorm-2	44
XIII.	Generalidades de la prensa Sor-Z.....	47
XIV.	Generalidades de la prensa Sorm-1	50
XV.	Generalidades de la prensa GTO	52
XVI.	Costo de realización de un arreglo de máquina.....	55
XVII.	Cantidad de arreglos de máquina realizados por prensa.....	55
XVIII.	Costo total de arreglos de máquina realizados en la etapa de investigación	56
XIX.	Costo por hora extra de cada máquina.....	56
XX.	Cantidad de horas extra durante el período de investigación	57
XXI.	Costo total de hora extra.....	57
XXII.	Herramientas del departamento de producción	90
XXIII.	Personal de mantenimiento	91
XXIV.	Propuesta de mejorar para la eficiencia.....	93
XXV.	Propuesta de mejorar para la disponibilidad.....	93
XXVI.	Propuesta de mejorar para la calidad	94
XXVII.	Pérdidas y demoras en proceso de producción SM 72.....	94
XXVIII.	Estadística de producción SM72.....	95
XXIX.	Procedimiento de mantenimiento preventivo	97
XXX.	Procedimiento de reducción de horas extra.....	100
XXXI.	Procedimiento de autorización de impresión	102
XXXII.	Pérdidas y demoras en proceso de producción Shinohara.....	106
XXXIII.	Estadísticas de producción Shinohara.....	107
XXXIV.	Procedimiento de reducción de horas extra.....	112

XXXV.	Procedimiento de autorización de impresión	114
XXXVI.	Pérdidas y demoras en proceso de producción SORM2	118
XXXVII.	Estadística de producción SORM 2	118
XXXVIII.	Procedimiento de mantenimiento preventivo	121
XXXIX.	Procedimiento de reducción de horas extra	124
XL.	Procedimiento de autorización de impresión	126
XLI.	Pérdidas y demoras en proceso de producción SOR-Z	130
XLII.	Estadísticas de producción SOR-Z.....	130
XLIII.	Procedimiento de mantenimiento preventivo	132
XLIV.	Procedimiento de reducción de horas extra	134
XLV.	Procedimientos de autorización de impresión	135
XLVI.	Pérdidas y demoras en proceso de producción SORM1	139
XLVII.	Estadísticas de producción SORM-1	139
XLVIII.	Procedimiento para reducción de horas extra	144
XLIX.	Procedimiento de autorización de impresión	146
L.	Pérdidas y demoras en proceso de producción GTO	150
LI.	Estadísticas de producción GTO	150
LII.	Procedimiento de mantenimiento preventivo	152
LIII.	Procedimiento de reducción de horas extra	155
LIV.	Procedimiento de autorización de impresión	156
LV.	Costo unitario por arreglo de máquina	161
LVI.	Tiempo de arreglo tipo A actual vs tiempo de arreglo A propuesto	162
LVII.	Costos propuestos para arreglo A de máquinas.....	162
LVIII.	Inventario de maquinaria y equipo.....	192
LIX.	Codificación de maquinaria y equipo.....	193
LX.	Operaciones de mantenimiento para prensa SM-72	200
LXI.	Operaciones de mantenimiento para prensa Shinohara	202
LXII.	Operaciones de mantenimiento para prensaSORM-2.....	203
LXIII.	Operaciones de mantenimiento para prensa SOR-Z.....	205

LXIV.	Operaciones de mantenimiento para prensa SORM-1	207
LXV.	Operaciones de mantenimiento para prensa GTO	208
LXVI.	Planificación de mantenimiento preventivo SM72.....	211
LXVII.	Planificación de mantenimiento preventivo Shinohara.....	212
LXVIII.	Planificación de mantenimiento preventivo SORM2	213
LXIX.	Planificación de mantenimiento preventivo SOR Z	214
LXX.	Planificación de mantenimiento preventivo SORM-1	215
LXXI.	Planificación de mantenimiento preventivo GTO	216
LXXII.	Herramienta necesaria para el personal de mantenimiento.....	218
LXXIII.	Rutina de limpieza inicial	219
LXXIV.	Rutina de limpieza final.....	220
LXXV.	Evaluación semanal.....	220
LXXVI.	Evaluación mensual.....	221
LXXVII.	Recursos de prensas de Grupo Litográfico.....	222
LXXVIII.	Recursos monetarios	223
LXXIX.	Costo total de kits de seguridad para equipo de mantenimiento	224
LXXX.	Tabla comparativa de eficiencia previa a la propuesta vs post propuesta.....	227
LXXXI.	Tabla comparativa de disponibilidad previa a la propuesta vs post propuesta.....	227
LXXXII.	Tabla comparativa de calidad previa a la propuesta vs post propuesta.....	228
LXXXIII.	Tabla comparativa del indicador T.T.R. previo a la propuesta vs post propuesta	228
LXXXIV.	Costos de la realización del proyecto	229
LXXXV.	Distribución de lámparas en la planta de producción de Grupo Litográfico	234
LXXXVI.	Consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación convencional por mes	235

LXXXVII.	Costo de energía eléctrica del sistema de iluminación actual al mes.	236
LXXXVIII.	Consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación actual al mes.....	236
LXXXIX.	Plan de actualización de sistema de iluminación actual	237
XC.	Procedimiento para ahorrar energía eléctrica en el departamento de producción de Grupo Litográfico.....	238
XCI.	Consumo de energía eléctrica por mes estimado de un sistema de iluminación led.....	239
XCII.	Costo estimado por consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación led.....	240
XCIII.	Cuadro comparativo de costos del sistema de iluminación actual vs sistema de iluminación led.....	241
XCIV.	Costo inicial del sistema de iluminación led.....	242
XCV.	Costos fijos del sistema de iluminación led	242
XCVI.	Costos variables del sistema de iluminación led	242
XCVII.	Resultados de encuesta	245
XCVIII.	Responsables de capacitaciones	254
XCIX.	Planificación de capacitación.....	254
C.	Costo de capacitación	258
CI.	Costo de capacitaciones propuestas.....	259

GLOSARIO

Impresión <i>offset</i>	Método de impresión utilizando tinta a base de agua con un sistema de rodillos metálicos.
Arreglos de trabajo	Ajuste de calibración de tinta, color y centrado cuando ya se inició la impresión.
Velocidad promedio	Velocidad promediada a la que trabajó la máquina durante el período de prueba (pliegos / hora).
Velocidad estándar	Velocidad a la que la máquina debería trabajar según el manual del fabricante (pliegos / hora).
Eficiencia	Índice de la relación porcentual de la velocidad promedio (velocidad a la que trabaja la máquina según observación) y la velocidad estándar (velocidad a la que la máquina debería funcionar según el manual de fabricante).
Disponibilidad	Índice de la relación porcentual de tiempo entre el tiempo laborado (total de tiempo evaluado menos las demoras) y el tiempo total evaluado (tiempo total de recopilación de información).

Calidad

Índice que indica la relación porcentual entre las unidades impresas en buen estado y el total de las unidades impresas.

Indicador TTR

Relación entre los tres indicadores calculados (eficiencia – disponibilidad – calidad).

RESUMEN

Grupo Litográfico es una empresa ubicada en la zona 11, Colonia Mariscal de la Ciudad de Guatemala, se dedica a la impresión de libros, cuadernos, afiches de varios formatos, trifoliales, manteles, cajas y formularios para distintas instituciones públicas y privadas.

Grupo Litográfico cuenta con 6 máquinas de impresión *offset*, 3 troqueles utilizados para cortar con forma de diversos productos, 2 guillotinas industriales, 3 máquinas para numerar y colocar grabados especiales y 1 máquina para aplicar barniz. Actualmente el personal de producción cuenta con 23 personas cuyas labores van desde operar la maquinaria hasta supervisar las labores y trabajos realizados en el departamento de producción.

Se realizó una fase de investigación y diagnóstico en el departamento de producción de Grupo Litográfico, consistió en realizar visitas de campo, entrevistas no formales y observación. Por medio de estas herramientas se determinó lo siguiente: en el departamento de producción de Grupo Litográfico no existía un sistema de indicadores de eficiencia, calidad y disponibilidad de tiempo, esto provocaba que en la planta no se trabajara bajo un estándar de calidad alto, se conocía que habían problemas pero no se podía realizar mayor cambio debido a que no había alguna fuente confiable de cómo proceder o qué cambios realizar. Por otra parte, no existía cultura ni planificación sobre mantenimiento preventivo, el mantenimiento era aplicado solamente de forma correctiva, estos dos factores provocaban un ambiente complicado para trabajar.

Se realizó la implementación de un sistema de indicadores llamado Tasa Total de Retorno (TTR), el cual consiste en lo siguiente: el sistema de indicadores se divide en 3 segmentos: eficiencia, que involucra la velocidad a la que trabajan las máquinas de impresión, disponibilidad, que se refiere al tiempo efectivo de trabajo respecto a la jornada de trabajo, y calidad, que involucra la cantidad de impresiones realizadas vs las impresiones con defectos. La combinación de los tres indicadores mencionados anteriormente por medio de una multiplicación da como resultado el indicador TTR, la implementación del sistema de indicadores muestra resultados diversos para cada máquina de impresión, de esta forma se establecieron diferentes medidas para mejorar la eficiencia, disponibilidad y calidad de las máquinas.

El plan de mantenimiento preventivo fue propuesto a las jefaturas correspondientes, pues el hecho de realizar solamente mantenimiento correctivo provocaba efectos negativos en los tres aspectos evaluados por el sistema de indicadores TTR.

Se elaboró un plan de ahorro de energía eléctrica en la planta de producción de Grupo Litográfico para hacer conciencia en el personal de producción de utilizar el equipo de iluminación solamente si es necesario, también se propuso dentro del plan realizar el cambio del equipo de iluminación actual a iluminación led.

También se elaboró un plan de capacitación para el personal del departamento de producción sobre cómo utilizar de forma eficiente las herramientas e insumos de que disponen, esto con el propósito de preparar mejor al personal y brindar motivación.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de indicadores TTR y plan de mantenimiento para mejorar eficiencia, disponibilidad, calidad y productividad de equipo de impresión *offset* en Grupo Litográfico.

Específicos

- Realizar un análisis del área operativa del departamento de producción para establecer una visión amplia del panorama actual de la empresa.
- Analizar la situación actual del departamento de mantenimiento para conocer la necesidad de contar con un sistema de mantenimiento preventivo.
- Diseñar un sistema de indicadores que permita observar la eficiencia, disponibilidad y calidad actual de operación de la planta de Grupo Litográfico.
- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo con el propósito de disminuir el tiempo inoperante de máquinas provocado por desperfectos y mantenimientos correctivos.
- Generar un aumento de eficiencia, disponibilidad y calidad en el departamento de producción de Grupo Litográfico, por medio de un sistema de indicadores TTR para mejorar de forma directa la productividad de la planta.

- Crear un plan de ahorro de energía por medio de la actualización de iluminación de la planta de producción de Grupo Litográfico.
- Realizar un plan de capacitación enfocado al personal operativo de la empresa para mejorar la eficiencia del mismo, promoviendo el trabajo en equipo.

INTRODUCCIÓN

Para Grupo Litográfico es importante que las operaciones en el departamento de producción se realicen de forma eficiente, ya que operar con deficiencias en el proceso genera pérdidas y también aumento en los costos. Contar con un sistema de indicadores permitirá mantener monitoreadas las máquinas de impresión *offset* y a su vez se podrán tomar decisiones para el mejoramiento en los procesos de producción.

La fase 1 del presente informe trata sobre generalidades y filosofía de trabajo de Grupo Litográfico, se define su misión, visión y objetivos, también se menciona la estructura organizacional bajo la cual se trabaja. Es importante mencionar que el sistema de indicadores y el plan de mantenimiento preventivo propuesto tienen como prioridad cumplir los objetivos establecidos de Grupo Litográfico.

En la fase 2 se establece el análisis realizado a la planta de producción de Grupo Litográfico, se identifican los problemas y necesidades, también se representan las posibles soluciones por medio de diagramas de árbol. En este capítulo se realizan los cálculos para determinar los indicadores de eficiencia, disponibilidad y calidad, así como el análisis de cada uno para cada máquina de impresión *offset*, por último, se presentan los cálculos actualizados de los indicadores y las medidas que se tomaron para mejorar la eficiencia, disponibilidad y calidad.

En la fase 3 se detalla el plan para ahorrar energía eléctrica por medio de un sistema de iluminación led, en dicho plan se justifica por qué es de beneficio el cambio del sistema de iluminación actual por uno más moderno.

Por último, en la fase 4 se establece un plan de capacitación sobre temas de manejo de herramienta e insumos de trabajo para el personal operativo, se establece la necesidad de capacitar al personal y se realiza un calendario sobre diversas capacitaciones.

1. GENERALIDADES DE GRUPO LITOGRAFICO

1.1. Descripción

- Nombre de la empresa: Grupo Litográfico
- Tipo de empresa: mediana
- Institución: privada
- Cantidad de personal: 66
- Administrativo: 25
- Operativo: 41
- Ubicación: 16 Calle 5-68, zona 11, Colonia Mariscal Guatemala, Guatemala
- Encargado del proyecto: Gerente General
- Qué se produce: Grupo litográfico se dedica a la producción de impresiones *offset*, por medio de las cuales se obtienen:
 - Productos publicitarios
 - Cajas
 - Documentos de papelería
 - Cuadernos
 - Libros
 - Talonarios
 - Facturas
 - Envoltorios
 - Timbres
 - Trifoliales
 - *Posters*
 - Calendarios

- Recibos
- Afiches de diversos tamaños
- Historia de la empresa:

Grupo litográfico fue fundado en septiembre del año 1981, momento en el cual se constituye la primer litografía del grupo, 33 años después se cuenta con personal especializado y equipo a la vanguardia, siendo la combinación de ambos lo que ha llevado a consolidar el liderazgo en el mercado, cubriendo desde pre-prensa digital (CTP) hasta todos los procesos de impresión *offset*.

La variedad de líneas de prensas planas va desde el rango de 1 a 6 colores con aplicación de barnizado en línea, garantizando impresiones de calidad hasta formato de 28"x40".

Adicionalmente, el equipo de post-prensa ofrece calidad y alternativas eficientes y rápidas en los procesos de: troquelado, realzados, corte, data variable, doblado, pegado, encuadernado, aplicación de barnices, laminados y *foil*.

Actualmente, la litografía provee productos que llenan necesidades específicas de una diversidad amplia de clientes.

Tiempo de existencia de la empresa: 35 años en la industria litográfica e impresión *offset*.

La empresa cuenta con más de 24 máquinas para el uso de pre-prensa (diseño), prensa (impresión *offset*) y post-prensa (acabados, corte, *foil* y otros).

1.2. Visión

“Dirigir nuestros esfuerzos para optimizar los recursos humanos y materiales, con la finalidad de satisfacer integralmente a nuestros clientes y superar sus expectativas. Garantizando servicios de impresión que agreguen valor a sus productos, con la mejor asesoría, atención y calidad.”¹

1.3. Misión

“Ser una empresa de constante crecimiento dentro de la industria de las artes gráficas, manteniendo liderazgo en el mercado nacional e internacional, actualizándonos constantemente con la mejor tecnología, ofreciendo a nuestros clientes productos competitivos de alta calidad.”²

1.4. Objetivos

- “Obtener la mejor calidad en los productos realizados en Grupo Litográfico para satisfacción de los clientes.
- “Ser líderes en el mercado nacional de la impresión offset y mantener un crecimiento constante enfocado en la calidad.
- “Generar un crecimiento constante en base a la mejora continua y la expansión de los productos promovidos por la calidad y buen funcionamiento de los mismos.”³

¹Grupo Litográfico. *Información sobre la empresa*. Consulta: 2018.

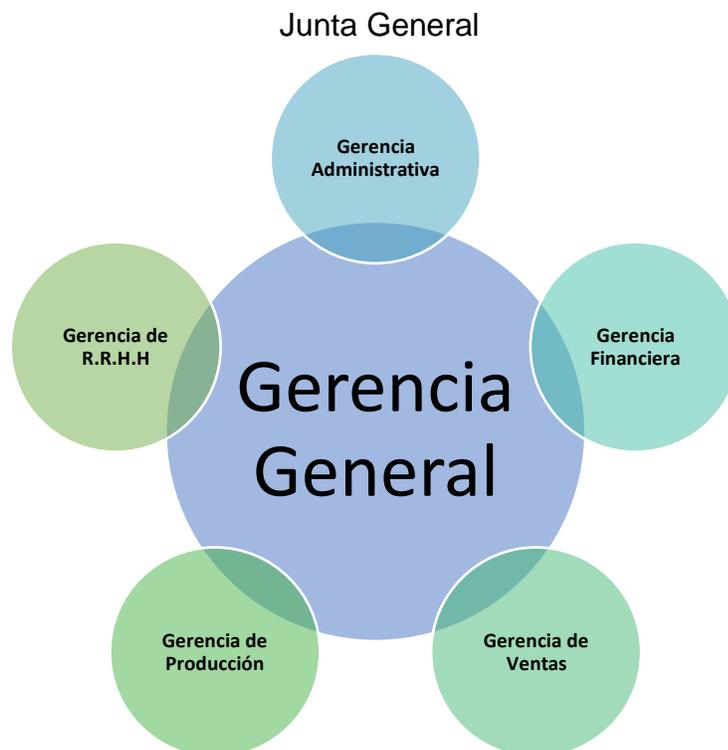
²Ibídem.

³Ibíd.

1.5. Estructura organizacional

La estructura organizacional de Grupo Litográfico abarca desde la filosofía de trabajo de la empresa hasta las responsabilidades de cada departamento. A continuación se muestra la estructura organizacional funcional de Grupo Litográfico. La Junta general se encarga de plantear los objetivos anuales y vela porque estos cumplan la misión y visión de Grupo Litográfico, la gerencia general se encarga de planificar y ejecutar las acciones para cumplir los objetivos y alcanzar la misión y visión de la empresa. A continuación presenta un esquema de Grupo Litográfico, en donde se muestran la jerarquía de definición de objetivos y plan estratégico.

Figura 1. Estructura organizacional de Grupo Litográfico

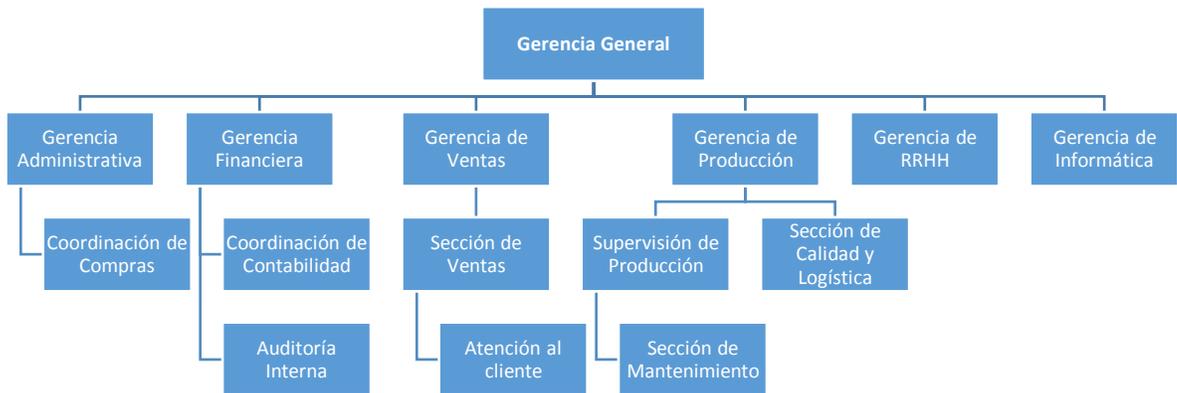


Fuente: Grupo Litográfico

1.5.1. Organigrama

A continuación se muestra el organigrama general de Grupo Litográfico, en el cual se establece la jerarquía establecida en la empresa, bajo la cual se trabaja para lograr alcanzar la misión y visión de la empresa. Junta General determina las estrategias y objetivos mientras que la gerencia general y todas sus dependencias trabajan en función de los objetivos que culminarán con el cumplimiento de la visión.

Figura 2. Organigrama de Grupo Litográfico



Fuente: Grupo Litográfico

1.6. Funciones

Grupo litográfico se divide en departamentos y puestos estratégicos que tienen funciones específicas, las cuales son detalladas a continuación:

- Junta General: es el conjunto de personas que tienen acciones sobre la empresa, dicha junta toma las decisiones importantes sobre el rumbo que tomará Grupo Litográfico.
- Gerencia General: es quien ejecuta todas las solicitudes de junta directiva, así como administra los recursos y a todos los trabajadores, administrativos y operativos para que ejecuten sus responsabilidades de forma adecuada.
- Gerencia Administrativa: departamento encargado de evaluar y ejecutar las compras que necesita la empresa, dentro de estas se pueden mencionar todos los insumos correspondientes a los departamentos.
- Gerencia Financiera: departamento encargado de administrar los recursos financieros de la empresa, este departamento vela porque la empresa cuente con estabilidad económica.
- Contabilidad: área encargada de llevar las cuentas de gastos, proveedores, acreedores, clientes, deudas.
- Gerencia de Producción: departamento encargado desde el funcionamiento de la logística de producción hasta que se entregue el producto final al cliente, es decir que la gerencia de producción administra los recursos disponibles para elaboración de producto final.
- Supervisor de producción: encargado de verificar que todo el equipo de producción tenga los insumos y materia prima para realizar el proceso de producción y verificar que el personal trabaje de forma continua y eficiente.
- Sección de Calidad y Logística: personal encargado de verificar que el producto elaborado se encuentre en condiciones óptimas para satisfacción

del cliente. También se encargan de coordinar las entregas del producto terminado y recibir los insumos de parte de los proveedores.

- Producción: personal operativo que tiene como finalidad transformar la materia prima en producto terminado, esto conlleva el corte inicial del papel, impresión, troquelado, limpiado, armado empacado y transporte.
- Gerencia de Recursos Humanos: gerencia encargada de administrar todo el recurso humano a disposición de Grupo Litográfico.
- Coordinación de Compras: encargados de ejecutar las compras de insumos dispuestas por la gerencia administrativa
- Sección de Ventas: encargados de vender y promocionar el producto ofrecido por Grupo Litográfico, así como de gestionar y tratar con los clientes de la empresa.
- Atención al Cliente: personas encargadas de llevar registro y dar seguimiento de pedidos, control de clientes nuevos y documentación de las ventas realizadas.
- Gerencia de Informática: departamento encargado de proveer equipo de cómputo y comunicación que ayude a facilitar los procesos de documentación e información correspondientes a la empresa.
- Sección de Mantenimiento: personal encargado de que todo el equipo y maquinaria opere en óptimas condiciones, previendo reparaciones y realizando el mantenimiento correctivo necesario.

1.7. Generalidades del sistema de indicadores TTR

A continuación se presentan algunas características del sistema de indicadores TTR utilizado para mejorar algunos procedimientos en el departamento de producción.

1.7.1. Descripción

Los indicadores TTR tienen como objetivo mostrar de forma numérica la eficiencia, disponibilidad, calidad y productividad actual de Grupo Litográfico, así como una mejor perspectiva de la situación actual del departamento de producción. De esta forma las medidas a tomar para mejorar el departamento de producción serán más precisas y contundentes.

1.7.2. Resultados esperados

Se espera que por medio de los indicadores TTR se obtenga, aparte de datos numéricos, la razón de los problemas que existen en la actualidad en el departamento de producción de Grupo Litográfico. En base a los resultados mostrados por los indicadores se atacarán de forma directa aquellas causas que limitan la eficiencia en la impresión *offset*, de esta forma se busca mejorar la productividad del departamento de producción. Se espera obtener:

- Evaluación actual de la situación actual del departamento de producción de Grupo Litográfico.
- Realizar cálculo de índices de eficiencia.
- Establecer una propuesta para mejorar la eficiencia, disponibilidad y calidad del departamento de producción.

1.7.3. Objetivos

- Determinar tiempos estimados de funcionamiento actual.
- Calcular indicadores de eficiencia del departamento de producción.
- Aumentar la eficiencia, calidad y productividad de las máquinas a evaluar.

- Generar un aumento en la disponibilidad de tiempo de uso de máquina por medio de la planificación de mantenimiento preventivo.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DISEÑO DE UN SISTEMA DE INDICADORES TTR Y PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR EFICIENCIA, DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE EQUIPO DE IMPRESIÓN *OFFSET* EN GRUPO LITOGRÁFICO

Grupo Litográfico es una empresa dedicada a la impresión *offset* (impresión con base en agua), por tanto, tiene como fundamento principal maquinaria y personal que conforma líneas de producción.

Por medio de pláticas y convenios con Gerencia General y Gerencia de Producción se determinó que, como paso primordial, es necesario contar con un sistema de indicadores de producción, para este caso se eligió el indicador TTR porque combina eficiencia, disponibilidad y calidad, y por medio de estos tres indicadores se obtiene un único indicador enfocado a la productividad, esto permite que los indicadores sean flexibles y se puede observar de forma detallada cada aspecto fundamental de la producción.

Previo al inicio del proyecto se realizaron varias visitas al departamento de producción, esto con la finalidad de detectar los principales problemas que resaltaban a la vista, también se tuvieron pláticas con el Gerente de la empresa, el cual brindó información y detalló ciertos problemas que aquejaban al departamento de producción.

2.1. Análisis de la planta de producción de Grupo Litográfico

En las pláticas sostenidas con la Gerencia General y las autoridades que conforman el departamento de producción se llegó a la conclusión de que como primer paso era necesario hacer un análisis de la planta de producción, puesto que el trabajar en una propuesta como punto de partida era como trabajar a ciegas y sin planificación, dicho esto se realizó la propuesta de realizar un árbol de objetivos y un árbol de problemas, esto para identificar el tema central, así como las causas, objetivos, problemas y causas que afectan en Grupo Litográfico.

Se definió realizar una definición, separación y categorización de la maquinaria con que cuenta Grupo Litográfico, se busca identificar y definir con cierto detalle cada máquina.

Al definir que era necesario contar con un sistema de indicadores de producción también se autorizó que se dedicara un período de tiempo aproximado de dos meses a realizar evaluaciones y recopilación de información, para luego hacer uso de la misma y hacer los cálculos pertinentes para determinar los indicadores de todas las máquinas a evaluar. Por otra parte se acordó definir los diagramas de flujo en los procesos previos a la etapa de producción de las máquinas a evaluar, esto con la finalidad de observar de forma más clara los cambios a realizar y los beneficios que estos tendrán, así como el impacto que tendrán respecto a cómo se mejorarán los índices evaluados.

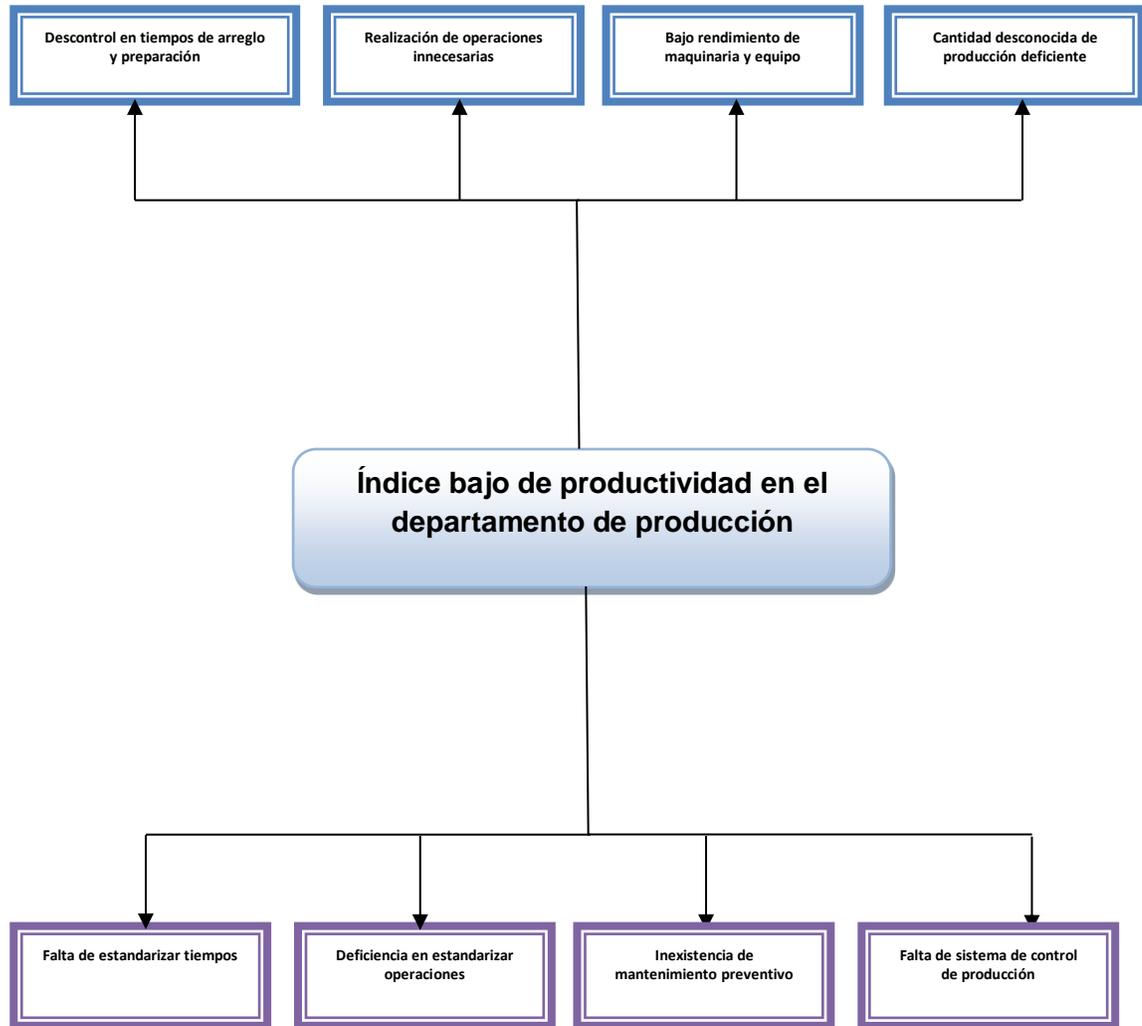
Toda la etapa de evaluación y análisis a realizar en el departamento de producción de Grupo Litográfico fue aprobada por las autoridades de la empresa, también se notificó al personal de producción acerca de los cambios a realizar y se realizó una presentación oficial con el propósito de darle formalidad al proyecto

y que, de esta forma, tanto autoridades como personal operativo tuvieran pleno conocimiento de quiénes iban a ser los actores que buscaban promover el desarrollo del departamento por medio del mejoramiento y solución de problemas cotidianos en el departamento de producción.

2.1.1. Diagrama de árbol de problemas

El diagrama de árbol de problemas consiste en presentar un problema central, determinar sus causas y problemas causados, por tal motivo se ve en esta herramienta un pilar para orientar el proyecto de forma adecuada. Dicha información se recabó por medio de varias visitas a la planta, así como pláticas con personal administrativo y operativo.

Figura 3. **Árbol de problemas de fase de servicio técnico profesional**

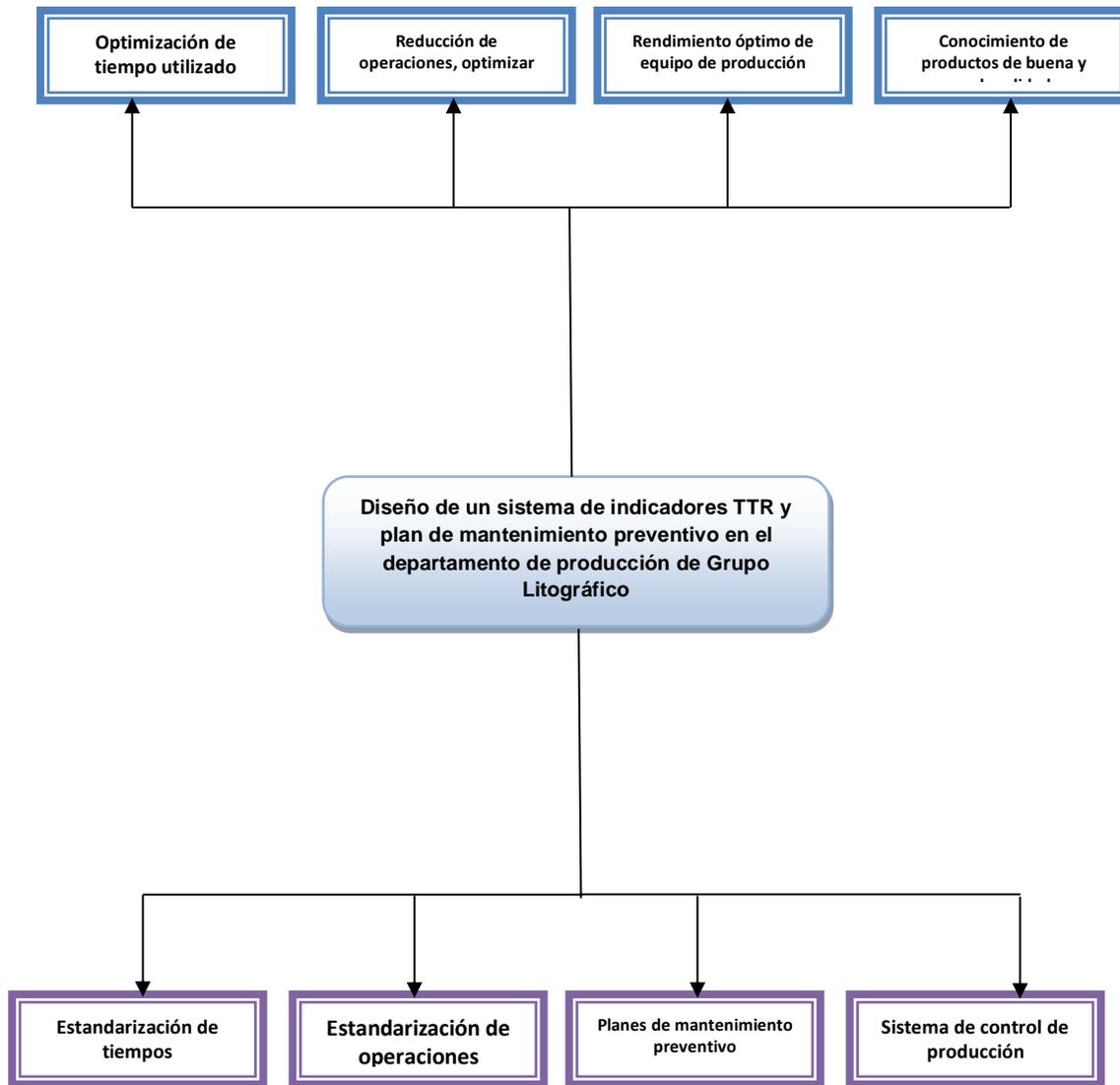


Fuente: Grupo Litográfico

2.1.2. Diagrama de árbol de objetivos

El diagrama de objetivos permite identificar hacia dónde se dirige el proyecto, es decir que se busca solucionar el problema de forma precisa sin perder la visión inicial.

Figura 4. **Árbol de problemas de fase de servicio técnico profesional**



Fuente: Grupo Litográfico

2.1.3. Equipos

Se define como equipos a toda la maquinaria con funciones eléctricas y mecánicas manipuladas por personal operativo que tienen como finalidad intervenir en el proceso de manufactura de toda la cartera de productos ofrecidos

por Grupo Litográfico. Esta maquinaria se divide en dos grupos principales, prensas y maquinaria secundaria. A continuación se define la categoría de prensas.

2.1.3.1. Prensas

Las prensas son máquinas de impresión, el funcionamiento de estas puede basarse en agua (*offset*) o impresión digital. En Grupo Litográfico se cuenta exclusivamente con prensas *offset*. Las prensas también se pueden diferenciar por la cantidad de colores que pueden imprimir, aunque actualmente el departamento de producción cuenta con prensas grandes (4 a 5 colores), prensas medianas (2 colores) y prensas pequeñas (1 color).

Figura 5. **Speed Master 72**

Impresión: 5 colores

Operarios: 2

Marca: Heidelberg



Fuente: Grupo Litográfico

Figura 6. **Shinohara 5500**

Impresión: 4 colores

Operarios: 2

Marca: Shinohara



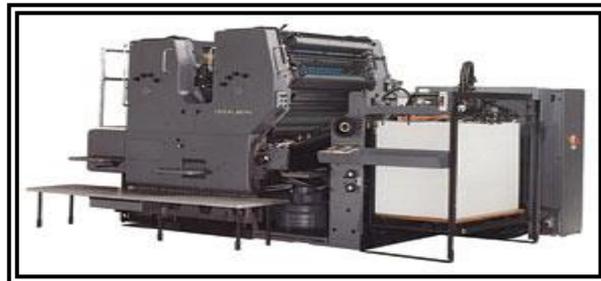
Fuente: Grupo Litográfico

Figura 7. **SORM2**

Impresión: 2 colores

Operarios: 1

Marca: Heidelberg



Fuente: Grupo Litográfico

Figura 8. **SOR-Z**

Impresión: 2 colores

Operarios: 1

Marca: Heidelberg



Fuente: Grupo Litográfico

Figura 9. **SORM1**

Impresión: 1 color

Operarios: 1

Marca: Heidelberg



Fuente: Grupo Litográfico

Figura 10. **GTO 52**

Impresión: 1 colore

Operarios: 1

Marca: Heidelberg



Fuente: Grupo Litográfico

2.1.3.2. Máquinas secundarias

Las máquinas secundarias son todas aquellas que intervienen en el proceso de manufactura de los productos ofrecidos por Grupo Litográfico, pero que no son parte del proceso de impresión, es decir que con ellas se realizan cortes rectos, cortes especiales, perforados y colocación de barniz brillante o mate.

Figura 11. **Guillotina Polar 107**

Uso: Corte

Operarios: 2

Marca: Heidelberg, polar



Fuente: Grupo Litográfico

Figura 12. **Guillotina Polar 72**

Uso: Corte

Operarios: 1

Marca: Heidelberg, polar



Fuente: Grupo Litográfico

Figura 13. **Cilindro para troquelar**

Uso: Troquelar

Operarios: 1

Marca: Heidelberg



Fuente: Grupo Litográfico

Figura 14. **KORS-UV**

Uso: Barniz

Operarios: 1

Marca: Heidelberg



Fuente: Grupo Litográfico

2.2. Análisis del departamento de producción de Grupo Litográfico

Para realizar el análisis del departamento de producción de Grupo Litográfico se realizaron varias reuniones y entrevistas formales con autoridades de la empresa, así como entrevistas no estructuradas con personal operativo de la empresa, en donde se establecieron los parámetros de cómo se iba a proceder para obtener toda la información necesaria. En dichas reuniones se definió que la mejor forma de obtener la información requerida era observar el trabajo diario de la maquinaria y los operadores, para ello se estableció un tiempo prudente de observación y toma de tiempos, haciendo énfasis en identificar aquellas acciones, incidentes, problemas de cualquier tipo que causaran demoras o retrasos en el trabajo que se realizaba de forma cotidiana. Por otra parte, también se definió que se utilizarían formatos en donde se pudieran hacer todas las anotaciones pertinentes y que luego estas sirvieran de referencia o funcionaran como una especie de base de datos de donde se tomaría toda la información para luego hacer cálculos y, por último, interpretar los resultados para realizar modificaciones y mejoras a los procesos y forma actual de producir de la litografía. El análisis consiste de varios puntos en concreto:

- Estudio de demoras del equipo de impresión *offset*.
- Análisis de equipo de impresión *offset* basado en el estudio de demoras.
- Análisis de costos actuales generados por el departamento de producción.
- Análisis de preparación de producción de la maquinaria.

A continuación se definen algunos conceptos de importancia para el desarrollo del análisis que se realizó en la planta de producción de Grupo Litográfico.

Tabla I. **Conceptos básicos**

Concepto	Definición
Arreglo de trabajo	Consiste en realizar una serie de operaciones preparativas para la etapa de producción al inicio de la jornada o entre un trabajo y otro totalmente distinto.
Arreglos durante el trabajo	Son operaciones preparativas para la etapa de producción entre un trabajo y otro similar.
Eficiencia	Índice que indica la relación porcentual de la velocidad promedio (velocidad a la que trabaja la máquina según observación) y la velocidad estándar (velocidad a la que la máquina debería funcionar según el manual de fabricante).
Disponibilidad	Índice que indica la relación porcentual de tiempo entre el tiempo laborado (total de tiempo evaluado menos las demoras) y el tiempo total evaluado (tiempo total de recopilación de información).
Calidad	Índice que indica la relación porcentual entre las unidades impresas en buen estado y el total de las unidades impresas.
Productividad	Capacidad de la empresa para imprimir.

Fuente: elaboración propia

2.2.1. Estudio de demoras del equipo de impresión *offset*

El estudio de demoras tiene como objetivo principal determinar cuáles son las razones principales por las que las máquinas de impresión *offset* presentan retrasos, demoras, mudas en la etapa de producción o impresión. Para cada máquina se diseñó un formato, luego de recopilar la información viene la etapa de análisis, que básicamente busca orientar y darle sentido a la información obtenida en los formatos. La información recopilada se tabula en cuadros específicos para cada máquina, de esta forma se preparan los datos para que su manipulación e interpretación sea funcional. A continuación se define y se explica el funcionamiento de los formatos de registro de demoras.

2.2.1.1. Formato de registro de demoras

Los formatos contienen información necesaria para identificar el contenido y de esta forma trabajar de forma ordenada, dichos formatos fueron utilizados durante los dos meses de toma de datos, un formato diario para cada máquina, con el propósito de obtener información que muestre la situación actual del departamento de producción de Grupo Litográfico.

Figura 15. **Recopilación de información para máquina SM-72**

Paro de máquina		Descripción de Paro	Pliegos Impresos	Vel.	Observaciones
H.L.	H.F.				

Fuente: elaboración propia

Figura 16. **Recopilación de información para máquina Shinohara**

Paro de máquina		Descripción de Paro	Pliegos Impresos	Vel.	Observaciones
H.L.	H.F.				

Fuente: elaboración propia

- Cantidad de pedido, es la cantidad de impresiones solicitadas por el cliente.
- Paro de máquina, este *ítem* cuenta con dos espacios, el primero es para ingresar la hora de inicio de cualquier paro en máquina que sea inesperado, seguidamente se debe colocar la hora a la que finalizó dicho paro, esto con el propósito de determinar la duración del paro.
- Descripción del paro se refiere a la definición del paro, esta puede ser por desperfectos mecánicos, problemas con el personal, cambios en el producto solicitado, etc.
- Pliegos impresos, se refiere a la cantidad de papel impresa al momento del paro, este dato sirve de referencia para conocer el avance en cuanto a producción a la hora de los paros no previstos.
- Velocidad, este dato es muy importante, ya que cuando se consultaba la razón por la que se había detenido la maquinaria y la justificación era por desperfectos mecánicos y se observa la velocidad, ya que es una referencia para poder verificar si la máquina operaba bajo condiciones normales o realmente existía un desperfecto.
- Las observaciones se utilizan en casos especiales, es decir que se llenaba solamente si había una causa muy específica para detener el equipo.

El proceso de recopilación de información duró un tiempo estimado de dos meses, con base en estos cálculos se tabuló la información por máquina para poder hacer los cálculos y análisis pertinente.

2.2.1.2. Análisis de resultados

El análisis de resultados consiste en identificar las causas que provocan mayor demora o afectan de forma directa en la eficiencia, disponibilidad y productividad de las máquinas evaluadas. Este estudio se enfoca en identificar las mayores demoras en el departamento de producción de Grupo Litográfico.

Por medio de los registros obtenidos para cada máquina se identificaron las causas que provocaban pausas, demoras o retrasos en producción. A continuación se nombran y detallan esas causas:

Tabla II. **Clasificación de demoras para las máquinas de impresión offset**

Nombre de demora	Descripción
Exceso de tiempo en arreglos de trabajo	Se refiere a la utilización de tiempo excesivo en el procedimiento que se realiza para preparar la máquina antes de que esta inicie la impresión.
Arreglos durante el trabajo	Son ajustes de calibración de tinta, color y centrado cuando ya se inició la impresión.
Arreglos mecánicos	Tiempo que pasa la máquina en reparación.
Espera de placas o defectos de placa	Es el tiempo que pasa la máquina sin trabajar debido a que las placas no están listas.
Espera de papel	Es el tiempo que la máquina pasa detenida por esperar papel.
No hay trabajo	Tiempo en que no hay ningún trabajo asignado en la programación.
Espera de tinta	Es el tiempo que la máquina pasa detenida porque se está esperando tinta.
Mala calidad de papel	Tiempo que pasa la máquina detenida porque el papel se trababa o mostraba defectos por su mala calidad.

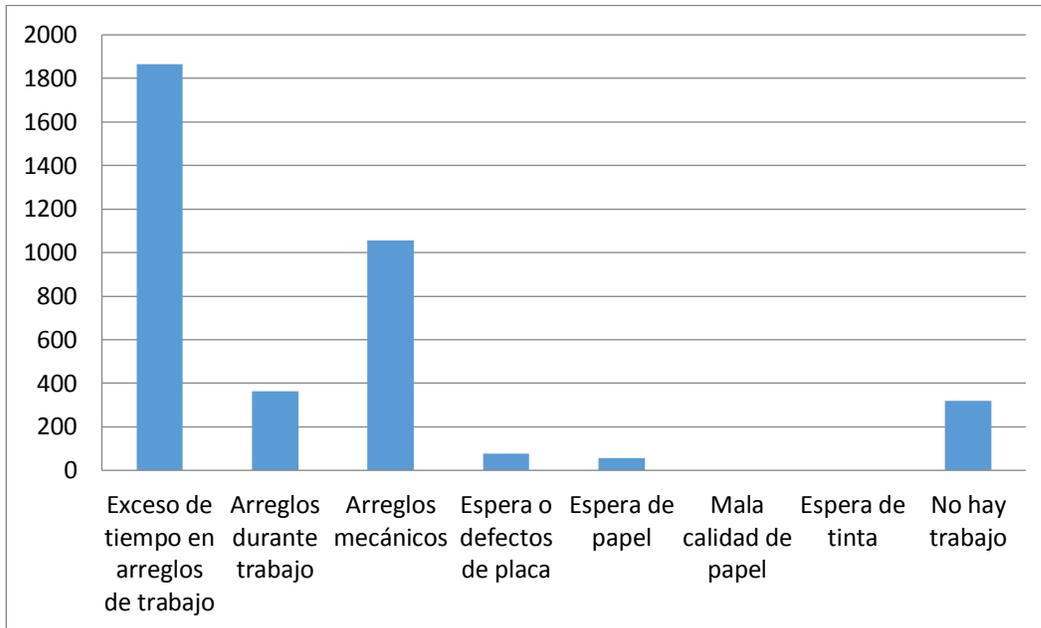
Fuente: elaboración propia

Tabla III. **Pérdidas y demoras en proceso de producción SM72**

Demoras	Tiempo (min)
Exceso de tiempo en arreglos de trabajo	1866
Arreglos durante trabajo	363
Arreglos mecánicos	1055
Espera o defectos de placa	76
Espera de papel	55
No hay trabajo	318
Total	3733

Fuente: elaboración propia

Figura 21. Demoras en proceso de producción SM72



Fuente: elaboración propia

Para la máquina SM-72 las demoras principales según la toma de datos son los excesos de tiempo en los arreglos de trabajo, cuas causas son las siguientes:

- Cambios en la programación de producción
- Estado de las piezas de la prensa
- Falta de conocimiento en la operatoria por parte del personal
- Rotación de personal

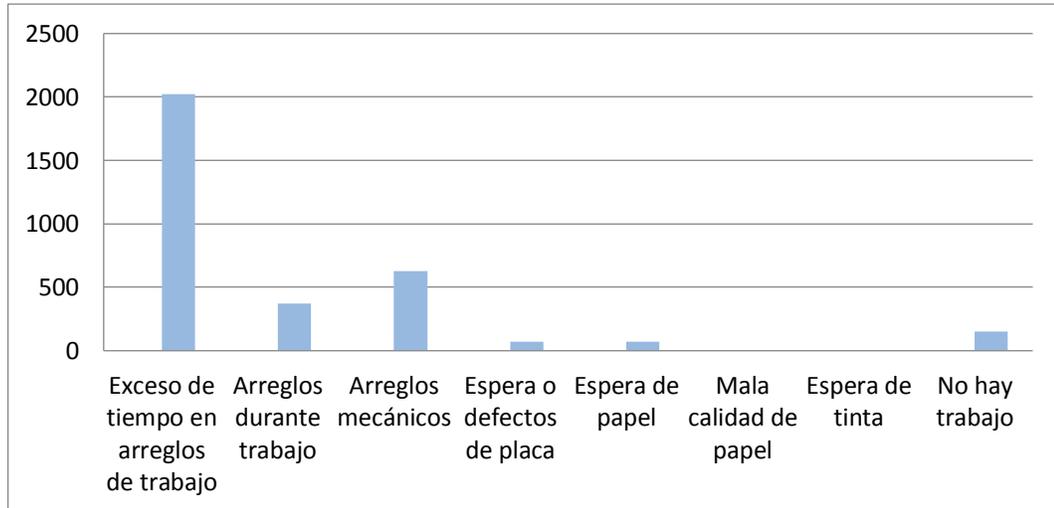
Como segundo punto resaltan los arreglos mecánicos, es decir que las condiciones actuales de esta máquina no son las ideales. Los arreglos durante el trabajo son demoras que la mayoría de veces no tienen una justificación lógica, ya que al preguntarle a los operarios mencionan que hay problemas mecánicos con la máquina, pero la realidad es que no realizaron de forma adecuada el arreglo del trabajo, por lo que se catalogan como demoras de tiempo.

Tabla IV. **Pérdidas y demoras en proceso de producción Shinohara (minutos)**

Demoras	Tiempo (minutos)
Exceso de tiempo en arreglos de trabajo	2020
Arreglos durante trabajo	374
Arreglos mecánicos	628
Espera o defectos de placa	71
Espera de papel	70
Espera de tinta	5
No hay trabajo	150
Total	3318

Fuente: elaboración propia

Figura 22. **Demoras en proceso de producción Shinohara**



Fuente: elaboración propia

Para la prensa Shinohara se determinó que la principal causa de demoras es el exceso de tiempo en los arreglos de trabajos, estos arreglos son considerados como demoras cuando exceden del tiempo establecido, este tipo de demoras ocurren cuando:

- Hay defectos en la materia prima.
- Hay cambios de último momento por requerimiento de autoridades internas o clientes.

Los arreglos mecánicos tienen una participación importante en las demoras, por lo tanto es prioritario corregir dichas fallas. Los arreglos durante el trabajo son paradas innecesarias que usualmente sirven para hacer ajustes de impresión, esto se da debido a malos preparativos en preproducción.

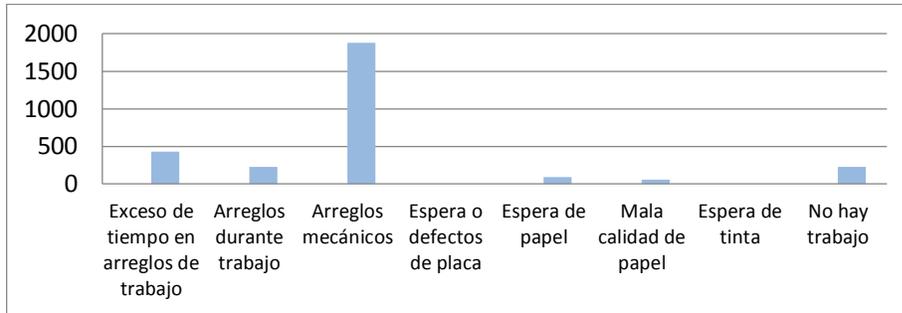
Los arreglos durante el trabajo no siempre consumen una cantidad considerable de tiempo, pero la cantidad de pausas provoca que haya problema a la hora de la impresión.

Tabla V. **Pérdidas y demoras en proceso de producción Sor Z**

Demoras	Tiempo (minutos)
Exceso de tiempo en arreglos de trabajo	426
Arreglos durante trabajo	221
Arreglos mecánicos	1875
Espera de papel	86
Mala calidad de papel	60
No hay trabajo	221
Total	2889

Fuente: elaboración propia

Figura 23. **Demoras en proceso de producción SOR-Z**



Fuente: colaboración propia

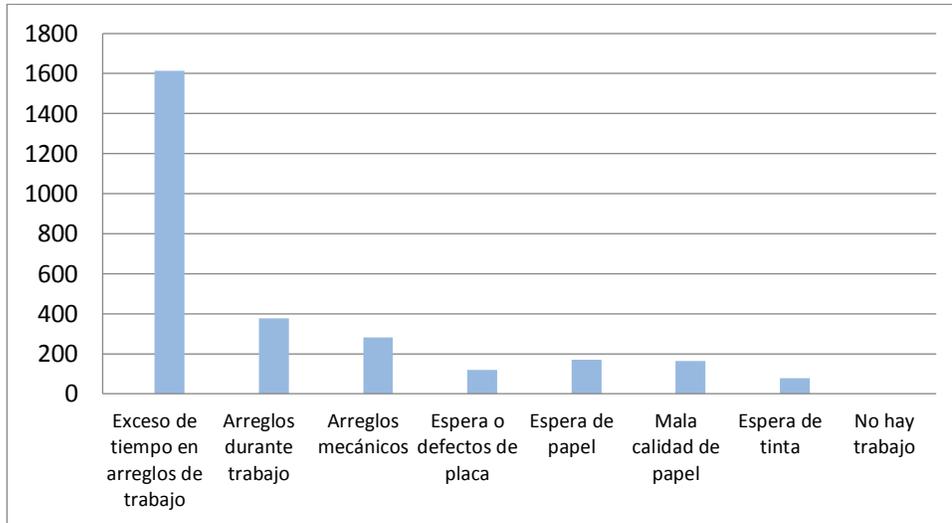
La prensa SOR-Z en especial sufre mucho en cuanto a eficiencia y disponibilidad de tiempo, porque constantemente es necesario realizar arreglos mecánicos, ya que a lo largo del tiempo solamente se le ha dado mantenimiento correctivo, es decir que solamente cuando presenta desperfectos es evaluada y luego reparada. Esto ha provocado a lo largo del tiempo un considerable deterioro que se hace evidente con la recopilación de información, también es importante mencionar las pérdidas de tiempo en arreglos de trabajo y la falta de papel para dicha máquina, aunque estos motivos de demoras no representan un impacto mayor.

Tabla VI. **Pérdidas y demoras en proceso de producción SORM 2**

Demoras	Tiempo (minutos)
Exceso de tiempo en arreglos de trabajo	1613
Arreglos durante trabajo	378
Arreglos mecánicos	280
Espera o defectos de placa	120
Espera de papel	171
Mala calidad de papel	164
Espera de tinta	79
Total	2805

Fuente: elaboración propia

Figura 24. **Demoras en proceso de producción SORM-2**



Fuente: elaboración propia

Parala prensa SORM-2 el problema principal es el exceso de tiempo en arreglo de trabajo, esto se debe a las siguientes causas:

- Cambios constantes en la programación de producción.
- Falta de experiencia del personal.
- Rotación del personal.
- Falta de supervisión.

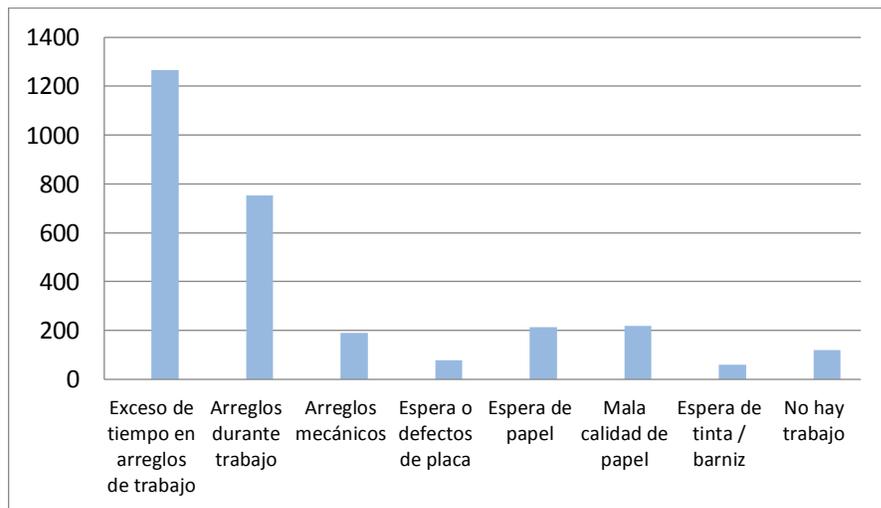
Estos problemas afectan a la disponibilidad de la máquina y por lo tanto a su productividad.

Tabla VII. **Pérdidas y demoras en proceso de producción SORM1**

Demoras	Tiempo (minutos)
Exceso de tiempo en arreglos de trabajo	1267
Arreglos durante trabajo	754
Arreglos mecánicos	191
Espera o defectos de placa	78
Espera de papel	214
Mala calidad de papel	220
Espera de tinta / barniz	60
No hay trabajo	120
TOTAL	2904

Fuente: elaboración propia

Figura 25. **Demoras en proceso de producción SORM-1**



Fuente: elaboración propia

Para la prensa SORM-1 las principales causas de demoras son:

- Exceso de tiempo en arreglos de trabajo
- Cambios constantes en la planificación de producción
- Actitud del personal

- Falta de supervisión
- Arreglos durante trabajo
- Falta de supervisión
- Actitud del personal

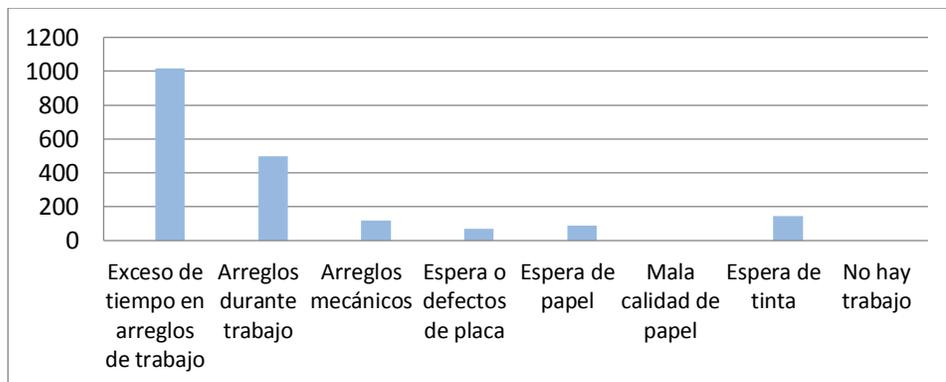
También se han presentado casos de mala calidad de papel (papel húmedo), espera de papel y arreglos mecánicos, aunque estas causas de demora no son tan representativas como las antes mencionadas.

Tabla VIII. **Pérdidas y demoras en proceso de producción GTO**

Demoras	Tiempo (minutos)
Exceso de tiempo en arreglos de trabajo	1016
Arreglos durante trabajo	497
Arreglos mecánicos	120
Espera o defectos de placa	71
Espera de papel	87
Espera de tinta	145
TOTAL	1936

Fuente: elaboración propia

Figura 26. **Demoras en proceso de producción GTO**



Fuente: elaboración propia

Para la prensa GTO la causa que produce más demora es el exceso de tiempo en arreglos de trabajo y los arreglos durante el trabajo, esto se debe principalmente a dos motivos:

- Rotación constante del encargado de la máquina: el operario a cargo era trasladado a otras máquinas más grandes sin suspender totalmente el trabajo que se realizaba en la prensa GTO; luego de concluir el apoyo en otras máquinas, el operario continuaba con la labor asignada.
- Inexperiencia del personal: el operario poseía poca experiencia en la máquina asignada, por lo que las pausas se daban frecuentemente.

Estas situaciones afectan la velocidad a la que podría trabajar la máquina y la disponibilidad en la etapa de producción de la prensa.

2.2.2. Análisis de equipo de impresión *offset*

El análisis consiste en realizar cálculos de los indicadores de eficiencia, disponibilidad, calidad y TTR (Tasa Total de Retorno, índice global de la maquinaria evaluada) basados en los datos recopilados.

Para realizar el análisis y los cálculos se tuvo un período de recopilación de información en que diariamente se llenaban los formatos de registro de demoras, para definir algunos conceptos clave para comprender el significado de la información encontrada y el análisis realizado en la planta de producción de Grupo Litográfico.

Tabla IX. **Conceptos básicos de análisis de equipo**

Concepto	Definición
Total de tiempo	Sumatoria del tiempo que duró el período de prueba para la máquina en minutos.
Total de demoras	Sumatoria del tiempo de todas las demoras en el período de prueba en minutos.
Total de unidades trabajadas	Número de pliegos impresos en el período de prueba.
Total de unidades defectuosas	Número de pliegos que se imprimieron, pero tenían manchas o el papel se dañó.
Velocidad promedio	Velocidad promediada a la que trabajó la máquina durante el período de prueba (pliegos / hora).
Velocidad estándar	Velocidad a la que la máquina debería trabajar según el manual del fabricante (pliegos / hora).
Eficiencia	Índice de la relación porcentual de la velocidad promedio (velocidad a la que trabaja la máquina según observación) y la velocidad estándar (velocidad a la que la máquina debería funcionar según el manual de fabricante).
Tiempo real laborado	Es la diferencia entre el total de tiempo menos el total de demoras en minutos.
Disponibilidad	Índice de la relación porcentual de tiempo entre el tiempo laborado (total de tiempo evaluado menos las demoras) y el tiempo total evaluado (tiempo total de recopilación de información).
Unidades en buen estado	Total de pliegos impresos menos el total de pliegos impresos defectuosos.
Unidades impresas	Total de pliegos impresos durante el período de recopilación de información.
Calidad	Índice que indica la relación porcentual entre las unidades impresas en buen estado y el total de las unidades impresas.
Indicador TTR	Relación entre los tres indicadores calculados (eficiencia * disponibilidad * calidad)

Fuente: elaboración propia

El cálculo de cada uno de los índices se apega a las fórmulas establecidas por los lineamientos que requiere el índice TTR, con anterioridad se mencionó que dicho indicador abarca eficiencia, disponibilidad y calidad, por lo tanto dicho indicador refleja productividad.

Los resultados de los indicadores calculados fueron presentados a la Gerencia de Grupo Litográfico, haciendo énfasis en que se requiere que el cálculo de los mismos sea permanente para identificar fuentes de mejorar.

2.2.2.1. Speed Master 72

Tabla X. Generalidades de la prensa SM72

Datos generales	Especificaciones
Total Tiempo (minutos)	5400
Total demoras (minutos)	3733
Total unidades trabajadas	200197
Total unidades defectuosas	19420
Velocidad promedio	8500 pliegos / hora
Velocidad estándar	12000 pliegos / hora

Fuente: elaboración propia

2.2.2.1.1. Eficiencia

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Velocidad Promedio}}{\text{Velocidad estándar}} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{8500 \text{ Pliegos/hora}}{12000 \text{ Pliegos/hora}} * 100 = 70,83 \%$$

La eficiencia reflejada por la prensa SM72 es de 70,83 %. El indicador podría mejorar, pero debido a los constantes paros de máquina no se aprovecha la velocidad con la que cuenta la máquina, esto debido a ciertas causas identificadas a continuación:

- Fallas mecánicas
- Falta de supervisión

2.2.2.1.2. Disponibilidad

Tiempo real laborado = Tiempototalevaluado – demoras

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiemporeallaborado}}{\text{Tiempototalevaluado}} * 100$$

Tiempo real laborado = 5400 min – 3733 min=1667 min

$$\text{Disponibilidad} = \frac{1667 \text{ min}}{5400 \text{ min}} * 100 = 30,87 \%$$

El porcentaje de disponibilidad es de 30,87 %, esto debido a que el trabajo no es constante, el tiempo de uso de la máquina se ve afectado por:

- Mala elaboración de los arreglos de máquina
- Fallos mecánicos que son significativos para la prensa
- Cambios constantes en la programación de producción

2.2.2.1.3. Calidad

Unidades en buen estado = Totalunidadesimpresas – unidadesdefectuosas

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Unidadesenbuenestado}}{\text{Unidadesimpresas}} * 100$$

Unidades en buen estado = 200197 – 19420=180777

$$\text{Calidad} = \frac{180777}{200197} * 100 = 90,2 \%$$

El indicador de calidad es de 90,29 %

El indicador de calidad es de 90,2 %, si bien el indicador es elevado puede mejorarse mediante supervisión de las operaciones ejecutadas en la máquina.

2.2.2.1.4. Indicador TTR

Indicador T. T. R. = Eficiencia * Disponibilidad * Calidad

Indicador T. T. R. = 70,83 % * 30,87 % * 90,2 % = 19,77 %

El indicador TTR es una representación combinada de los tres indicadores previamente calculados, por lo tanto también refleja en forma porcentual los efectos que producen las situaciones que provocan las demoras antes mencionadas.

2.2.2.1.5. Desperdicio de materia prima

En Grupo Litográfico se considera entre el 5 % al 10 % de desperdicio de materia prima, estos porcentajes son definidos por la Gerencia General y la Gerencia de Producción, esto se debe a que todas las máquinas necesitan de procesos de preproducción, por lo tanto de toda la materia prima que se necesita siempre se considera ese porcentaje. Es importante mencionar que el porcentaje que se considera de prueba también está incluido en los cálculos realizados.

El desperdicio de material para la prensa SM72 fue del 9,71 %, este porcentaje se desprende del índice de calidad *Desperdicio de material* = 100 % – 90,29 %, es decir sobre el total de unidades impresas evaluadas en el período de dos meses. Dicha pérdida es causada por el porcentaje de pérdida contemplada por los errores personales, problemas mecánicos y fallas.

2.2.2.2. Shinohara

Tabla XI. Generalidades de la prensa Shinohara

Datos generales	Especificaciones
Total Tiempo (minutos)	6015
Total demoras (minutos)	3318
Total unidades trabajadas	234286
Total unidades defectuosas	7654
Velocidad promedio	5872 pliegos / hora
Velocidad estándar	8000 pliegos / hora

Fuente: elaboración propia

2.2.2.2.1. Eficiencia

$$Eficiencia = \frac{Velocidad Promedio}{Velocidad estándar} * 100$$
$$Eficiencia = \frac{5872 Pliegos/hora}{8000 Pliegos/hora} * 100 = 73,4 \%$$

El índice de eficiencia calculado es de 73,4 %, esto se debe que la máquina no opera a la velocidad que debería operar, las causas identificadas son las siguientes:

- Arreglos mecánicos
- Falta de supervisión
- Falta de experiencia de los operarios

2.2.2.2.2. Disponibilidad

Tiempo real laborado = Tiempo total evaluado – Demoras

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo real laborado}{Tiempo total evaluado} * 100$$

$$\text{Tiempo real laborado} = 6015 \text{ min} - 3318 \text{ min} = 2697 \text{ min}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{2282 \text{ min}}{6015 \text{ min}} * 100 = 44,84 \%$$

El índice de disponibilidad de la máquina es de 44,84 %, uno de los problemas que más resaltan actualmente en grupo litográfico es el desperdicio de tiempo en horas hábiles, este problema en especial tiene varias causas que se indican a continuación:

- Cambios constantes en la programación de producción
- Falta de supervisión
- Inexperiencia de operarios
- Problemas mecánicos

2.2.2.2.3. Calidad

$$\text{Unidades en buen estado} = \text{Total unidades impresas} - \text{unidades defectuosas}$$

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Unidades en buen estado}}{\text{Unidades impresas}} * 100$$

$$\text{Unidades en buen estado} = 234286 \text{ pliegos} - 7654 \text{ pliegos} = 226632 \text{ pliegos}$$

$$\text{Calidad} = \frac{226632 \text{ pliegos}}{234286 \text{ pliegos}} * 100 = 96,73 \%$$

El índice de calidad es de 96,73 %, refleja la calidad con la que se trabaja en la planta, actualmente los controles personales de los productos en proceso y finales permiten que se trabaje teniendo poca aceptación por productos que no cumplan con la calidad esperada por las autoridades de la litografía.

2.2.2.2.4. Indicador TTR

Indicador T. T. R. = Eficiencia * Disponibilidad * Calidad

Indicador T. T. R. = 72,5 % * 44,83 % * 96,73 % = 31,43 %

El indicador TTR es de 31,43 %, este índice general muestra el impacto que tienen las causas que provocan falta de eficiencia y la poca disponibilidad en la etapa de producción de dicha máquina.

2.2.2.2.5. Desperdicio de materia prima

El porcentaje de desperdicio de materia prima es de 3,27 %, el cual sale de la diferencia entre 100% menos el índice de calidad, es decir del total de unidades impresas en el período de dos meses en donde se realizaron todas las evaluaciones, tomas de datos y observaciones en las máquinas del departamento de producción de Grupo Litográfico. Es importante mencionar que la pérdida producto por mala calidad solo fue considerada por factores netamente de producción, ya que sí existe cierto porcentaje extra en productos de mala calidad influenciados por el departamento de diseño.

2.2.2.3. Sorm-2

Tabla XII. Generalidades de la prensa Sorm-2

Datos generales	Especificaciones
Total tiempo (minutos)	4995
Total demoras (minutos)	2805
Total unidades trabajadas	153969
Total unidades defectuosas	3915
Velocidad promedio	4920 pliegos / hora
Velocidad estándar	6500 pliegos / hora

Fuente: elaboración propia

2.2.2.3.1. Eficiencia

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Velocidad Promedio}}{\text{Velocidad estándar}} * 100$$
$$\text{Eficiencia} = \frac{4920 \text{ Pliegos/hora}}{6500 \text{ Pliegos/hora}} * 100 = 75,6 \%$$

El índice de eficiencia es de 75,6 %, este indicador muestra que la máquina podría trabajar más rápido, las causas identificadas por las que no trabaja a una velocidad mayor son las siguientes:

- Rotación de personal
- Falta de supervisión

2.2.2.3.2. Disponibilidad

Tiempo real laborado = Tiempo total evaluado – demoras

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo real laborado}}{\text{Tiempo total evaluado}} * 100$$

Tiempo real laborado = 4995 minutos – 2805 minutos=2190 minutos

$$\text{Disponibilidad} = \frac{2190 \text{ minutos}}{4995 \text{ minutos}} * 100 = 43,84 \%$$

El indicador de disponibilidad es de 43,84 %, actualmente el aspecto del uso de tiempo está muy afectado debido a las siguientes causas:

- Falta de supervisión
- Fallas mecánicas
- Cambios constantes en la programación de producción

2.2.2.3.3. Calidad

Unidades en buen estado = Total unidades impresas – unidades defectuosas

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Unidades en buen estado}}{\text{Unidades impresas}} * 100$$

Unidades en buen estado = 153969 pliegos – 3915 pliegos=150054 pliegos

$$\text{Calidad} = \frac{150054 \text{ pliegos}}{153969 \text{ pliegos}} * 100 = 97,45 \%$$

El índice de calidad calculado luego del período de evaluación de dos meses es de 97,45 %, el índice es muy saludable y muestra el control y calidad con las que se trabaja en Grupo Litográfico, este aspecto se encuentra muy controlado debido a la cartera de clientes con que se cuenta, estos clientes requieren que el producto sea de muy buena calidad para mantener la relación de negocio.

2.2.2.3.4. Indicador TTR

Indicador T. T. R. = Eficiencia * Disponibilidad * Calidad

$$\text{Indicador T. T. R.} = 73,75 \% * 46,84 \% * 97,45 \% = 33,66 \%$$

El indicador TTR para Sorm2 es de 33,66 %, el indicador general se ve afectado principalmente por la disponibilidad de la máquina, ya que si bien es cierto que la máquina se encuentra próxima de trabajar a la velocidad esperada, el tiempo no se aprovecha bien y esto provoca que el índice TTR sea bajo.

2.2.2.3.5. Desperdicio de materia prima

El porcentaje de desperdicio de materia prima es de 2,55 %, el cual sale de la resta de 100 % menos el 97,47 %, que es el indicador de calidad. Este

porcentaje es sobre todos los trabajos investigados en el período de prueba, la mayoría de trabajos por ser considerados de clientes importantes conllevan un nivel alto de control de calidad, es por lo mismo que el porcentaje no es tan significativo a nivel de departamento. El porcentaje de desperdicio se ajusta a pliegos trabados en la máquina, pliegos utilizados en preproducción e impresión que no cumple con la calidad deseada por factores de máquina. SORM-2 es una de las máquinas que mejor trabaja, esto debido en buena parte al factor de recurso humano, ya que el operario tiene un conocimiento amplio sobre el tipo de máquina que opera.

2.2.2.4. Sor-Z

Tabla XIII. Generalidades de la prensa Sor-Z

Datos generales	Especificaciones
Total tiempo (minutos)	4425
Total demoras (minutos)	2889
Total unidades trabajadas	18951
Total unidades defectuosas	1345
Velocidad promedio	3000 pliegos / hora
Velocidad estándar	5000 pliegos / hora

Fuente: elaboración propia

2.2.2.4.1. Eficiencia

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Velocidad Promedio}}{\text{Velocidad estándar}} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{3000 \text{ Pliegos/hora}}{5000 \text{ Pliegos/hora}} * 100 = 60 \%$$

El índice de eficiencia es de 60 %, dicho índice señala que la máquina trabaja a un 60% de la velocidad a la que debería funcionar, según las

indicaciones en el manual del fabricante. Dentro de las causas identificadas por las que la prensa tiene esta eficiencia se pueden mencionar:

- Fallas mecánicas
- Falta de supervisión
- Falta de capacitar al personal

2.2.2.4.2. Disponibilidad

Tiempo real laborado = Tiempo total evaluado – demoras

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo real laborado}}{\text{Tiempo total evaluado}} * 100$$

Tiempo real laborado = 4425 pliegos – 2889 pliegos=1536 pliegos

$$\text{Disponibilidad} = \frac{1536 \text{ pliegos}}{4495 \text{ pliegos}} * 100 = 34,17 \%$$

El índice de disponibilidad es de 34,17 %, muestra claramente que existe un problema, problemas mecánicos son la causa de tantos paros y que en la máquina no se logra establecer un ritmo de trabajo, y atacando los problemas mecánicos se podría aumentar la disponibilidad y la eficiencia de la máquina.

2.2.2.4.3. Calidad

Unidades en buen estado = Total unidades impresas – unidades defectuosas

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Unidades en buen estado}}{\text{Unidades impresas}} * 100$$

Unidades en buen estado = 18951 – 1345= 17606

$$\text{Calidad} = \frac{17606}{18951} * 100 = 92,90 \%$$

El índice de calidad es de 92,90 % para la prensa Sor-Z, el cual es muy bueno, es importante mencionar que los problemas mecánicos no tienen tanta influencia en la calidad del producto, sin embargo, estos sí afectan la disponibilidad de la máquina.

2.2.2.4.4. Indicador TTR

Indicador T. T. R. = Eficiencia * Disponibilidad * Calidad

Indicador T. T. R. = 60 % * 34,17 % * 92,9 % = 19 %

El indicador TTR es de 19 %, muestra un panorama general de los aspectos más importantes sobre la productividad de las prensas, en este caso las fallas mecánicas y la falta de trabajo para la máquina provocan que el indicador TTR sea de 19 %.

2.2.2.4.5. Desperdicio de materia prima

El porcentaje de desperdicio de materia prima es de 7.1 %, este porcentaje se desprende de la resta de 100 % menos el indicador de calidad, que es de 92,20 % para esta máquina. Las causas del porcentaje de mala calidad obedecen a que, a lo largo de los años, no se han llevado a cabo las reparaciones correspondientes, la falta de experiencia y conocimientos en el personal que utiliza la máquina y que piezas mecánicas de dicha máquina han sido utilizadas para reparar otras prensas.

2.2.2.5. Sorm-1

Tabla XIV. Generalidades de la prensa Sorm-1

Datos generales	Especificaciones
Total tiempo (minutos)	4995
Total demoras(minutos)	2904
Total unidades trabajadas	255144
Total unidades defectuosas	6744
Velocidad promedio	5240 pliegos / hora
Velocidad estándar	8000 pliegos / hora

Fuente: elaboración propia

2.2.2.5.1. Eficiencia

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{VelocidadPromedio}}{\text{Velocidadestándar}} * 100$$
$$\text{Eficiencia} = \frac{5240 \text{ Pliegos/hora}}{8000 \text{ Pliegos/hora}} * 100 = 65,5 \%$$

El índice de eficiencia es de 65,5 %, dentro de las razones que afectan la eficiencia están las siguientes:

- Fallas mecánicas
- Falta de supervisión

2.2.2.5.2. Disponibilidad

Tiempo real laborado = Tiempo total evaluado – demoras

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo real laborado}}{\text{Tiempo total evaluado}} * 100$$

Tiempo real laborado = 4995 minutos – 2904 minutos=2091

$$\text{Disponibilidad} = \frac{2091 \text{ minutos}}{4995 \text{ minutos}} * 100 = 41,86 \%$$

El índice de disponibilidad de la máquina es de 41,86 %, la máquina no está operando ciertos tiempos debido a que el operario detiene la máquina argumentando que no se puede seguir trabajando o porque cuando no hay personal cercano al área la máquina se encuentra detenida.

2.2.2.5.3. Calidad

Unidades en buen estado = Total unidades impresas – unidades defectuosas

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Unidades en buen estado}}{\text{Unidades impresas}} * 100$$

Unidades en buen estado = 255144 pliegos – 6744 pliegos=248400 pliegos

$$\text{Calidad} = \frac{248400 \text{ pliegos}}{255144 \text{ pliegos}} * 100 = 97,35 \%$$

El índice de calidad es de 97,35 %, este índice muestra que los problemas mecánicos de la máquina afectan el tiempo de uso de esta, no la calidad, por lo tanto se logra determinar que la prensa SORM-1 tiene la capacidad de operar de forma adecuada con el mantenimiento necesario.

2.2.2.5.4. Indicador TTR

Indicador T. T. R. = Eficiencia * Disponibilidad * Calidad

$$\text{Indicador T. T. R.} = 65,5 \% * 41,86 \% * 97,35 \% = 26,69 \%$$

El indicador TTR es de 26,69 %, el cual indica que la productividad de la máquina está muy baja, debido a dos aspectos en especial: la eficiencia y la disponibilidad de la máquina, estos factores son afectados especialmente por aspectos de recurso humano y problemas mecánicos.

2.2.2.5.5. Desperdicio de materia prima

El porcentaje de desperdicio es de 2,65 %, este sale de la resta de 100 % menos el índice de calidad, el cual es de 97,35 %. El porcentaje de desperdicio de materia prima tiende a bajar cuando las máquinas son de menos colores, en este caso la prensa SORM-1 es de un color.

2.2.2.6. GTO

Tabla XV. Generalidades de la prensa GTO

Datos generales	Especificaciones
Total tiempo (minutos)	3136
Total tiempo demoras (minutos)	1936
Total unidades trabajadas	46140
Total unidades defectuosas	7414
Velocidad promedio	4050 pliegos / hora
Velocidad estándar	6000 pliegos / hora

Fuente: elaboración propia

2.2.2.6.1. Eficiencia

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Velocidad Promedio}}{\text{Velocidad estándar}} * 100$$
$$\text{Eficiencia} = \frac{4050 \text{ Pliegos/hora}}{6000 \text{ Pliegos/hora}} * 100 = 67,5 \%$$

La eficiencia de la máquina es de 67,5 %, uno de los problemas por los que la eficiencia no es mayor es porque los operarios de esta máquina suelen no tener experiencia, algunas de las causas principales que afectan a la eficiencia son:

- Inexperiencia de los operarios
- Falta de supervisión
- Fallas mecánicas

2.2.2.6.2. Disponibilidad

Tiempo real laborado = Tiempo total evaluado – demoras

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo real laborado}}{\text{Tiempo total evaluado}} * 100$$

Tiempo real laborado = 3136 minutos – 1936 minutos = 1200 minutos

$$\text{Disponibilidad} = \frac{1200 \text{ minutos}}{3136 \text{ minutos}} * 100 = 38,26 \%$$

El índice de disponibilidad es de 38,26 %, las causas de este índice son las siguientes:

- Cambios constantes en la programación de producción
- Fallas mecánicas
- Falta de supervisión

2.2.2.6.3. Calidad

Unidades en buen estado = Total unidades impresas – unidades defectuosas

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Unidades en buen estado}}{\text{Unidades impresas}} * 100$$

Unidades en buen estado = 46140 – 7414 = 38726

$$\text{Calidad} = \frac{38726}{46140} * 100 = 83,93 \%$$

El índice de calidad es de 83,93 %

El índice de calidad de la máquina es de 83,93 %, es aceptable, puede aumentar considerablemente, pero la calidad se ve afectada por la constante rotación de personal para dicha máquina.

2.2.2.6.4. Indicador TTR

Indicador T. T. R. = Eficiencia * Disponibilidad * Calidad

Indicador T. T. R. = 68,33 % * 38,26 % * 83,93 % = 21,94 %

El indicador TTR es de 21,94 %, dicho índice es reflejo de cómo afecta la poca disponibilidad de la máquina.

2.2.2.6.5. Desperdicio de materia prima

El porcentaje de desperdicio de materia prima es del 16,07 %, este porcentaje se desprende de la resta de 100 % menos el índice de calidad, el cual es de 83,93 %.

2.2.3. Análisis de costos actuales generados por el departamento de producción

- Costos: es la cantidad de dinero (quetzales) que se necesitan para fabricar o producir algo, en este caso se refiere a la impresión *offset*.
- Costo de arreglos de máquina: es la cantidad de dinero requerida para preparar una máquina para que esta inicie la etapa de producción (impresión).

Esta información fue proporcionada por la Gerencia de Grupo Litográfico, solicitada a través del encargado de realizar las cotizaciones. A continuación se

muestran los costos de arreglo de máquina por cada una de las prensas evaluadas durante el período de investigación:

Tabla XVI. **Costo de realización de un arreglo de máquina**

SM72	SHINOHARA	SORM-2	SOR-Z	SORM-1	GTO
Q 400	Q 350	Q 300	Q 325	Q 275	Q 250

Fuente: elaboración propia

Dentro del período de prueba se contabilizó la cantidad de arreglos de máquina realizados por prensa, a continuación se muestra la distribución de los mismos:

Tabla XVII. **Cantidad de arreglos de máquina realizados por prensa**

SM72	SHINOHARA	SORM-2	SOR-Z	SORM-1	GTO
36	37	41	13	38	31

Fuente: elaboración propia

Para determinar el costo total de arreglos de máquina se toman en cuenta dos factores, el costo de arreglo por máquina y la cantidad de arreglos de máquina realizados en el período de investigación. La fórmula para determinar el costo total de arreglos es:

$$\begin{aligned} & \text{Costo total de arreglo de máquina} \\ & = \text{Costo de arreglo por máquina} * \text{Cantidad de arreglos realizados.} \end{aligned}$$

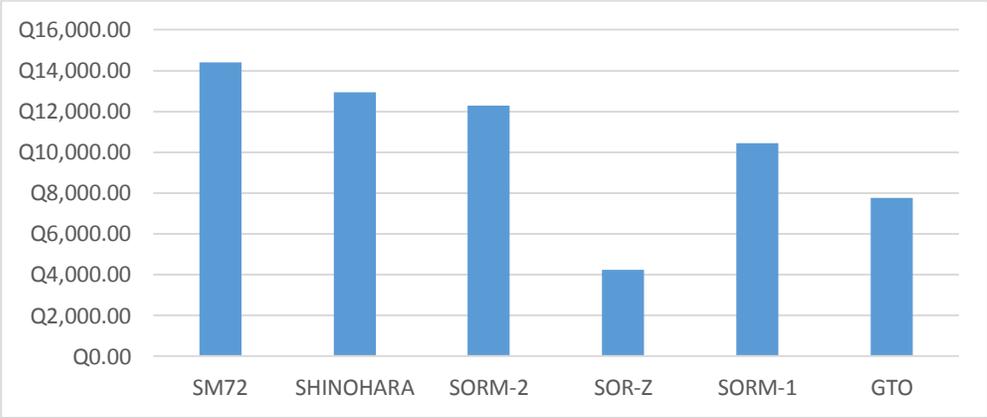
Tabla XVIII. **Costo total de arreglos de máquina realizados en la etapa de investigación**

SM72	SHINOHARA	SORM-2	SOR-Z	SORM-1	GTO
Q 14400	Q 12950	Q 12300	Q 4225	Q 10450	Q 7750

Fuente: Grupo Litográfico

A continuación se muestran los costos totales de forma gráfica:

Figura 27. **Costo total de arreglos**



Fuente: elaboración propia

Para conocer el costo de las horas extra por máquina se solicitó a la Gerencia de Grupo Litográfico la información, la cual se muestra a continuación:

Tabla XIX. **Costo por hora extra de cada máquina**

SM72	SHINOHARA	SORM-2	SOR-Z	SORM-1	GTO
Q 250	Q 200	Q 150	Q 175	Q 125	Q 100

Fuente: Grupo Litográfico

También se determinaron las horas extras utilizadas en el período de toma de datos e investigación:

Tabla XX. **Cantidad de horas extra durante el período de investigación**

SM72	SHINOHARA	SORM-2	SOR-Z	SORM-1	GTO
20	18	10	3	17	5

Fuente: elaboración propia

Para determinar el costo de horas extra por máquina se utilizó la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} &\text{Costo total de horas extra por máquina} \\ &= \text{Costo por hora extra} * \text{cantidad de horas extra.} \end{aligned}$$

Tabla XXI. **Costo total de hora extra**

SM72	SHINOHARA	SORM-2	SOR-Z	SORM-1	GTO
Q5000	Q2000	Q1500	Q525	Q2125	Q500

Fuente: Grupo Litográfico

2.2.4. Análisis de preparación de producción de maquinaria grande (A,B y C)

El análisis de preparación de producción de maquinaria consiste en todos los preparativos pre producción que se deben realizar para que las máquinas puedan entrar a la etapa de producción. Para ello se definieron tres grandes categorías, arreglos tipo A, B y C, el análisis consiste en la realización de los diagramas de flujo para determinar tiempos y operaciones utilizados en la preparación de las máquinas.

La categoría de máquinas grandes incluye la SM72 y Shinohara. En el período de investigación que fue de dos meses se observó que los arreglos sí están definidos como concepto, pero estos no tienen guías ni estándares de tiempo, por tal motivo la duración de los mismos afecta la mayoría del tiempo a la disponibilidad de las máquinas. Por otra parte, los recursos utilizados en los distintos tipos de arreglo no están definidos, por lo tanto se concluye que existe un desperdicio de recursos debido a que no hay una parametrización establecida y nadie verifica el uso de dichos recursos.

Aunque el problema es similar para los tres arreglos, a continuación se define el arreglo tipo A.

2.2.4.1. Arreglo A

Los arreglos se dividen en tres categorías, A, B y C, cada uno será definido y detallado. El arreglo A es una serie de pasos definidos que sirven para preparar a cierto tipo de máquinas que a continuación se define.

2.2.4.1.1. Definición

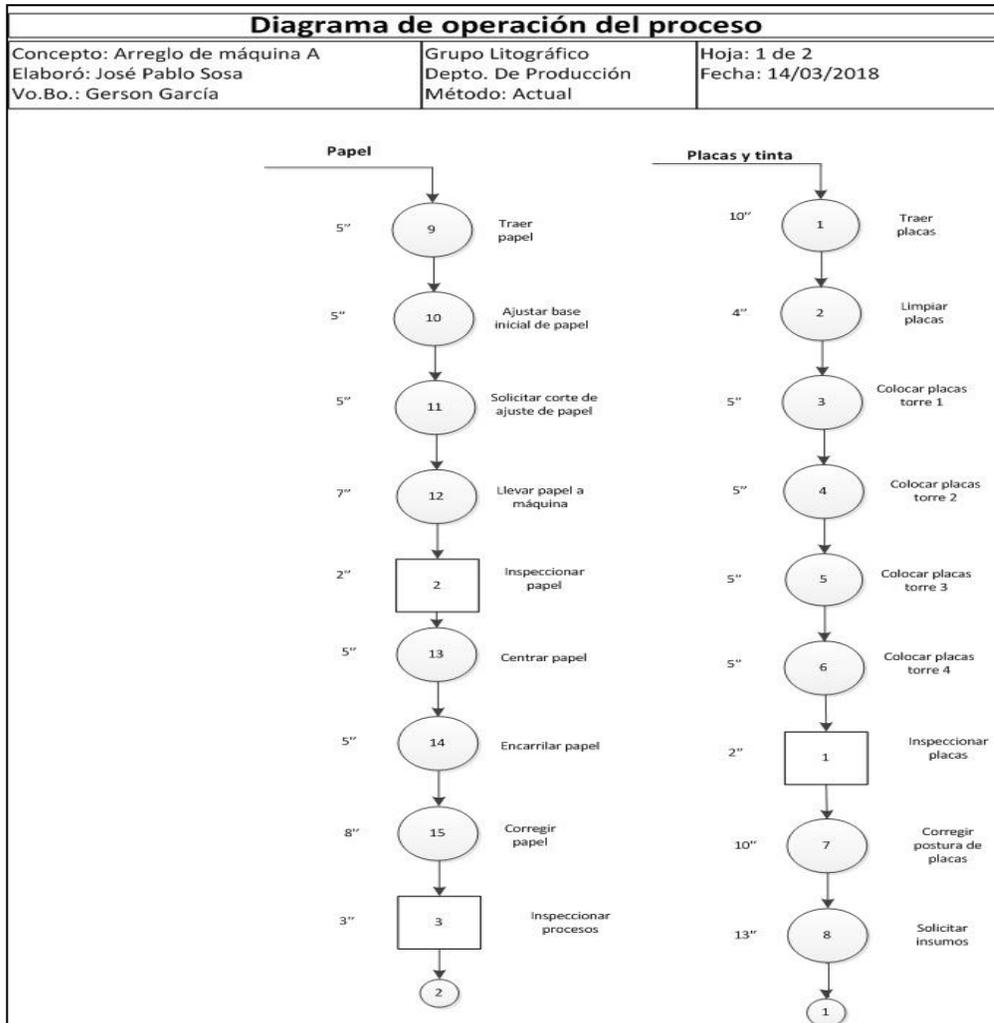
Arreglo A se define como una serie de operaciones estudiadas y establecidas con las cuales se pretende que la maquinaria quede lista para la etapa de producción. El arreglo A se enfoca en las operaciones a realizar para iniciar con un trabajo en máquina.

2.2.4.1.2. Recursos

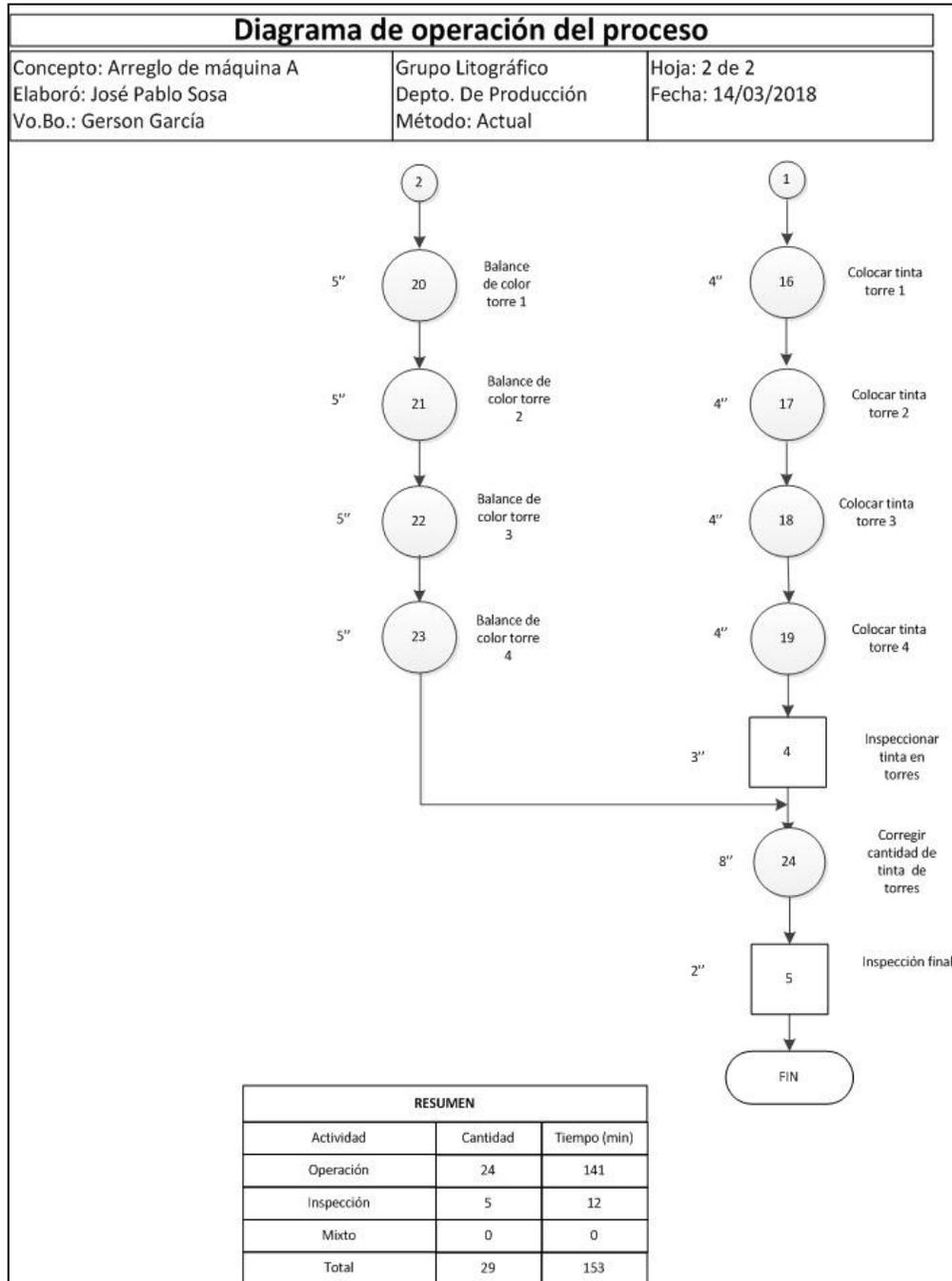
- Placas: es una lámina metálica que lleva toda la información imprimible y que, al recibir la tinta, distribuye esta de forma significativa para que después se traslade al papel a donde se va imprimir, para el caso de máquinas grandes se necesitan de 4 a 5 placas.
- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y esta se elige según características que se desean del producto final. Para un trabajo promedio se utilizan 300 pliegos para hacer las calibraciones.
- Tinta: es el medio de impresión, es decir lo que se adhiere al papel para darle color al trabajo, los cuatro colores básicos son: amarillo, cyan, magenta y negro, cada color representa una unidad de las 4 o 5 disponibles en una máquina de 4 o 5 colores. Normalmente se utiliza un kilo por color, en total 4 kilos de tinta.
- Lavador: el lavador es un líquido especial que se utiliza para remover basura y restos de tinta de las placas, este líquido se utiliza para mantener las placas en buen estado para su uso. En la etapa de investigación se observó que variaba demasiado la cantidad utilizada, por lo que la cantidad del lavador no se pudo definir.
- Goma: líquido que se le coloca a las placas después de su uso para que estas se conserven en buen estado, es un protector. En la etapa de investigación se observó que variaba demasiado la cantidad utilizada, por lo que la cantidad del lavador no se pudo definir.

2.2.4.1.3. Diagrama de operaciones

Figura 28. Arreglo A de máquina grande



Continuación de la figura 28.



Fuente: elaboración propia

2.2.4.1.4. Responsables

- Prensista: un encargado principal de la máquina de 4 o 5 colores, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones.
- Auxiliar: un encargado de verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.2.4.2. Arreglo B

Un arreglo tipo B se refiere a las operaciones que se realizan entre un cambio de trabajo y otro, pero de condiciones similares, es decir que el formato del papel puede ser similar o la secuencia de impresión de colores es igual.

2.2.4.2.1. Definición

Se refiere a cuando se cambia la impresión de un producto a otro, pero el siguiente producto es de características similares, en este arreglo se procede a realizar: lavado de máquina, cambio de placas, cambio de papel y encarrilar colores para las 4 ó 5 unidades.

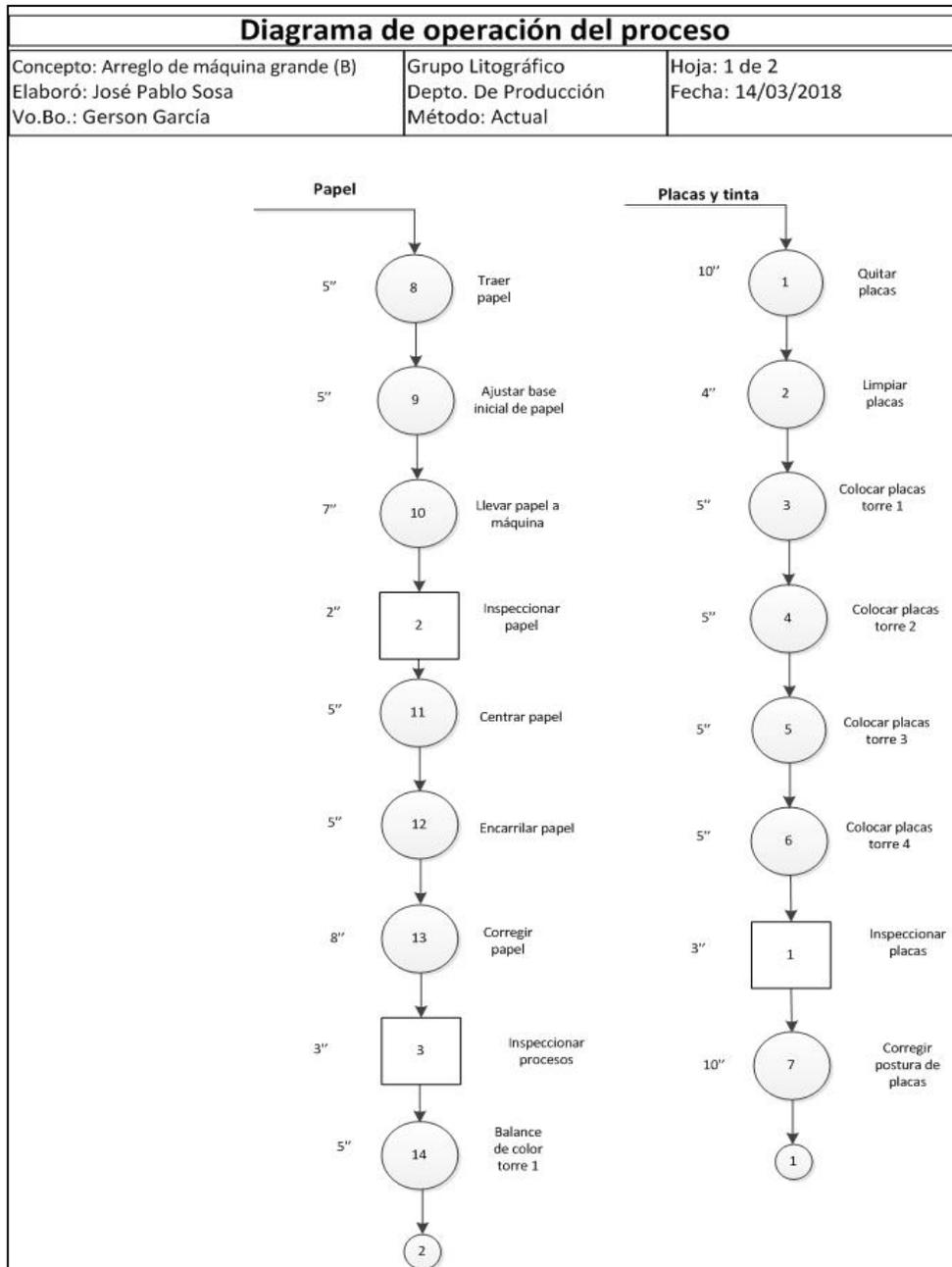
2.2.4.2.2. Recursos

- Placas: es una lámina metálica que lleva toda la información imprimible y que, al recibir la tinta, distribuye esta de forma significativa para que después se traslade al papel a donde se va imprimir, para el caso de máquinas grandes se necesitan de 4 a 5 placas.

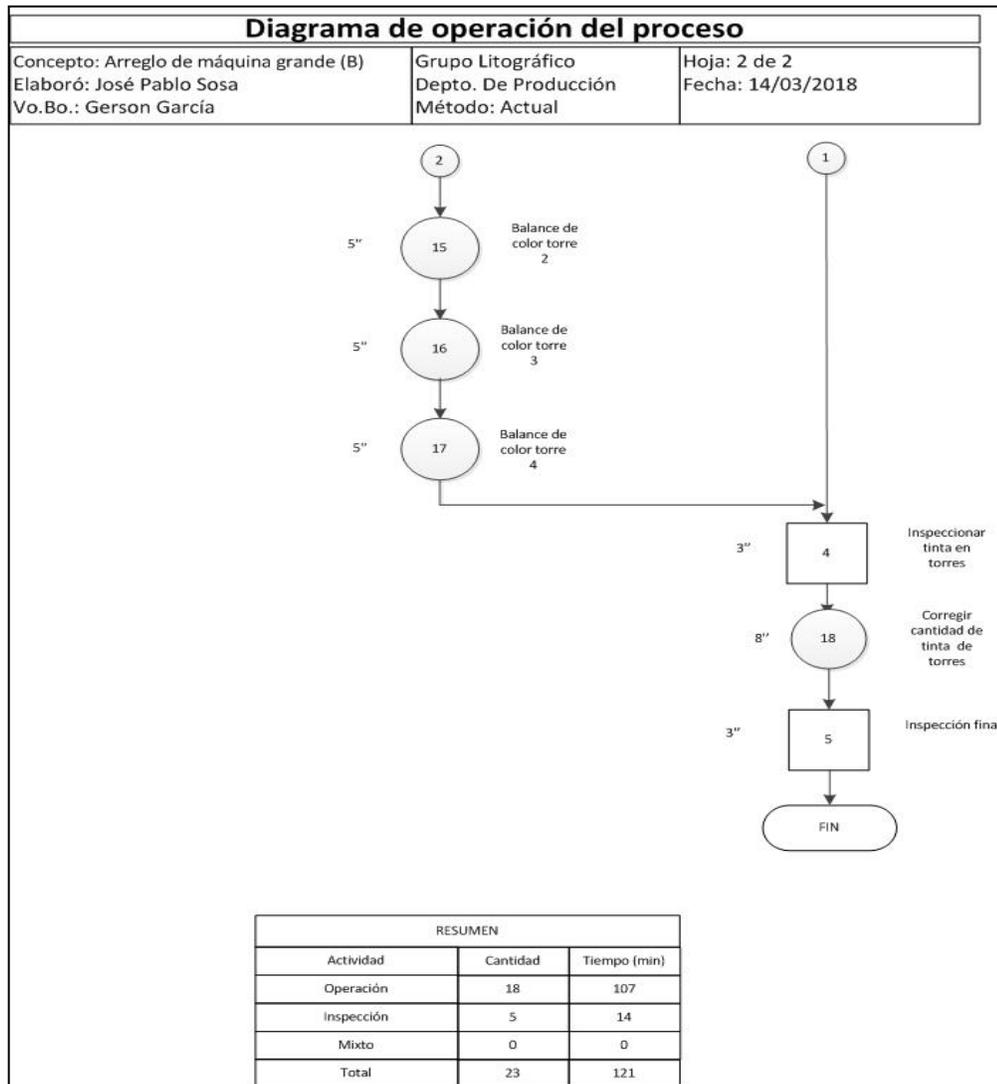
- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y esta se elige según características que se desean del producto final. El encarrilado suele hacerse con 200 pliegos de papel similares al del pedido.
- Lavador: el lavador es un líquido especial que se utiliza para remover basura y restos de tinta de las placas, este líquido se utiliza para mantener las placas en buen estado para su uso. En la etapa de investigación se observó que variaba demasiado la cantidad utilizada, por lo que la cantidad del lavador no se pudo definir.
- Goma: líquido que se le coloca a las placas después de su uso para que estas se conserven en buen estado, es un protector. En la etapa de investigación se observó que variaba demasiado la cantidad utilizada, por lo que la cantidad del lavador no se pudo definir.

2.2.4.2.3. Diagrama de operaciones

Figura 29. Arreglo B de máquina grande



Continuación de la figura 29.



Fuente: elaboración propia

2.2.4.2.4. Responsables

- Prensista: un encargado principal de la máquina de 4 o 5 colores, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones.

Auxiliar: un encargado de verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.2.4.3. Arreglo C

El arreglo C obedece a las operaciones que se realizan para reanudar operaciones luego de una pausa. A continuación se define el arreglo C.

2.2.4.3.1. Definición

Es cuando se deja de imprimir un producto por cierto período de tiempo, pero se continuará con el mismo trabajo después de la pausa. Para este solo ocurre una limpieza de maquinaria menor y encarrilar colores de las 4 ó 5 unidades.

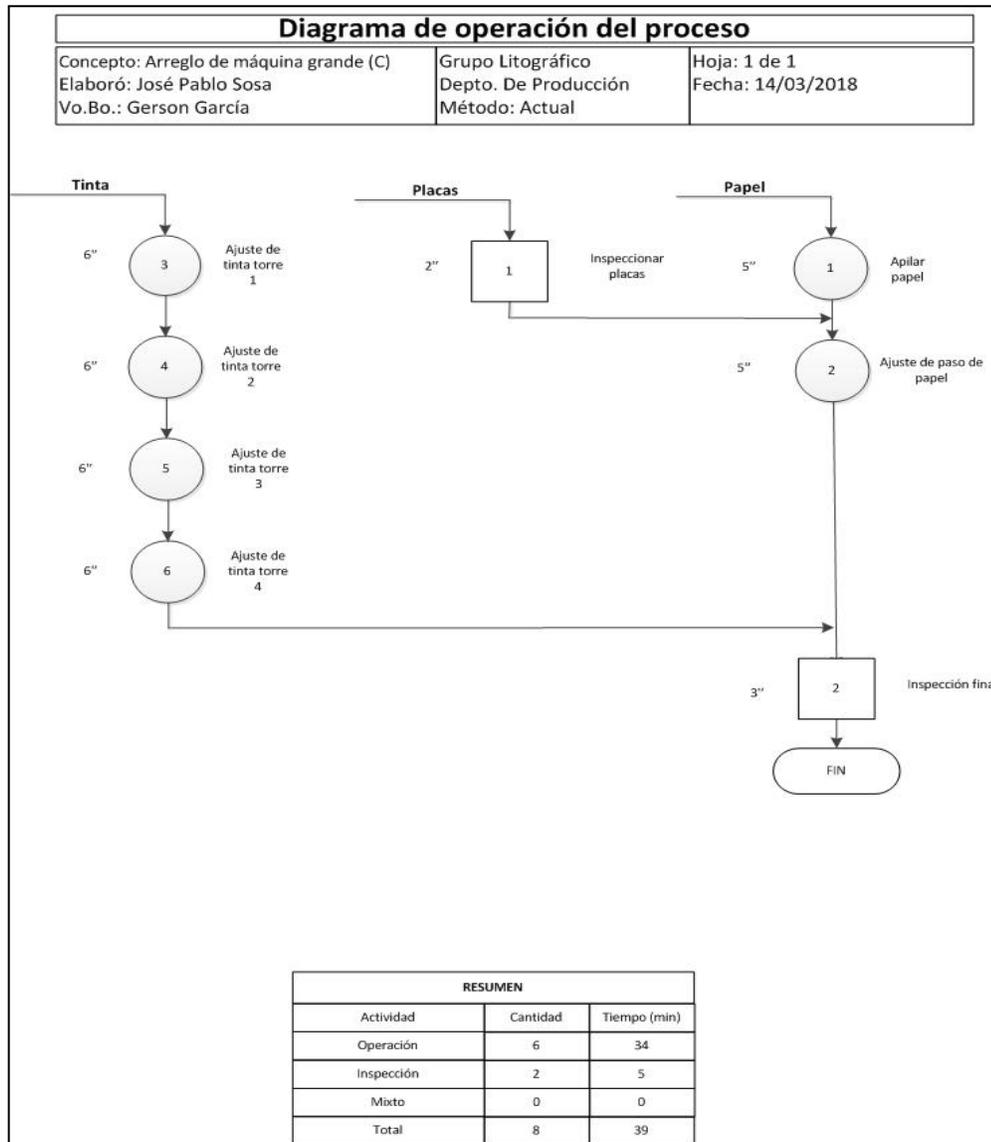
2.2.4.3.2. Recursos

- Placas: es una lámina metálica que lleva toda la información imprimible y que, al recibir la tinta, distribuye esta de forma significativa para que después se traslade al papel a donde se va a imprimir, para el caso de máquinas grandes se necesitan de 4 a 5 placas.
- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y esta se elige según características que se desean del producto final. No requiere de papel extra.
- Lavador: el lavador es un líquido especial que se utiliza para remover basura y restos de tinta de las placas, este líquido se utiliza para mantener las placas en buen estado, para su uso en la etapa de investigación se

observó que variaba demasiado la cantidad utilizada, por lo que la cantidad del lavador no se pudo definir.

2.2.4.3.3. Diagrama de operaciones

Figura 30. Arreglo C de máquina grande



Fuente: elaboración propia

2.2.4.3.4. Responsables

- Prensista: un encargado principal de la máquina de 4 o 5 colores, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones.
- Auxiliar: un encargado de verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.2.5. Análisis de preparación de maquinaria mediana (A, B y C)

El análisis de preparación de producción de maquinaria mediana consiste en todos los preparativos preproducción que se deben realizar para que las máquinas puedan entrar a la etapa de producción. Para ello se definieron tres grandes categorías: arreglos tipo A, B y C, el análisis consiste en la realización de los diagramas de operaciones para determinar tiempos, operaciones y recursos utilizados en la preparación de las máquinas.

Para las máquinas medianas se observó que por concepto sí están establecidos los arreglos, pero estos no cuentan con una parametrización de tiempos ni un estimado de la cantidad que se usará de algunos recursos para ninguno de los 3 tipos de arreglo.

A continuación se define el arreglo tipo A.

2.2.5.1. Arreglo A

Los arreglos se dividen en tres categorías: A, B y C. El arreglo A es un conjunto de operaciones definidos que sirven para preparar a cierto tipo de máquinas que a continuación se define.

2.2.5.1.1. Definición

Arreglo A se define como un procedimiento estudiado y establecido con el cual se pretende que la maquinaria quede lista para la etapa de producción, el arreglo A se enfoca en las operaciones a realizar para iniciar con un trabajo en máquina.

2.2.5.1.2. Recursos

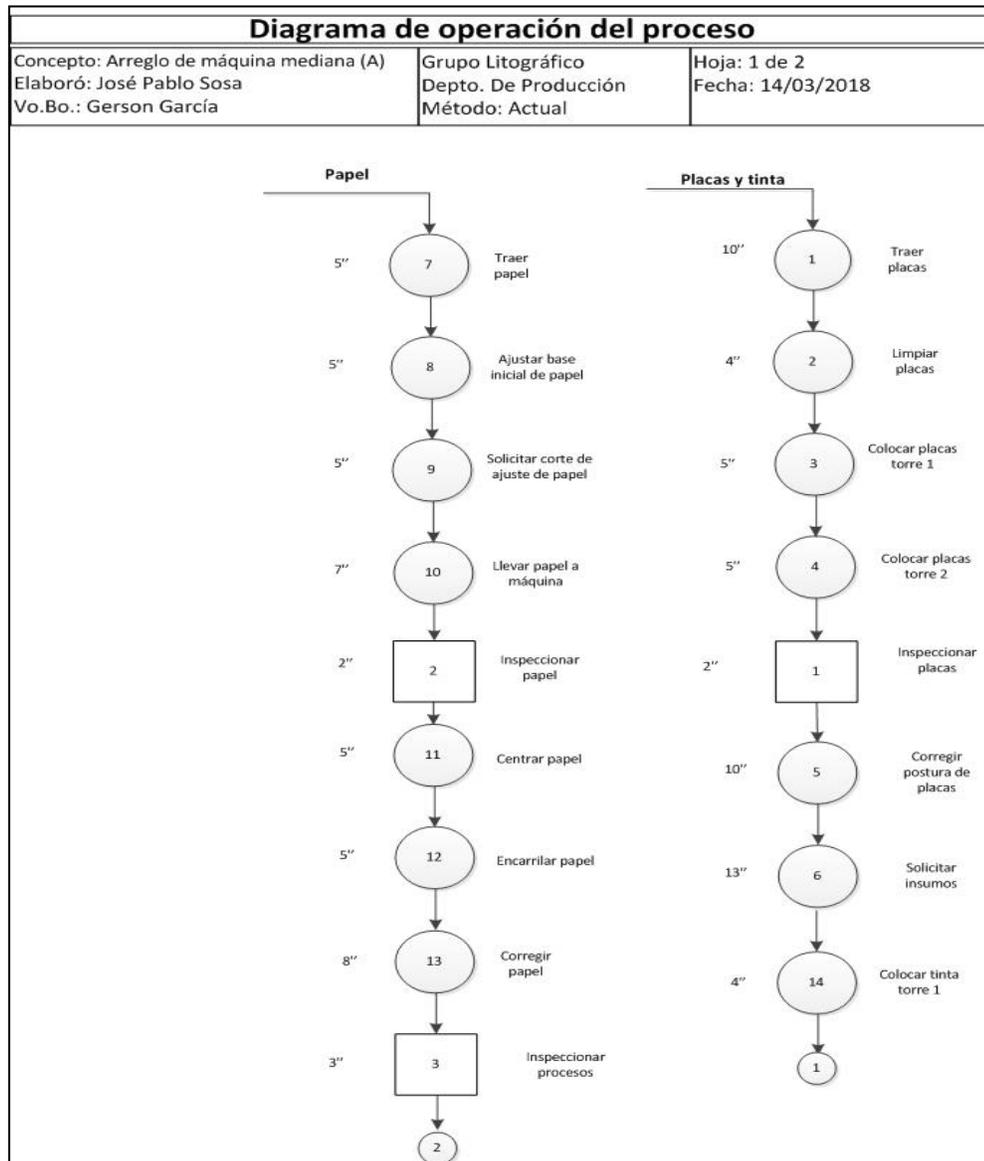
- Placa: es una lámina metálica que lleva toda la información imprimible y que, al recibir la tinta, distribuye esta de forma significativa para que después se traslade al papel donde se va imprimir, para el caso de máquinas grandes se necesitan de 4 a 5 placas.
- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y esta se elige según características que se desean del producto final. Se utilizan aproximadamente 300 pliegos, esta cantidad está preestablecida.
- Tinta: es el medio de impresión, es decir lo que se adhiere al papel para darle color al trabajo, los cuatro colores básicos son: amarillo, cyan, magenta y negro. La cantidad de tinta depende directamente de la cantidad de colores que requiera el producto que se trabajará, si es un producto de 4 colores o *full color* se requieren 4 kilos de tinta, si es un trabajo de 3

colores, se requieren 3 kilos de tinta, si el trabajo es de 2 colores, se requieren 2 kilos de tinta, un kilo de tinta por color.

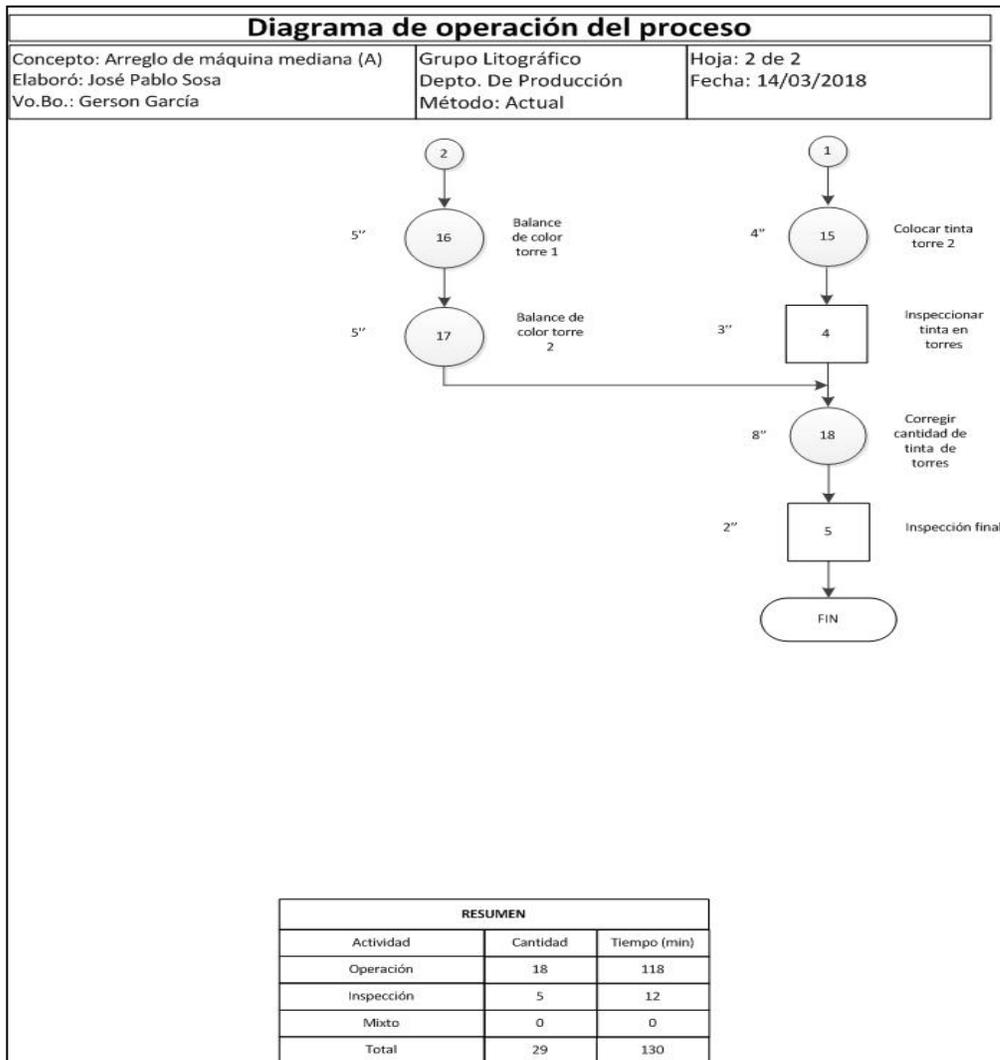
- Lavador: el lavador es un líquido especial que se utiliza para remover basura y restos de tinta de las placas, este líquido se utiliza para mantener las placas en buen estado para su uso. En la etapa de investigación se observó que variaba demasiado la cantidad utilizada, por lo que la cantidad del lavador no se pudo definir.
- Goma: líquido que se le coloca a las placas después de su uso para que estas se conserven en buen estado, es un protector. En la etapa de investigación se observó que variaba demasiado la cantidad utilizada, por lo que la cantidad del lavador no se pudo definir.

2.2.5.1.3. Diagrama de operaciones

Figura 31. Arreglo A de máquina mediana



Continuación de la figura 31.



Fuente: elaboración propia

2.2.5.1.4. Responsables

Prensista: un encargado principal de la máquina de 2 colores, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones. Encargado de

verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.2.5.2. Arreglo B

Un arreglo tipo B se refiere a las operaciones que se realizan entre un cambio de trabajo y otro, pero de condiciones similares, es decir que el formato del papel puede ser similar o la secuencia de impresión de colores es igual.

2.2.5.2.1. Definición

Se refiere a cuando se cambia la impresión de un producto a otro, pero el siguiente producto es de características similares, en este arreglo se procede a realizar: lavado de máquina, cambio de placas, cambio de papel y encarrilar colores para las 2 unidades.

2.2.5.2.2. Recursos

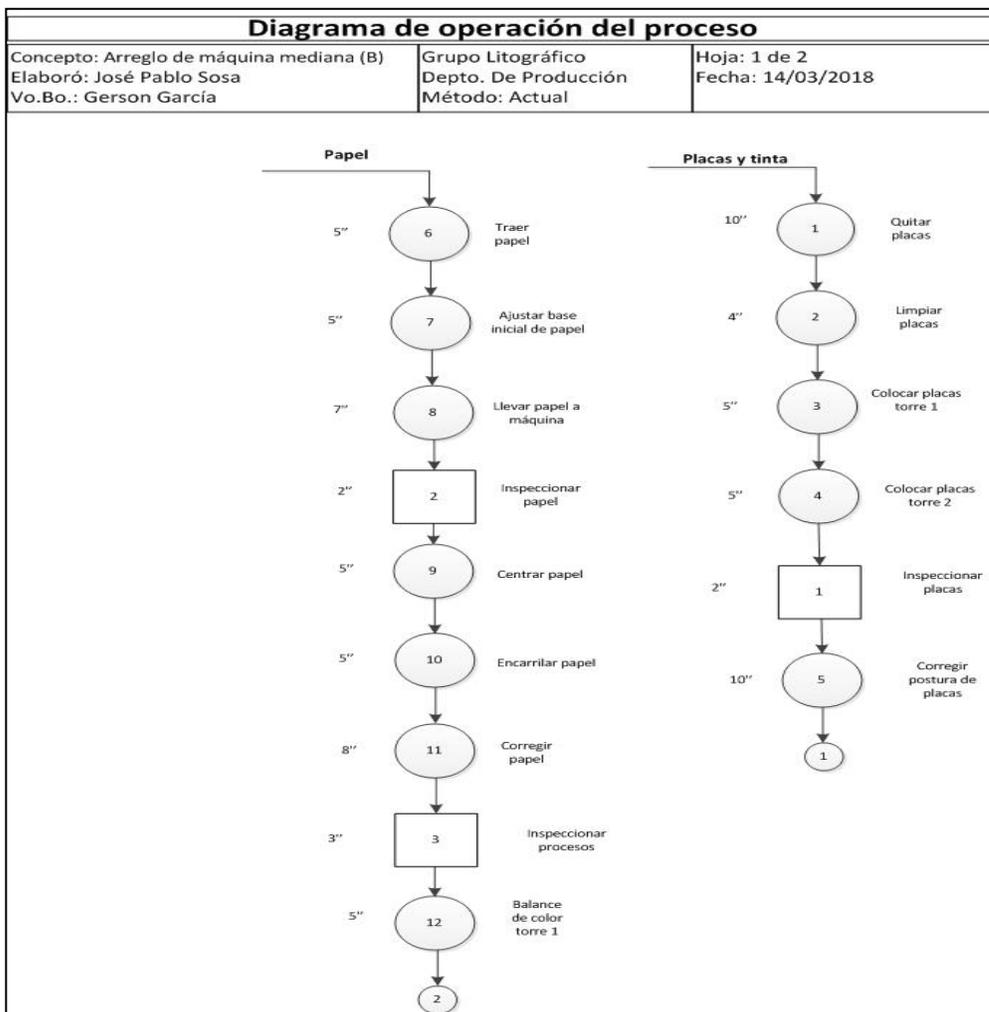
- Placas: es una lámina metálica que lleva toda la información imprimible y que al recibir la tinta distribuye esta de forma significativa para que después se traslade al papel donde se va imprimir, para el caso de máquinas grandes se necesitan 2 placas.
- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y esta se elige según características que se desean del producto final. Normalmente se utilizan 300 pliegos.
- Lavador: el lavador es un líquido especial que se utiliza para remover basura y restos de tinta de las placas, este líquido se utiliza para mantener las placas en buen estado para su uso. En la etapa de investigación se

observó que variaba demasiado la cantidad utilizada, por lo que la cantidad del lavador no se pudo definir.

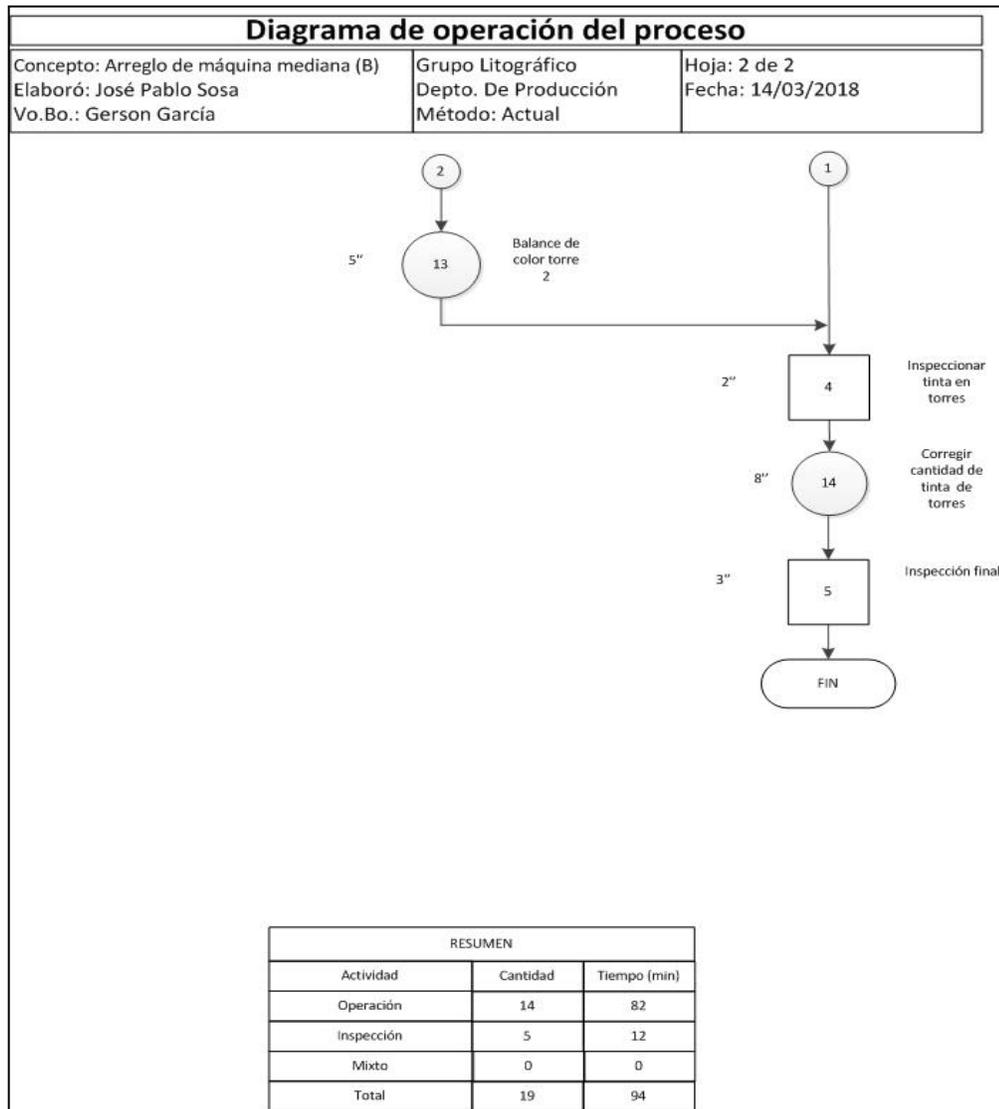
- Goma: líquido que se le coloca a las placas después de su uso para que estas se conserven en buen estado, es un protector. Se utiliza 1 litro por arreglo.

2.2.5.2.3. Diagrama de operaciones

Figura 32. Arreglo B de máquina mediana



Continuación de la figura 32.



Fuente: elaboración propia

2.2.5.2.4. Responsables

Prensista: un encargado principal de la máquina de 2 colores, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones. Encargado de

verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.2.5.3. Arreglo C

El arreglo C obedece a las operaciones que se realizan para reanudar operaciones luego de una pausa, a continuación se define el arreglo C.

2.2.5.3.1. Definición

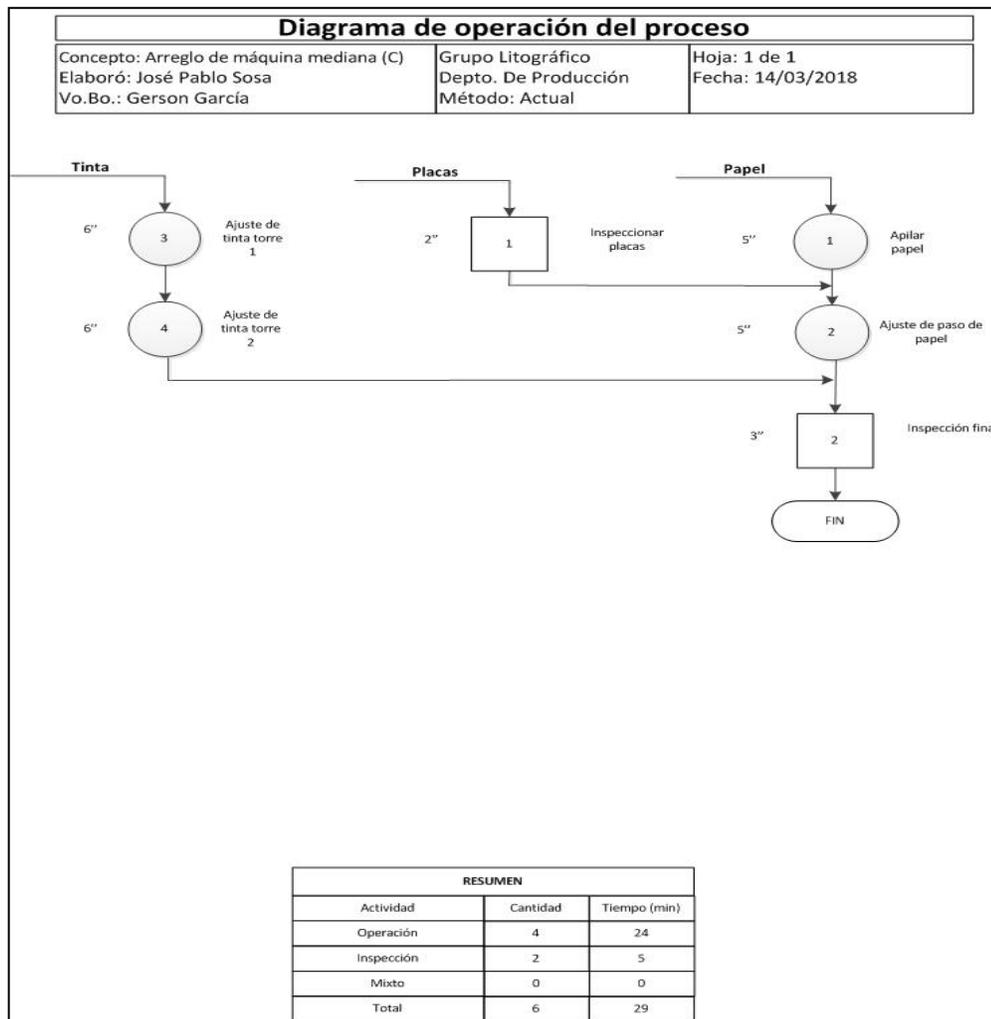
Es cuando se deja de imprimir un producto por cierto período de tiempo, pero se continuará con el mismo trabajo después de la pausa. Para este solo ocurre una limpieza de maquinaria, equipo menor y encarrilar colores de las 2 unidades.

2.2.5.3.2. Recursos

- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y esta se elige según características que se desean del producto final.
- Lavador: el lavador es un líquido especial que se utiliza para remover basura y restos de tinta de las placas, este líquido se utiliza para mantener las placas en buen estado para su uso. En la etapa de investigación se observó que variaba demasiado la cantidad utilizada, por lo que la cantidad del lavador no se pudo definir.

2.2.5.3.3. Diagrama de operaciones

Figura 33. Arreglo C de máquina mediana



Fuente: elaboración propia

2.2.5.3.4. Responsables

Prensista: un encargado principal de la máquina de 2 colores, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones. Encargado de

verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.2.6. Análisis de preparación de maquinaria pequeña (A,B y C)

El análisis de preparación de producción de maquinaria pequeña consiste en todos los preparativos preproducción que se deben realizar para que las máquinas puedan entrar a la etapa de producción. Para ello se definieron tres grandes categorías: arreglos tipo A, B y C, el análisis consiste en la realización de los diagramas de flujo para determinar tiempos, operaciones y recursos utilizados en la preparación de las máquinas.

El análisis realizado para maquinaria pequeña coincide para las máquinas medianas y grandes, pues el concepto de arreglos sí existía, pero los tiempos no se cuidaban ni consideraban, existía un aproximado pero realmente no se buscaba que se cumpliera el tiempo aproximado, por otra parte, la cantidad de algunos recursos era excesiva, por lo tanto se identificaron desperdicios. Esto para los tres tipos de arreglos. A continuación se define el arreglo tipo A.

2.2.6.1. Arreglo A

Los arreglos se dividen en tres categorías: A, B y C, es decir que hay cierta variedad de operaciones de preproducción. El arreglo A es una serie de pasos definidos que sirven para preparar a cierto tipo de máquinas que a continuación se define.

2.2.6.1.1. Definición

Arreglo A se define como un procedimiento estudiado y establecido con el cual se pretende que la maquinaria quede lista para la etapa de producción, el arreglo A se enfoca en las operaciones a realizar para iniciar con un trabajo en máquina.

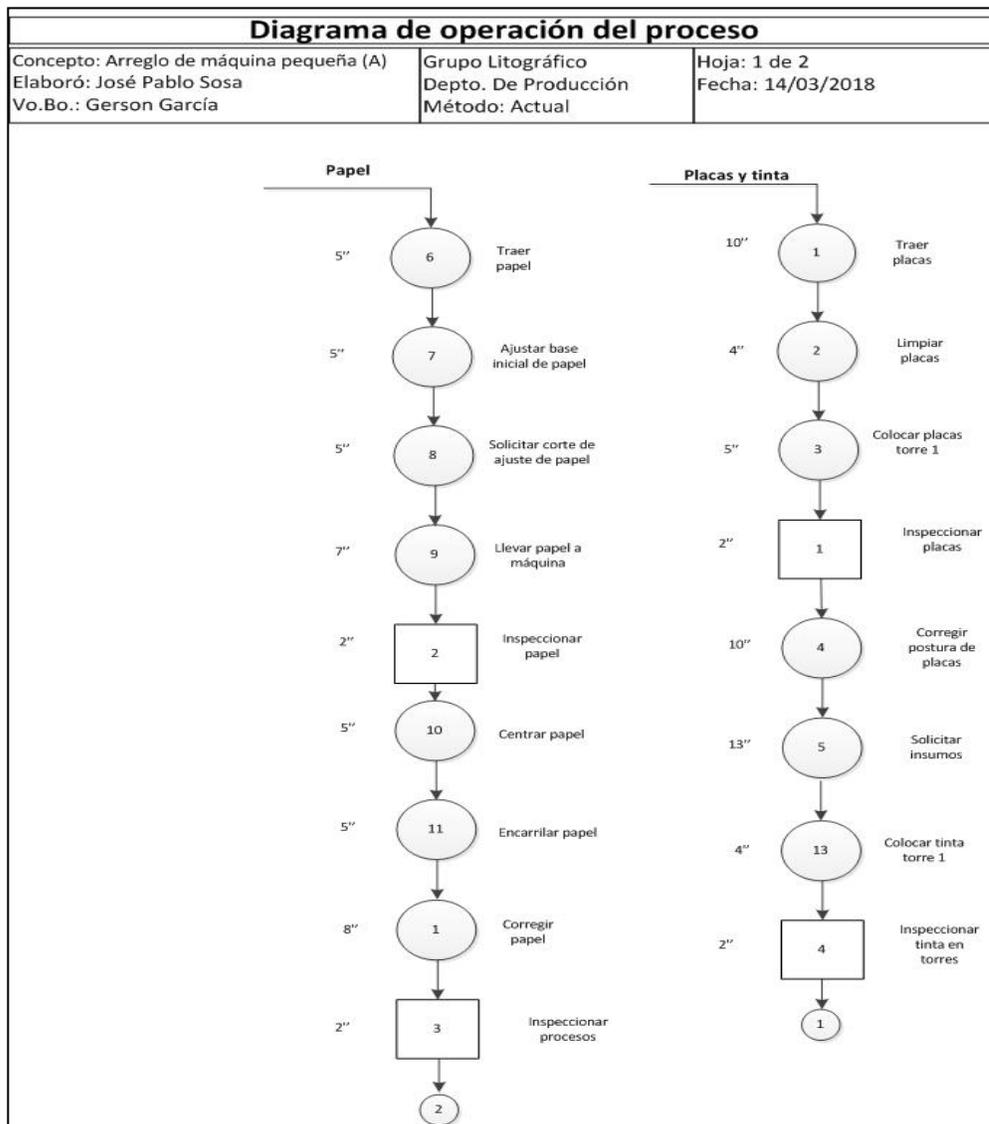
2.2.6.1.2. Recursos

- Placas: es una lámina metálica que lleva toda la información imprimible y que, al recibir la tinta, distribuye esta de forma significativa para que después se traslade al papel a donde se va imprimir, para el caso de máquinas pequeñas se necesita 1 placa.
- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y esta se elige según características que se desean del producto final. Normalmente se utilizan 150 pliegos.
- Tinta: es el medio de impresión, es decir lo que se adhiere al papel para darle color al trabajo, los cuatro colores básicos son: amarillo, cyan, magenta y negro, cada color representa una, aunque las máquinas pequeñas pueden imprimir un color a la vez, es decir que se necesita un kilo de tinta para cada arreglo.
- Lavador: el lavador es un líquido especial que se utiliza para remover basura y restos de tinta de las placas, este líquido se utiliza para mantener las placas en buen estado para su uso. En la etapa de investigación se observó que variaba demasiado la cantidad utilizada, por lo que la cantidad del lavador no se pudo definir.

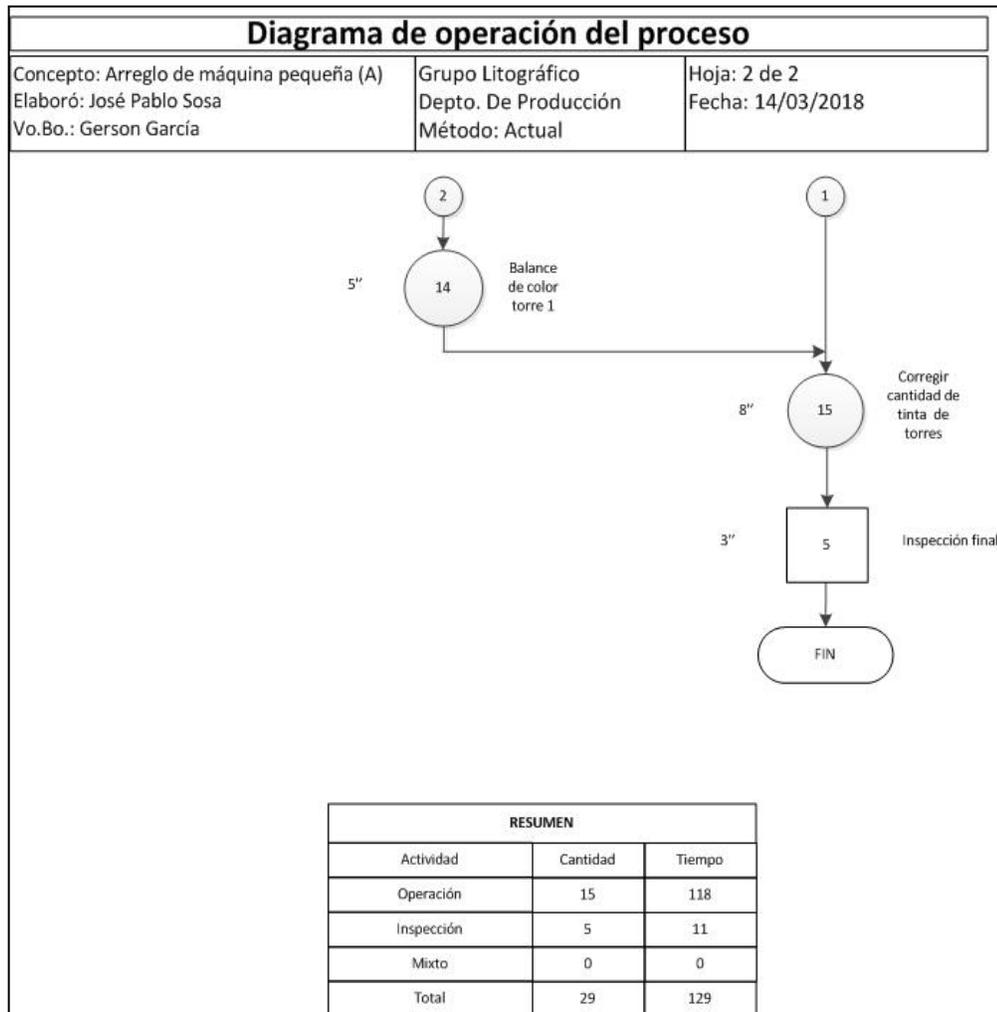
- Goma: líquido que se le coloca a las placas después de su uso para que estas se conserven en buen estado, es un protector. En la etapa de investigación se observó que variaba demasiado la cantidad utilizada, por lo que la cantidad del lavador no se pudo definir.

2.2.6.1.3. Diagrama de operaciones

Figura 34. Arreglo A de máquina pequeña



Continuación de la figura 34.



Fuente: elaboración propia

2.2.6.1.4. Responsables

Prensista: un encargado principal de la máquina de 1 color, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones. Encargado de verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.2.6.2. Arreglo

Un arreglo tipo B se refiere a las operaciones que se realizan entre un cambio de trabajo y otro, pero de condiciones similares, es decir que el formato del papel puede ser similar o la secuencia de impresión de colores es igual.

2.2.6.2.1. Definición

Se refiere a cuando se cambia la impresión de un producto a otro, pero el siguiente producto es de características similares, en este arreglo se procede a realizar: lavado de máquina, cambio de placas, cambio de papel y encarrilar colores para la unidad.

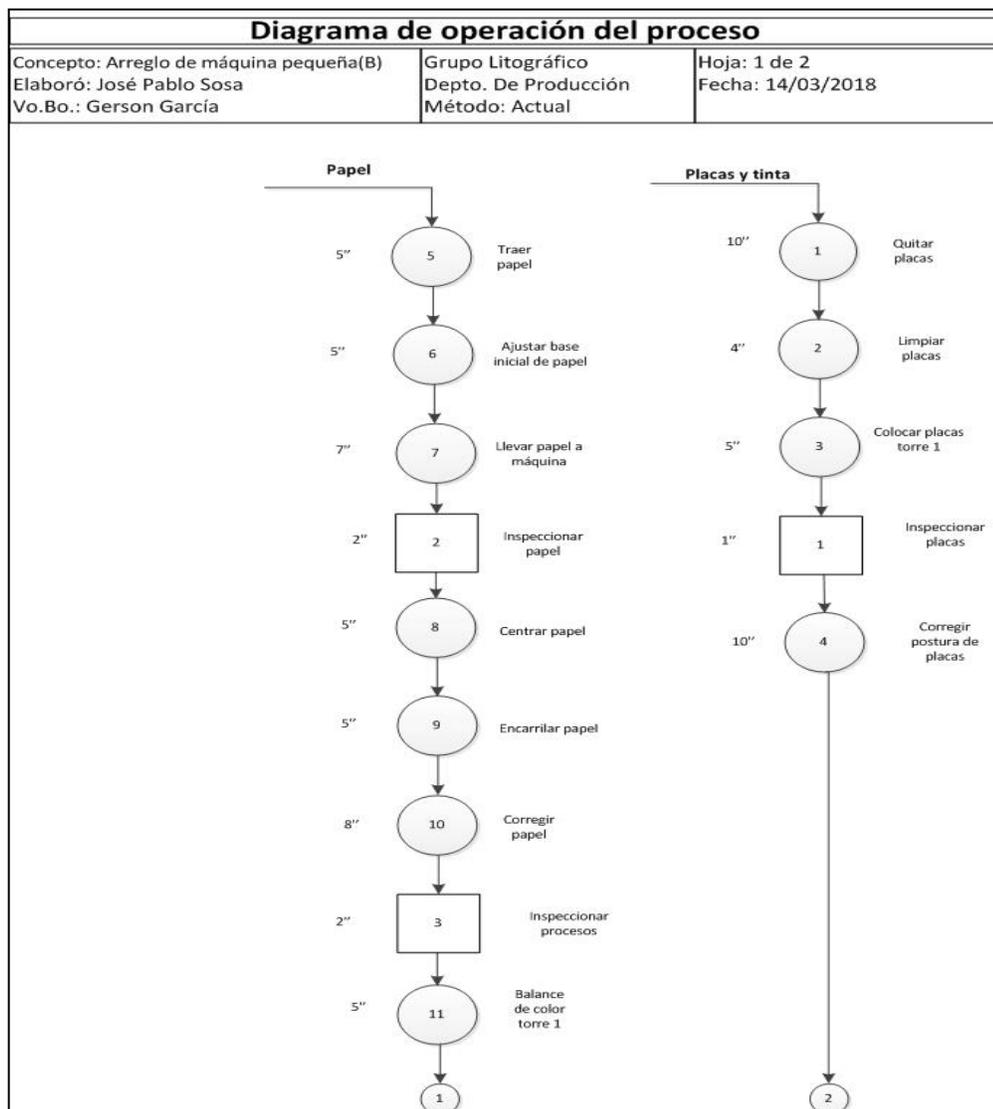
2.2.6.2.2. Recursos

- Placas: es una lámina metálica que lleva toda la información imprimible y que, al recibir la tinta, distribuye esta de forma significativa para que después se traslade al papel a donde se va imprimir, para el caso de máquinas grandes se necesita 1 placa.
- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y esta se elige según características que se desean del producto final. Normalmente se utilizan 50 pliegos.
- Lavador: el lavador es un líquido especial que se utiliza para remover basura y restos de tinta de las placas, este líquido se utiliza para mantener las placas en buen estado para su uso. En la etapa de investigación se observó que variaba demasiado la cantidad utilizada, por lo que la cantidad del lavador no se pudo definir.

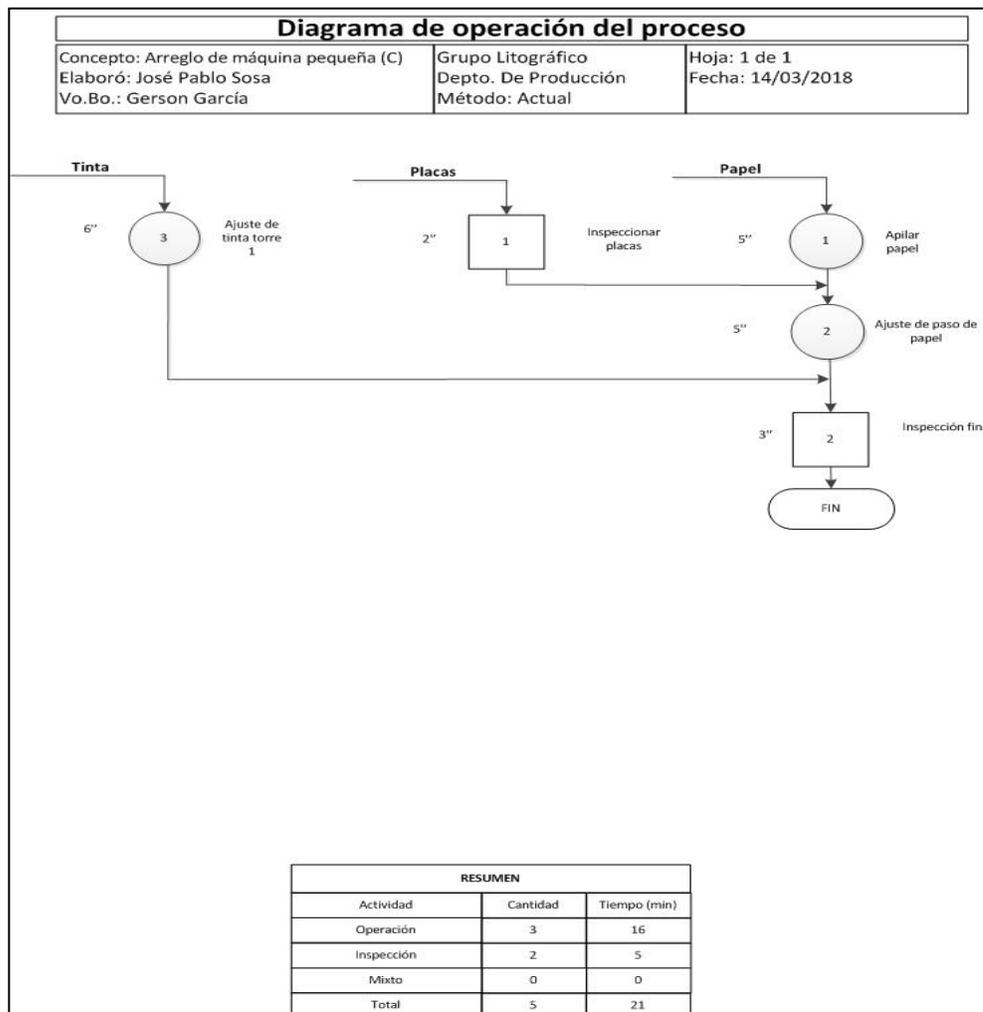
- Goma: líquido que se le coloca a las placas después de su uso para que estas se conserven en buen estado, es un protector. En la etapa de investigación se observó que variaba demasiado la cantidad utilizada, por lo que la cantidad del lavador no se pudo definir.

2.2.6.2.3. Diagrama de operaciones

Figura 35. Arreglo B de máquina pequeña



Continuación de la figura 35.



Fuente: elaboración propia

2.2.6.2.4. Responsables

Prensista: un encargado principal de la máquina de 2 colores, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones. Encargado de verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.2.6.3. Arreglo C

El arreglo C obedece a las operaciones que se realizan para reanudar operaciones luego de una pausa. A continuación se define el arreglo C.

2.2.6.3.1. Definición

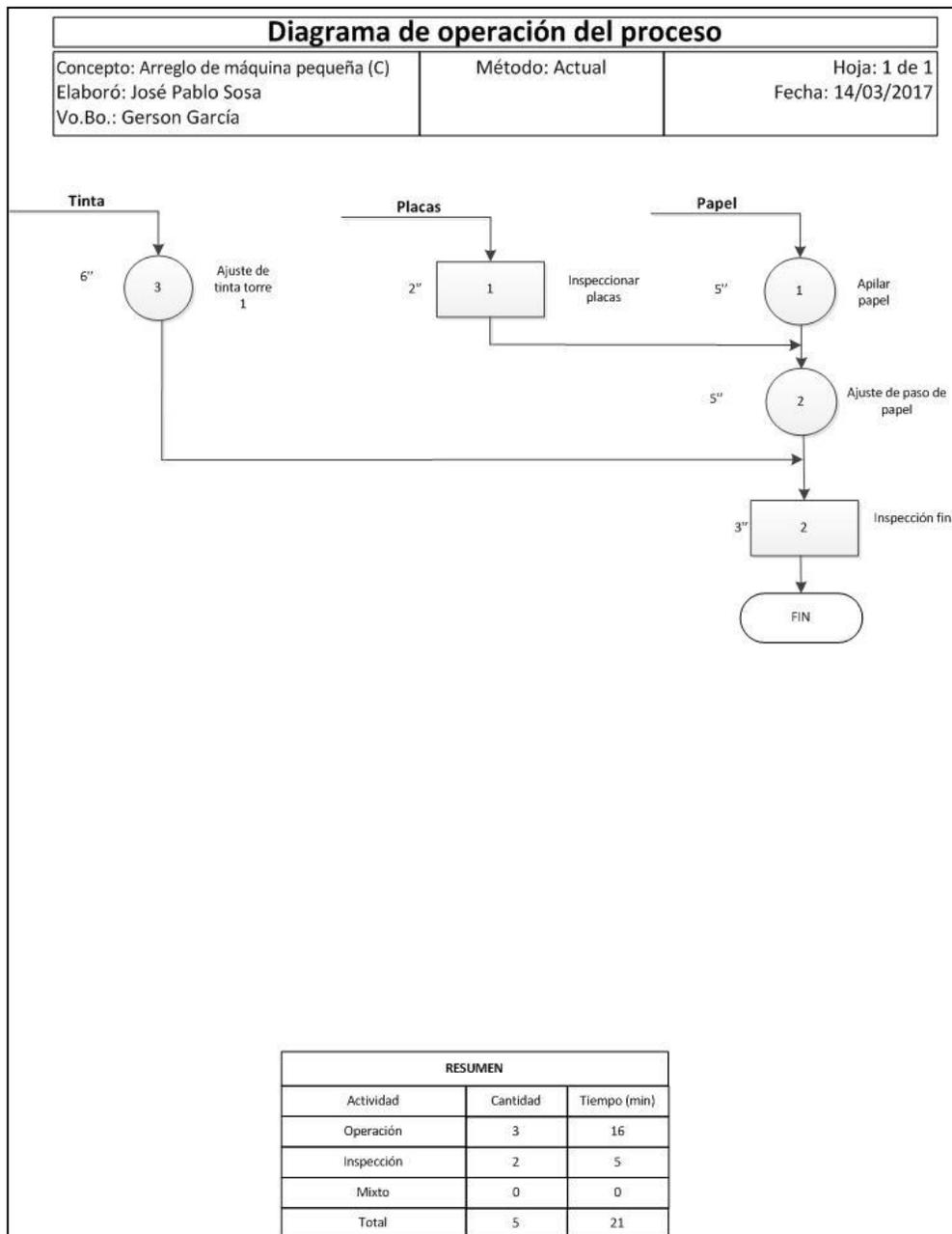
Son una serie de operaciones que se realizan cuando se hace una pausa en la impresión de un producto, pero se continuará con el mismo trabajo después de la pausa. Para este solo ocurre una limpieza superficial y encarrilar color de la unidad.

2.2.6.3.2. Recursos

- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y este se elige según características que se desean del producto final.
- Lavador: el lavador es un líquido especial que se utiliza para remover basura y restos de tinta de las placas, este líquido se utiliza para mantener las placas en buen estado para su uso. En la etapa de investigación se observó que variaba demasiado la cantidad utilizada, por lo que la cantidad del lavador no se pudo definir.

2.2.6.3.3. Diagrama de operaciones

Figura 36. Arreglo C de máquina pequeña



Fuente: elaboración propia

2.2.6.3.4. Responsables

Prensista: un encargado principal de la máquina de 2 colores, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones. Encargado de verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.2.7. Mantenimiento de producción

Grupo Litográfico cuenta con un departamento de mantenimiento, el cual está integrado por dos personas: un jefe de mecánicos y un mecánico, cuyo trabajo consiste en reparar las máquinas en el departamento de producción, es decir que el enfoque es netamente correctivo. Un segmento de las reparaciones también es realizado por empresas externas o mecánicos independientes que tienen conocimiento en el tema, es importante mencionar que la contratación de estos mecánicos es temporal y también se enfocan en el mantenimiento correctivo. A continuación se definen los materiales y equipos con los que cuentan.

2.2.7.1. Materiales y equipo de mantenimiento

Los materiales y equipos utilizados por el departamento de mantenimiento son equipamiento básico de mecánica que a continuación se definen. Esta situación explica que el impacto del departamento no sea tan significativo en la disponibilidad de las máquinas y por lo tanto en la productividad.

2.2.7.1.1. Insumos

El departamento de mantenimiento trabaja con insumos específicos que sirven de apoyo para el mantenimiento de máquinas, dentro de ellos se mencionan los siguientes:

- Guaípe: tiras de hilos que se utilizan para limpiar áreas específicas de máquinas, se usa con la finalidad de proveer una mejor visión del panorama en donde es necesario observar con mucho detalle.
- Gomas: pegamentos de varios tipos y marcas para las diversas necesidades técnicas, ya sean mecánicas, eléctricas o hidráulicas.
- Marcadores: se utilizan con la finalidad de marcar piezas o zonas específicas en la maquinaria, de esta forma es más sencillo identificar zonas de trabajo.
- Algodón: utilizado para limpiar zonas delicadas del equipo.
- Silicona: se utiliza para limpiar zonas de materiales cerámicos.
- *Thiner*: se utiliza para limpiar ciertas partes de los rodillos y baterías de las prensas que tienen mucha suciedad generada por tinta seca que se queda en dichas zonas.
- Alcohol: se utiliza para limpiar engranajes, rodela y piezas que están en constante movimiento, permitiendo mejorar la movilidad de dichas piezas.

2.2.7.1.2. Grasas

El uso de diversas grasas tiene como objetivo el aumentar la vida útil de las piezas mecánicas. En Grupo Litográfico se utilizan los siguientes tipos de grasa:

- EP2: tipo de grasa diseñada especialmente para la lubricación de rodamientos de rodillos, ayuda a la estabilidad mecánica y el funcionamiento de las prensas.
- TM2: grasa utilizada en el sistema de entrada y salida de la prensa, es utilizada ya que resiste el agua y funciona como un protector contra la corrosión.

2.2.7.1.3. Aceites

- WD-40:este es un aceite que tiene varias funciones, su multifuncionalidad le permite ser muy eficiente cuando se trata de brindarle a las piezas de las prensas un mayor período de vida.
- Metatron 691: es un aceite de presión, sirve para todo tipo de engranes, su finalidad es que estos se muevan con libertad sin dañar su integridad.

Los aceites no vienen de un solo proveedor, por lo tanto la variedad de los mismos afecta en el funcionamiento de algunas máquinas.

2.2.7.1.4. Herramientas

La herramienta con que cuenta el departamento de mantenimiento y los operarios de las prensas no es la ideal, ya que muchos trabajadores carecen de la herramienta mínima y deben solicitar dicha herramienta al departamento de mantenimiento, esto provoca retrasos en producción ya que la herramienta no se encuentra en proporciones adecuadas.

Tabla XXII. **Herramientas del departamento de producción**

Juego de desarmadores		
Cant.	Nombre	Descripción
2	Juego de desarmadores estándar	2 desarmador de cruz 2 desarmador plano de 3/16 " de 5mm 2 desarmadores planos de ¼ " de 6mm
Juego de llaves allen		
Cant.	Nombre	Descripción
2	Juego de llaves allen	Destornilladores fabricados en acero galvanizado, utilizados para quitar tornillos hexagonales
Cintas métricas		
Cant.	Nombre	Descripción
3	Cinta métrica	Cinta flexible utilizada para medir longitudes de 8 metros.
Taladro mediano		
Cant.	Nombre	Descripción
1	Taladro industrial eléctrico de piso	Taladro de 1,5 metros utilizado para perforar piezas y realizar reparaciones mecánicas.
Esmeril		
Cant.	Nombre	Descripción
1	Esmeril	Es una herramienta eléctrica, se puede utilizar para cortar, desgastar y dar forma a piezas para reparaciones.
Nivelador		
Cant.	Nombre	Descripción
4	Nivelador	Barra utilizada para verificar que las piezas mecánicas evaluadas o en reparación se encuentren equilibradas.
Tuercas		
Cant.	Nombre	Descripción
N/D	Tuercas	Tuercas recopiladas a través de reparaciones y desmantelar otras máquinas, utilizadas para reparaciones.

Fuente: Grupo Litográfico

2.2.7.2. Personal de mantenimiento

Tabla XXIII. Personal de mantenimiento

Cant.	Nombre	Descripción
1	Jefe de mecánicos	Encargado de la logística, programación y administración de todos los procesos de mantenimiento que se le realizan a las máquinas que están a disposición de la empresa.
1	Mecánico	Encargado de ejecutar todas las órdenes del jefe de mecánicos, también es el encargado de verificar que todo en la planta marche de acuerdo a lo requerido por las autoridades del departamento de producción.

Fuente: Grupo Litográfico

2.2.7.3. Mantenimiento preventivo

El sistema de mantenimiento preventivo con el que actualmente cuenta el departamento de Grupo Litográfico es casi nulo, pues este se limita a realizar una limpieza muy general a cada prensa, esta limpieza es realizada por el personal operativo de cada máquina, eventualmente los mecánicos designados llevan a cabo labores preventivas pero estas son mínimas, provocando que las acciones tomadas no sean suficientes para mitigar y disminuir las pérdidas mayores de tiempo por desperfectos que no se ven venir.

El departamento de producción tiene establecido que una vez por semana, al iniciar labores, todos los prensistas laven su máquina y que en el proceso de limpieza identifiquen problemas a corto plazo, por ejemplo, por medio de la observación pueden detectar tuercas dañadas, tornillos sobados, piezas con deterioro o piezas mal colocadas. Esta limpieza raramente se da debido a que por la cantidad de trabajo se le da prioridad a producir, esto provoca que las

inspecciones sean mínimas. Se observó este comportamiento en el período de investigación dentro de la planta de producción en los primeros meses de la práctica.

2.2.7.4. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es el sistema por excelencia de Grupo Litográfico, pues solamente cuando existe alguna emergencia por desperfecto los mecánicos se dan a la tarea de solucionar fallas que con el tiempo se han vuelto mayores, provocando retrasos considerables en tiempos de entrega, la máquina trabajando en condiciones malas y menguando la calidad del producto final.

El mantenimiento correctivo no lleva ningún registro, al igual que el mantenimiento preventivo. El funcionamiento es el siguiente: la máquina opera normalmente hasta que algún operario se da cuenta de alguna falla que por lo general termina en una pausa total de operaciones, después de ello se le reporta al departamento de mantenimiento, luego de evaluar la máquina se da el diagnóstico, que usualmente se traduce en que la máquina debe permanecer fuera de operaciones por cierta cantidad de días hasta que se compre la nueva pieza o en todo caso sea reparada, esto provoca paros no planificados, por lo tanto también se generan demoras en los tiempos de entrega de producto.

2.3. Sistema de indicadores TTR del equipo de impresión *offset*

Los indicadores TTR sirven para mantener el control sobre la eficiencia, disponibilidad, calidad y productividad de las máquinas. Para Grupo Litográfico se siguieron calculando los índices luego del período de prueba, esto con la finalidad de observar los cambios en cuanto a los factores evaluados.

El sistema de índices tiene el objetivo de mostrar numéricamente los cambios provocados por las medidas que se han tomado para mejorar la eficiencia, disponibilidad y productividad. Es fundamental que se mantenga el cálculo periódico de los indicadores para mostrarse y seguir realizando mejoras específicas según sean requeridas.

A continuación se muestra prensa por prensa el efecto de las soluciones brindadas que se mencionarán en el listado. Si bien el sistema es una herramienta de análisis también es una de las propuestas de mejora, ya que por medio de este sistema se puede identificar como se ha mejorado, cuánto se ha mejorado y cuáles son los puntos de mejora.

Tabla XXIV. Propuesta de mejorar para la eficiencia

No.	Nombre
1	Mantenimiento preventivo
2	Bitácora de reportes de producción

Fuente: elaboración propia

Tabla XXV. Propuesta de mejorar para la disponibilidad

No.	Nombre
1	Bitácora de reportes de producción
2	Procedimiento de reducción de horas extra

Fuente: elaboración propia

Tabla XXVI. **Propuesta de mejorar para la calidad**

No.	Nombre
1	Procedimiento de autorización de impresión
2	Contratación de supervisor

Fuente: elaboración propia

2.3.1. Speed Master 72

Para realizar el análisis de mejora se estipuló un tiempo de dos semanas para realizar la evaluación de datos. A continuación se detalla el tiempo consumido en demoras, este tiempo se determinó por medio de la observación y rutinas diarias en donde se documentaron todos los paros en la etapa de producción.

Tabla XXVII. **Pérdidas y demoras en proceso de producción SM 72.**

Demora	Tiempo (minutos)
Arreglos de trabajos (min)	532
Arreglos durante trabajo (min)	153
Arreglos mecánicos (min)	321
Espera o defectos de placa (min)	60
Espera de papel (min)	55
No hay trabajo (min)	65
Tiempo total evaluado (min)	2400
Tiempo demoras (min)	1186

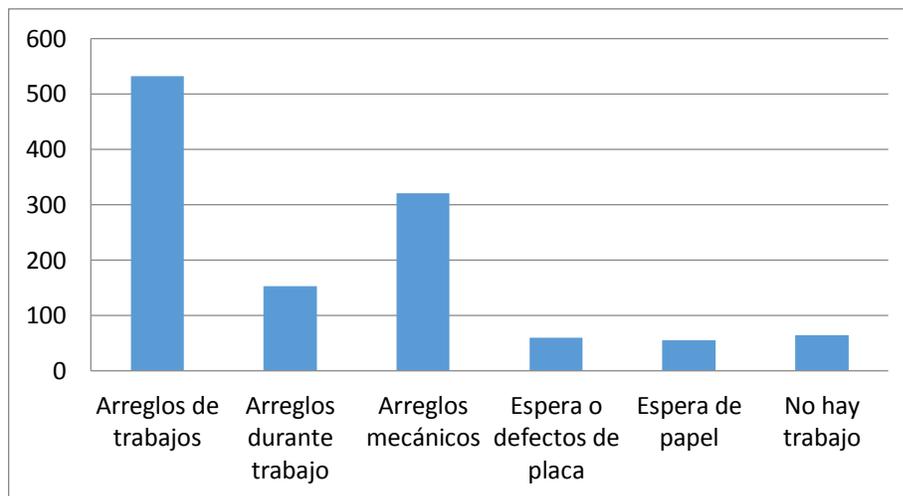
Fuente: elaboración propia

Tabla XXVIII. **Estadística de producción SM72**

Datos generales	Especificaciones
Total unidades trabajadas (pliegos)	153969
Total unidades defectuosas (pliegos)	3191
Velocidad promedio	9980 pliegos/hora
Velocidad estándar	12000 pliegos/hora

Fuente: elaboración propia

Figura 37. **Demoras en proceso de producción SM72**



Fuente: elaboración propia

Todos los datos se obtuvieron por medio de inspecciones diarias para obtener información que pudiera certificar la mejora en los índices previamente analizados. A continuación se muestra el cálculo de los nuevos índices y después cómo ha impactado la propuesta en el departamento de producción de Grupo Litográfico.

2.3.1.1. Eficiencia

$$\text{Eficiencia propuesta} = \frac{\text{Velocidad Promedio}}{\text{Velocidad estándar}} * 100$$

$$\text{Eficiencia propuesta} = \frac{9980 \text{ Pliegos/hora}}{12000 \text{ Pliegos/hora}} * 100 = 83,16 \%$$

$$\text{Mejora de eficiencia} = \text{Eficiencia nueva} - \text{Eficiencia investigación}$$

$$12,33 \% = 83,16 \% - 70,83 \%$$

El índice de eficiencia muestra un aumento del 12,33 %, en referencia a la eficiencia calculada en el período de análisis existe un incremento en la velocidad de 1480 pliegos/hora. A continuación se describe cuál fue el procedimiento de mantenimiento preventivo utilizado que ha sido la causa de la mejora en la velocidad promedio, por lo tanto, en la eficiencia.

2.3.1.1.1. Procedimientos de mantenimiento preventivo

A continuación se especifican los procedimientos de mantenimiento preventivo que se utilizaron para la máquina SM 72:

Tabla XXIX. Procedimiento de mantenimiento preventivo

Grupo Litográfico, Depto. De Producción		
Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividades	Paso
Mecánico	Revisar el sistema mecánico de la prensa	1.1
	Revisar el sistema eléctrico de la prensa	1.2
	Revisar las baterías de la prensa	1.3
	Lubricar las unidades de la prensa	1.4
	Lubricar y engrasar máquina	1.5
Prensista y auxiliar	Verificar estado de la máquina	2.1
	Encender la máquina	2.2
	Utilizar el soplador de polvo para evitar que alguna partícula entre a los sistemas	2.3
	Retirar tinta sobrante de otros trabajos	2.4
	Colocar lavador de las unidades de la prensa	2.5
	Retirar materia prima de otros trabajos	2.6
Supervisor de planta	Verificar que se cumpla con las actividades de mantenimiento preventivo y limpieza	3.1

Fuente: elaboración propia

Nota: una unidad se refiere a cada base en donde se coloca de forma individual cada uno de los cuatro colores básicos de impresión.

2.3.1.2. Disponibilidad

La disponibilidad de la máquina SM-72 se vio mejorada debido a dos aspectos de la propuesta:

- Bitácora de reportes de producción: la bitácora de reportes de producción identifica las principales causas por las que las máquinas son detenidas: factor humano y factor mecánico.
- Procedimientos de reducción de horas extra: este procedimiento tiene como fin primordial reducir las horas extra innecesarias, por medio de una serie de actividades se define un proceso que reduce las horas extra que solamente generan costos extra por mano de obra.

Tiempo real laborado = Tiempo total evaluado – demoras

$$\text{Disponibilidad nueva} = \frac{\text{Tiempo real laborado}}{\text{Tiempo total evaluado}} * 100$$

Tiempo real laborado = 2400 minutos – 1186 minutos = 1214 minutos

$$\text{Disponibilidad nueva} = \frac{1214 \text{ minutos}}{2400 \text{ minutos}} * 100 = 50,58 \%$$

Mejora de disponibilidad = disponibilidad nueva – disponibilidad

$$19,71 \% = 50,58 \% - 30,87 \%$$

La disponibilidad en la máquina aumentó un 19,71 %, reflejando un impacto considerable en el indicador mencionado, es importante mencionar que este porcentaje se dio en las 2 semanas posteriores a la propuesta presentada, el impacto, como se ve, es inmediato debido a que la problemática era sobre un tema cotidiano, los factores que mejoraron la disponibilidad son:

- La bitácora de reportes de producción: esta bitácora se refiere al seguimiento de los temas que más afectan en el tiempo de producción de

la prensa, dentro de estos destacan los arreglos preproducción, así como la influencia del factor humano en labores operativas. Esta bitácora quedaba documentada en gerencia para darle seguimiento a la resolución de los problemas más significativos.

- Procedimientos de reducción de horas extra: los procedimientos de horas extra permitieron reducir las mismas, a continuación se definen de forma más detallada dichos factores de mejora en la disponibilidad.

2.3.1.2.1. Bitácora de reportes de producción

La bitácora de reportes de producción consiste en un documento que los operarios entregan diariamente para documentar los productos impresos, descripción y número de orden, estas bitácoras se revisan de forma diaria para verificar anomalías o para ver el comportamiento de la máquina y el prensista, revisar estas bitácoras de forma diaria funcionó para verificar cuántos trabajos se realizaban al día, por lo tanto el personal de producción mejoró su forma de trabajar al percatarse de que se estaba tomando en cuenta este factor.

Figura 38. Bitácora de reportes de producción

BITÁCORA DE REPORTES DE PRODUCCIÓN

Area _____ Fecha _____ Inicio turno _____
 Máquina _____ Turno _____ Día Noche Final Turno _____

No.	Nombre del trabajo	Orden de trabajo	Descripción del producto	Pliegos Impresos
1				
2				
3				
4				
5				

Fuente: elaboración propia

2.3.1.2.2. Procedimientos de reducción de horas extra

Los procedimientos de reducción de horas extra han favorecido a la disponibilidad de la máquina, pues los operarios tardaban de más en la producción de los productos para hacer horas extra y tener un ingreso extra. El jefe de producción se encarga de ver por el cumplimiento de estos procedimientos y mantener la mejora en la disponibilidad de tiempo.

Tabla XXX. Procedimiento de reducción de horas extra

Grupo Litográfico Depto. De Producción		
Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividades	Pasos
Supervisor de planta	Recoger diariamente los reportes de producción.	1.1
	Comprobar si las causas de demoras son reales.	1.2
	Mediar con el personal a cargo por inconsistencias en reportes.	1.3
Jefe de producción	Verificar la planificación de producción.	2.1
	Hablar con Gerencia para determinar si es prioritario utilizar horas extra para terminar el trabajo.	2.2
	Notificar al personal que si es necesario trabajar horas extra para terminar un pedido.	2.3
Supervisor de planta	Realizar rutinas de evaluación.	3.1
	Verificar causas por las que está parada la máquina.	3.2
	Reportar anomalías en la disponibilidad de la máquina.	3.3
	Informar al personal sobre el fin de la jornada.	3.4
	En caso de ser necesario solicitar su apoyo para horas extra.	3.5

Fuente: elaboración propia

2.3.1.3. Calidad

Unidades en buen estado = Total unidades impresas – unidades defectuosas

$$\text{Calidad nueva} = \frac{\text{Unidades en buen estado}}{\text{Unidades impresas}} * 100$$

$$\text{Unidades en buen estado} = 153969 - 3915 = 150054$$

$$\text{Calidad nueva} = \frac{150054}{153969} * 100 = 97,45 \%$$

$$\text{Mejora de calidad} = \text{calidad nueva} - \text{calidad}$$

$$7,16 \% = 97,45 \% - 90,29 \%$$

La mejora de calidad es de 7,16 %, dicho indicador se mejora por medio de procedimientos de autorización de impresión y el puesto de supervisor creado para que se mantenga un mejor control en el departamento de producción.

2.3.1.3.1. Procedimientos de autorización de impresión

El procedimiento de autorización de impresión ayudó a que se detectaran problemas en la impresión, ya que al tener todo listo para iniciar un trabajo se procede a ejecutar el procedimiento, sin una autorización de alguna de las autoridades mencionadas no se imprimía, esto como resultado tuvo la detección de fallos en la impresión y el aumento de la calidad en la etapa de impresión.

Tabla XXXI. **Procedimiento de autorización de impresión**

Grupo Litográfico Depto. De Producción		
Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividades	Pasos
Supervisor de planta	Determinar cuál es el pedido que se va a producir.	1.1
	Solicitar información sobre el pedido.	1.2
	Definir importancia del trabajo a realizar.	1.3
	Solicitar aprobación de la autoridad correspondiente.	1.4
Jefe de producción	Observar pruebas de color.	2.1
	Comprobar el resultado de la prueba con la muestra adjunta al pedido.	2.2
	Indicar que se realicen los ajustes.	2.3
Jefe de producción / jefe de diseño / Gerencia.	Comprobar el resultado de la prueba de color con muestra del pedido.	3.1
	Firmar el pliego impreso que coincide con la muestra.	3.2
	Autorizar impresión.	3.3

Fuente: Elaboración propia

2.3.1.3.2. Descripción de puesto de supervisión

El supervisor de planta es el encargado de verificar que las máquinas se encuentren funcionando, también se ha encargado de solucionar aquellos problemas que están al alcance de sus posibilidades, esto impacta en la eficiencia, disponibilidad y calidad, por lo tanto en la productividad como tal.

Figura 39. **Descriptor de puestos de supervisión de producción**

DESCRIPTOR DE PUESTOS	
I. INFORMACIÓN GENERAL DEL PUESTO	
Nombre del puesto Supervisor de Producción	Departamento Producción
Puesto del jefe inmediato Jefe de producción	Elaborado por Recursos Humanos
Revisado por Recursos Humanos	Fecha de revisión Febrero 2018
II. OBJETIVO GENERAL DEL PUESTO	
Generar orden en el departamento de producción, especialmente con el personal que opera las prensas, supervisar las operaciones y actividades para promover el trabajo con rapidez, compromiso y calidad.	
III. FUNCIONES ESPECÍFICAS DEL PUESTO	
Supervisa las máquinas de la planta de producción Realiza anotaciones sobre anomalías en el proceso de producción Realiza revisiones diarias de las bitácoras de producción Realizada una recopilación de los datos revisados en las bitácoras Participa en las reuniones gerenciales sobre producción Realiza informes quincenales de los trabajos repetidos Promueve valores de trabajo en equipo	
IV. REQUISITOS	
Escolares: Estudiante de último año de ingeniería industrial	
Experiencia: 1 año en puestos similares (deseable)	
Otros conocimientos: Conocimientos básicos de office, conocimientos básicos de estadística	
V. DIFICULTAD DE LAS TAREAS	
Trabajo físico, manejo de tarimas con materia prima y producto terminado. Gestión de personal, trabajo con el personal operativo de Grupo Litográfico. Cálculos numéricos para la realización de índices y estadísticas de la producción de las máquinas.	
VI. TOMA DE DECISIONES	
Decisiones que promuevan el trabajo bien realizado y que se orienten a los objetivos propuestos por la Gerencia.	
VII. RESPONSABILIDAD ECONÓMICA	
Manejo de valores: Responsable de que los operarios usen con el debido cuidado la maquinaria.	
Detalle de equipo, instrumental, maquinaria, o herramientas que utiliza en su trabajo: Equipo de oficina.	

Fuente: elaboración propia

2.3.1.3.3. Bitácora de reportes de producción

Los operarios llevan una bitácora de los trabajos realizados a lo largo de la jornada, en dicho documento anotan las características del trabajo realizado, por medio de este documento se verificó que los apuntes fueran reales y los trabajos fueran terminados.

Figura 40. Bitácora de reportes de producción

BITÁCORA DE REPORTES DE PRODUCCIÓN

Area _____ Fecha _____ Inicio turno _____
Máquina _____ Turno _____ Día Noche Final Turno _____

No.	Nombre del trabajo	Orden de trabajo	Descripción del producto	Pliegos Impresos
1				
2				
3				
4				
5				

Fuente: Grupo Litográfico

2.3.1.3.4. Amonestaciones y descuentos

Las amonestaciones y descuentos consisten en 3 llamadas de atención antes de tomar acciones en cuanto a re procesos: la primera llamada de atención es verbal en el área de trabajo, la segunda llamada de atención consiste en contacto verbal, así como un memo en donde se especifican las causas de la llamada de atención, y la tercera llamada de atención consiste en contacto verbal con el encargado del área, así como un acta que indica la reincidencia.

Los descuentos están basados en las horas extra que el operario debe trabajar para reponer los reprocesos, con el detalle de que las horas requeridas por el operario para corregir el error no son remuneradas.

2.3.1.4. Indicador TTR

$$\text{Indicador T. T. R.} = \text{Eficiencia} * \text{Disponibilidad} * \text{Calidad}$$

$$\text{Indicador T. T. R.} = 70,83 \% * 50,58 \% * 97,45 \% = 34,91 \%$$

$$\text{Mejora de T. T. R.} = \text{T. T. R. nuevo} - \text{T. T. R.}$$

$$15,14 \% = 34,91 \% - 19,77 \%$$

El aumento del indicador TTR o la productividad es de un 15,14 %, reflejando el impacto de la propuesta en el período en que fue montada. El cambio es significativo, con el tiempo se espera que la situación siga mejorando respecto a la productividad.

2.3.1.5. Desperdicio de materia prima

El desperdicio de materia prima en una litografía es evidente, por lo que si no se tiene control de este aspecto las pérdidas pueden ser grandes, por esta razón se busca una forma de reducir esta pérdida, a continuación se define una forma de reutilizar materia prima.

Comparado el índice de calidad de la máquina SM-72 en el período de prueba con el índice post-propuesta se observa una mejora porcentual del 0,9 %.

2.3.1.5.1. Reutilización de materia prima desperdiciada

La materia prima desperdiciada es todo pliego de papel que por alguna razón ya no se puede enviar como producto final, es decir que tiene manchas, errores de centrado o características que le impiden contabilizarse como producto. Debido a esta razón se propuso utilizar estos pliegos de papel para hacer las pruebas de color, calibrado y centrado. Con esta propuesta se ha logrado ahorrar materia prima en aquellos trabajos repetitivos en los que sí se cuenta con el papel que cumpla con las condiciones solicitadas. Esta mejora se ve reflejada en el indicador de calidad.

2.3.2. Shinohara

Para realizar el análisis de mejora se estipuló un tiempo de dos semanas para realizar la evaluación de datos. A continuación se detalla el tiempo consumido en demoras, este tiempo se determinó por medio de la observación y rutinas diarias en que se documentaron todos los paros en la etapa de producción.

Tabla XXXII. **Pérdidas y demoras en proceso de producción Shinohara**

Datos generales	Tiempo (minutos)
Arreglos de trabajos (minutos)	551
Arreglos durante trabajo (minutos)	153
Arreglos mecánicos (minutos)	310
Espera o defectos de placa (minutos)	60
Espera de papel (minutos)	67
No hay trabajo (minutos)	75
Total demoras (minutos)	1216

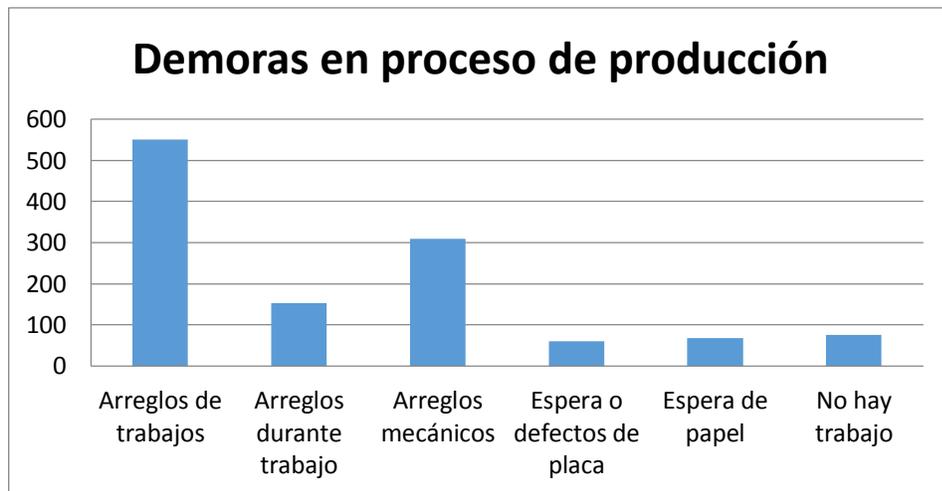
Fuente: elaboración propia

Tabla XXXIII. Estadísticas de producción Shinohara

Datos generales	Especificaciones
Total Tiempo evaluado (minutos)	2400
Total unidades trabajadas (pliegos)	145302
Total unidades defectuosas (pliegos)	4213
Velocidad promedio	7000 pliegos/hora
Velocidad estándar	8000 pliegos/hora

Fuente: elaboración propia

Figura 41. Demoras en proceso de producción Shinohara



Fuente: elaboración propia

El gráfico representa las causas por las que existieron demoras y los minutos que conllevó cada causa, la gráfica tiene como objetivo mostrar de forma clara el comportamiento de las causas que provocan las demoras luego de la toma de datos.

Los datos se obtuvieron por medio de realizar inspecciones diarias para obtener información que pudiera certificar la mejora en los índices previamente

analizados. A continuación se muestra el cálculo de los nuevos índices y después cómo ha impactado la propuesta en el departamento de producción de Grupo Litográfico.

2.3.2.1. Eficiencia

$$\text{Eficiencia nueva} = \frac{\text{Velocidad Promedio}}{\text{Velocidad estándar}} * 100$$

$$\text{Eficiencia nueva} = \frac{7000 \text{ Pliegos/hora}}{8000 \text{ Pliegos/hora}} * 100 = 87,5 \%$$

$$\text{Mejora de eficiencia} = \text{Eficiencia nueva} - \text{Eficiencia}$$

$$14,1 \% = 87,5 \% - 73,4 \%$$

El índice de eficiencia muestra un aumento del 14,1 %, la velocidad aumentó 1128 pliegos/hora, esto debido a las medidas que se han tomado, las cuales son parte de la propuesta. A continuación se explica cómo estas han impactado en la eficiencia de la prensa llamada Shinohara.

2.3.2.1.1. Procedimientos de mantenimiento preventivo

A continuación se especifican los procedimientos de mantenimiento preventivo que se utilizaron para la máquina Shinohara.

Figura 42. **Procedimiento de mantenimiento preventivo**

Grupo Litográfico Depto. De Producción Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividades	Pasos
Mecánico	Revisar el sistema mecánico de la prensa	1.1
	Revisar el sistema eléctrico de la prensa	1.2
	Revisar las baterías de la prensa	1.3
	Lubricar las unidades de la prensa	1.4
	Lubricar y engrasar máquina	1.5
Prensista y auxiliar	Verificar estado de la máquina	2.1
	Encender la máquina	2.2
	Utilizar el soplador de polvo para evitar que alguna partícula entre a los sistemas	2.3
	Retirar tinta sobrante de otros trabajos	2.4
	Colocar lavador de las unidades de la prensa	2.5
		2.6
	Retirar materia prima de otros trabajos	
Supervisor de planta	Verificar que se cumpla con las actividades de mantenimiento preventivo y limpieza	3.1

Fuente: Elaboración propia

Nota: una unidad se refiere a cada base en donde se coloca de forma individual cada uno de los cuatro colores básicos de impresión.

Por medio de la ejecución de este procedimiento se identificaron fallas mecánicas que provocaban una merma en la velocidad de la máquina, también se hace énfasis en que por medio del mantenimiento preventivo se pueden tomar acciones que resulten en la detección de futuras fallas que en su momento serían más complicadas de reparar.

2.3.2.2. Disponibilidad

La disponibilidad de la máquina Shinohara refleja un aumento debido a dos aspectos de la propuesta, estos son:

- Bitácora de reportes de producción: la bitácora de reportes de producción tiene identificadas las principales causas por las que las máquinas son detenidas: factor humano y factor mecánico.
- Procedimientos de reducción de horas extra: este procedimiento tiene como fin primordial reducir las horas extra innecesarias, por medio de una serie de actividades se define un proceso que reduce las horas extra que solamente generan costos extra por mano de obra.

Tiempo real laborado = Tiempo total evaluado – demoras

$$\text{Disponibilidad nueva} = \frac{\text{Tiempo real laborado}}{\text{Tiempo total evaluado}} * 100$$

$$\text{Tiempo real laborado} = 2400 - 1216 = 1186$$

$$\text{Disponibilidad nueva} = \frac{1186}{2400} * 100 = 49,41 \%$$

Mejora de disponibilidad = disponibilidad nueva – disponibilidad

$$11,48 \% = 49,41 \% - 37,93 \%$$

La disponibilidad en la máquina aumentó un 11,48 %, reflejando un impacto considerable en el indicador mencionado, es importante mencionar que este porcentaje se dio en las 2 semanas posteriores a la propuesta presentada, el impacto, como se ve, es inmediato, debido a que la problemática era sobre un tema cotidiano. Los factores que mejoraron la disponibilidad son:

- La bitácora de reportes de producción: esta bitácora se refiere al seguimiento de los temas que más afectan en el tiempo de producción de la prensa, dentro de ellas destacan los arreglos de máquina, así como la influencia del factor humano en labores operativas. Esta bitácora quedaba documentada en gerencia para darle seguimiento a la resolución de los problemas más significativos.

- Procedimientos de reducción de horas extra: los procedimientos de hora extra permitieron reducir las mismas, a continuación se definen de forma más detallada dichos factores de mejora en la disponibilidad.

2.3.2.2.1. Bitácora de reportes de producción

La bitácora de reportes de producción consiste en un documento que los operarios entregan para la prensa Shinohara diariamente para documentar los productos impresos, descripción y número de orden, estas bitácoras se revisan de forma diaria para verificar anomalías o para ver el comportamiento de la máquina y el prensista, revisar estas bitácoras de forma diaria funcionó para verificar cuántos trabajos se realizaban al día, por lo tanto el personal de producción mejoró su forma de trabajar al percatarse de que se estaba tomando en cuenta este factor.

Figura 43. Bitácora de reportes de producción

BITÁCORA DE REPORTES DE PRODUCCIÓN

Area _____ Fecha _____
 Máquina _____ Turno _____ Día Noche Inicio turno _____
 Final Turno _____

No.	Nombre del trabajo	Orden de trabajo	Descripción del producto	Pliegos Impresos
1				
2				
3				
4				
5				

Fuente: elaboración propia

2.3.2.2.2. Procedimientos de reducción de horas extra

Los procedimientos de reducción de horas extra han favorecido a la disponibilidad de la máquina, pues los operarios tardaban de más en la producción de los productos para hacer horas extra y tener un ingreso extra. El jefe de producción se encarga de ver por el cumplimiento de estos procedimientos y mantener la mejora en la disponibilidad de tiempo.

Tabla XXXIV. Procedimiento de reducción de horas extra

Grupo Litográfico Depto. De Producción		
Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividades	Pasos
Supervisor de planta	Recoger diariamente los reportes de producción.	1.1
	Comprobar si las causas de demoras son reales.	1.2
	Mediar con el personal a cargo por inconsistencias en reportes.	1.3
Jefe de producción	Verificar la planificación de producción.	2.1
	Hablar con Gerencia para determinar si es prioritario utilizar horas extra para terminar el trabajo.	2.2
	Notificar al personal que si es necesario trabajar horas extra para terminar un pedido.	2.3
Supervisor de planta	Realizar rutinas de evaluación.	3.1
	Verificar causas por las que está parada la máquina.	3.2
	Reportar anomalías en la disponibilidad de la máquina.	3.3
	Informar al personal sobre el fin de la jornada.	3.4
	En caso de ser necesario solicitar su apoyo para horas extra.	3.5

Fuente: elaboración propia

2.3.2.3. Calidad

Unidades en buen estado = Total unidades impresas – unidades defecuosas

$$\text{Calidad nueva} = \frac{\text{Unidades en buen estado}}{\text{Unidades impresas}} * 100$$

$$\text{Unidades en buen estado} = 145302 - 4213 = 141089$$

$$\text{Calidad nueva} = \frac{141089}{145302} * 100 = 97 \%$$

$$\text{Mejora de calidad} = \text{calidad nueva} - \text{calidad}$$

$$7,16 \% = 97 \% - 96,73 \%$$

La mejora de calidad es de 0,27 %, dicho indicador muestra un aumento muy pequeño, debido a que el personal trabajaba de forma responsable y no influía significativamente en la calidad del mismo.

2.3.2.3.1. Procedimientos de autorización de impresión

El procedimiento de autorización de impresión tiene como objetivo reducir al mínimo los errores de calidad por medio de aprobación de impresión previo a comenzar la producción en línea del producto solicitado.

Tabla XXXV. **Procedimiento de autorización de impresión**

Grupo Litográfico Depto. De Producción		
Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividad	Pasos
Supervisor de planta	Determinar cuál es el pedido que se va a producir.	1.1
	Solicitar información sobre el pedido.	1.2
	Definir importancia del trabajo a realizar.	1.3
	Solicitar aprobación de la autoridad correspondiente.	1.4
Jefe de producción	Observar pruebas de color.	2.1
	Comprobar el resultado de la prueba con la muestra adjunta al pedido.	2.2
		2.3
	Indicar que se realicen los ajustes.	2.4
Jefe de producción / jefe de diseño / Gerencia.	Comprobar el resultado de la prueba de color con muestra del pedido.	3.1
	Firmar el pliego impreso que coincide con la muestra.	3.2
	Autorizar impresión.	3.3

Fuente: elaboración propia

2.3.2.3.2. Descripción de puesto de supervisión

El supervisor de planta es el encargado de verificar que las máquinas se encuentren funcionando, también se ha encargado de solucionar aquellos problemas que están al alcance de sus posibilidades, esto impacta en la eficiencia, disponibilidad y calidad, por lo tanto en la productividad como tal.

Figura 44. **Descriptor de puestos de supervisor de planta**

DESCRIPTOR DE PUESTOS	
I. INFORMACIÓN GENERAL DEL PUESTO	
Nombre del puesto Supervisor de Producción	Departamento Producción
Puesto del jefe inmediato Jefe de producción	Elaborado por Recursos Humanos
Revisado por Recursos Humanos	Fecha de revisión Febrero 2018
II. OBJETIVO GENERAL DEL PUESTO	
Generar orden en el departamento de producción, especialmente con el personal que opera las prensas, supervisar las operaciones y actividades para promover el trabajo con rapidez, compromiso y calidad.	
III. FUNCIONES ESPECÍFICAS DEL PUESTO	
Supervisa las máquinas de la planta de producción Realiza anotaciones sobre anomalías en el proceso de producción Realiza revisiones diarias de las bitácoras de producción Realizada una recopilación de los datos revisados en las bitácoras Participa en las reuniones gerenciales sobre producción Realiza informes quincenales de los trabajos repetidos Promueve valores de trabajo en equipo	
IV. REQUISITOS	
Escolares: estudiante de último año de ingeniería industrial Experiencia: 1 año en puestos similares (deseable)	
Otros conocimientos: conocimientos básicos de Office, conocimientos básicos de estadística.	
V. DIFICULTAD DE LAS TAREAS	
Trabajo físico, manejo de tarimas con materia prima y producto terminado. Gestión de personal, trabajo con el personal operativo de Grupo Litográfico. Cálculos numéricos para la realización de índices y estadísticas de la producción de las máquinas.	
VI. TOMA DE DECISIONES	
Decisiones que promuevan el trabajo bien realizado y que se orienten a los objetivos propuestos por la Gerencia.	
VII. RESPONSABILIDAD ECONÓMICA	
Manejo de valores: responsable de que los operarios usen con el debido cuidado la maquinaria.	
Detalle de equipo, instrumental, maquinaria o herramientas que utiliza en su trabajo: equipo de oficina.	
Manejo de documentos: por sus funciones debe manejar documentación sensible del departamento de producción temporalmente, como reportes, informes, objetivos estratégicos de la empresa.	

Fuente: elaboración propia

2.3.2.3.3. Bitácora de reportes de producción

Los operarios llevan una bitácora de los trabajos realizados a lo largo de la jornada, en dicho documento anotan las características del trabajo realizado, por medio de este se verificó que los apuntes fueran reales y los trabajos fueran terminados.

Figura 45. Bitácora de reportes de producción

BITÁCORA DE REPORTES DE PRODUCCIÓN

Area _____ Fecha _____ Inicio turno _____
Máquina _____ Turno _____ Día Noche Final Turno _____

No.	Nombre del trabajo	Orden de trabajo	Descripción del producto	Plegos Impresos
1				
2				
3				
4				
5				

Fuente: elaboración propia

2.3.2.3.4. Amonestaciones y descuentos

Las amonestaciones y descuentos consisten en 3 llamadas de atención antes de tomar acciones en cuanto a reprocesos: la primera llamada de atención es verbal en el área de trabajo, la segunda llamada de atención consiste en contacto verbal, así como un memo en donde se especifican las causas de la llamada de atención, y la tercera llamada de atención consiste en contacto verbal con el encargado del área, así como un acta que indica la reincidencia.

Los descuentos son basados en las horas extra que el operario debe trabajar para reponer los reprocesos, con el detalle de que las horas requeridas por el operario para corregir el error no son remuneradas.

2.3.2.4. Indicador TTR

Indicador T. T. R. = Eficiencia * Disponibilidad * Calidad

Indicador T. T. R. = 87,5 % * 49,41 % * 96,93 % = 42 %

Mejora de T. T. R. = T. T. R. nuevo – T. T. R.

10,57 % = 42 % – 31,43 %

El aumento del indicador TTR o la productividad es de un 10,57 %, reflejando el impacto de la propuesta en el período en que fue montada. El cambio es significativo, con el tiempo se espera que la situación siga mejorando respecto a la productividad.

2.3.2.5. Desperdicio de materia prima

El desperdicio de materia prima según el indicador de calidad ha mejorado un 0.27% debido al control más estricto por parte del supervisor de producción que ha tenido en la planta de producción de Grupo Litográfico y la utilización de las bitácoras.

2.3.2.5.1. Reutilización de materia prima desperdiciada

Del material impreso el 3,27 % es material que ya no puede utilizarse para impresión, es por ello que se decidió utilizar este material para realizar las

calibraciones de color y el centrado, esto con el propósito de ahorrar papel para futuros trabajos.

2.3.3. SORM-2

Para realizar el análisis de mejora se estipuló un tiempo de dos semanas para realizar la evaluación de datos. A continuación se detalla el tiempo consumido en demoras, este tiempo se determinó por medio de la observación y rutinas diarias en donde se documentaron todos los paros en la etapa de producción.

Tabla XXXVI. **Pérdidas y demoras en proceso de producción SORM2**

Datos generales	Especificaciones
Arreglos de trabajos (min)	714
Arreglos durante trabajo (min)	124
Arreglos mecánicos (min)	190
Espera o defectos de placa (min)	89
Espera de papel (min)	67
Mala calidad de papel (min)	47
Espera de tinta (min)	30

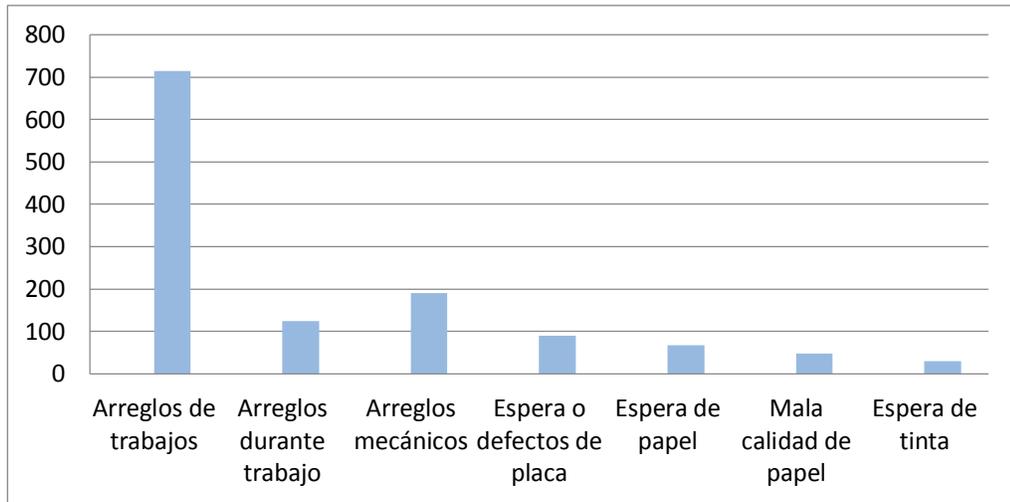
Fuente: elaboración propia

Tabla XXXVII. **Estadística de producción SORM 2**

Datos generales	Especificaciones
Total tiempo disponible (min)	2400
Total demoras (min)	1261
Total unidades trabajadas (pliegos)	127285
Total unidades defectuosas (pliegos)	4126
Velocidad promedio	5900 pliegos/hora
Velocidad estándar	6500 pliegos/hora

Fuente: elaboración propia

Figura 46. **Demoras en proceso de producción SORM-2**



Fuente: elaboración propia

Los índices calculados muestran los avances obtenidos en la eficiencia, disponibilidad y calidad por medio de las mejoras plateadas en los siguientes puntos. Es importante mantener una mejora continua pero también es necesario que las decisiones se tomen con base en indicadores para que las acciones a tomar tengan un mayor impacto.

2.3.3.1. Eficiencia

$$\text{Eficiencia propuesta} = \frac{\text{Velocidad Promedio}}{\text{Velocidad estándar}} * 100$$

$$\text{Eficiencia propuesta} = \frac{5900 \text{ Pliegos/hora}}{6500 \text{ Pliegos/hora}} * 100 = 91 \%$$

$$\text{Mejora de eficiencia} = \text{Eficiencia nueva} - \text{Eficiencia}$$

$$15,4 \% = 91 \% - 75,6 \%$$

El índice de eficiencia muestra un aumento del 15,4 %, esto debido a las medidas que se han tomado, en este caso el procedimiento de mantenimiento

preventivo ha impactado en la eficiencia de la prensa debido que al realizar la limpieza de forma correcta y hacer las evaluaciones correspondientes la máquina puede trabajar de forma más eficiente. Cuando se realizaron las revisiones se encontraron desperfectos en la máquina, como el sistema de freno dañado o mangueras del sistema de agua que fueron reparadas. A continuación se describe el procedimiento de mantenimiento preventivo.

2.3.3.1.1. Procedimientos de mantenimiento preventivo

El siguiente procedimiento se implementó en las máquinas evaluadas, este procedimiento se realiza de forma diaria, en caso de haber mucho trabajo se debe realizar por lo menos cada dos días, el objetivo es detectar fallas que puedan ser solventadas en el momento, antes de que estas tengan un mayor impacto en la eficiencia. Por medio de este procedimiento se han detectado desperfectos que fueron solucionados en el momento sin necesidad de consumir una gran cantidad de recursos monetarios y/o de tiempo.

Tabla XXXVIII. **Procedimiento de mantenimiento preventivo**

Grupo Litográfico Depto. De Producción		
Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividades	Pasos
Mecánico	Revisar el sistema mecánico de la prensa	1.1
	Revisar el sistema eléctrico de la prensa	1.2
	Revisar las baterías de la prensa	1.3
	Lubricar las unidades de la prensa	1.4
	Lubricar y engrasar máquina	1.5
Prensista y auxiliar	Verificar estado de la máquina	2.1
	Encender la máquina	2.2
	Utilizar el soplador de polvo para evitar que alguna partícula entre a los sistemas	2.3
	Retirar tinta sobrante de otros trabajos	2.4
	Colocar lavador de las unidades de la prensa	2.5
	Retirar materia prima de otros trabajos	2.6
Supervisor de planta	Verificar que se cumpla con las actividades de mantenimiento preventivo y limpieza	3.1

Fuente: elaboración propia

2.3.3.2. Disponibilidad

La disponibilidad de la máquina Sorm-2 se vio mejorada debido a dos aspectos de la propuesta:

- Bitácora de reportes de producción: por medio del seguimiento de las bitácoras de producción se ha observado si una máquina para por razones justificables o son excusas utilizadas por el personal operativo, esto ha

concluido en un aumento del tiempo que la máquina permanecido trabajando.

- Procedimientos de reducción de horas extra: este procedimiento ha tenido como finalidad reducir el tiempo que se pierde por repetición de trabajo, ya que en el pasado las reimpressiones no se investigaban.

Tiempo real laborado = Tiempo total evaluado – demoras

$$\text{Disponibilidad nueva} = \frac{\text{Tiempo real laborado}}{\text{Tiempo total evaluado}} * 100$$

Tiempo real laborado = 2400 min – 1261 min=1139 min

$$\text{Disponibilidad nueva} = \frac{1139 \text{ min}}{2400 \text{ min}} * 100 = 47 \%$$

Mejora de disponibilidad = disponibilidad nueva – disponibilidad

$$3,16 \% = 47 \% - 43,84 \%$$

La disponibilidad en la máquina aumentó un 3,16 %, reflejando un impacto pequeño en el indicador mencionado, es importante mencionar que este porcentaje se dio en las 2 semanas posteriores a la propuesta presentada, el impacto, como se ve, es inmediato, debido a que la problemática era sobre un tema cotidiano, los factores que mejoraron la disponibilidad son:

- La bitácora de reportes de producción: esta bitácora se refiere al seguimiento de los temas que más afectan en el tiempo de producción de la prensa, dentro de ellas destacan los arreglos preproducción, así como la influencia del factor humano en labores operativas. Esta bitácora quedaba documentada en gerencia para darle seguimiento a la resolución de los problemas más significativos.
- Procedimientos de reducción de horas extra: los procedimientos de horas extra permitieron reducir las mismas, a continuación se definen de forma más detallada dichos factores de mejora en la disponibilidad.

2.3.3.2.1. Bitácora de reportes de producción

Se comenzó a revisar los reportes diarios de la máquina SORM-2. Luego de presentar la situación actual del estado del departamento de producción a la Gerencia de Grupo Litográfico, dentro de la evaluación realizada se observó que el encargado de esta máquina se mantiene pendiente del trabajo y le dedica tiempo a los procedimientos preventivos. El estar pendiente y documentar las actividades permite que la disponibilidad de la máquina aumente. Se ha trabajado con reuniones semanales en donde se discuten las principales pérdidas de trabajo descritas por los prensistas, de esta forma se resuelven los problemas que muestran frecuencia.

Figura 47. Bitácora de reportes de producción

BITÁCORA DE REPORTES DE PRODUCCIÓN

Area _____ Fecha _____ Inicio turno _____
Máquina _____ Turno _____ Día Noche Final Turno _____

No.	Nombre del trabajo	Orden de trabajo	Descripción del producto	Pliegos Impresos
1				
2				
3				
4				
5				

Fuente: elaboración propia

2.3.3.2.2. Procedimientos de reducción de horas extra

Para esta máquina en especial se observó la disposición del operario en todo momento, ya que la mayoría del tiempo buscaba terminar a tiempo los trabajos que tenía en cola según la programación de producción.

Tabla XXXIX. Procedimiento de reducción de horas extra

Grupo Litográfico Depto. De Producción		
Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividades	Pasos
Supervisor de planta	Recoger diariamente los reportes de producción.	1.1
	Comprobar si las causas de demoras son reales.	1.2
	Mediar con el personal a cargo por inconsistencias en reportes.	1.3
Jefe de producción	Verificar la planificación de producción.	2.1
	Hablar con Gerencia para determinar si es prioritario utilizar horas extra para terminar el trabajo.	2.2
	Notificar al personal que si es necesario trabajar horas extra para terminar un pedido.	2.3
Supervisor de planta	Realizar rutinas de evaluación.	3.1
	Verificar causas por las que está parada la máquina.	3.2
	Reportar anomalías en la disponibilidad de la máquina.	3.3
	Informar al personal sobre el fin de la jornada.	3.4
	En caso de ser necesario solicitar su apoyo para horas extra.	3.5

Fuente: elaboración propia

2.3.3.3. Calidad

Unidades en buen estado = Total unidades impresas – unidades defectuosas

$$\text{Calidad nueva} = \frac{\text{Unidades en buen estado}}{\text{Unidades impresas}} * 100$$

Unidades en buen estado = 127285 min – 3026 min=124259 min

$$\text{Calidad nueva} = \frac{124259 \text{ min}}{127285 \text{ min}} * 100 = 97,62 \%$$

Mejora de calidad = calidad nueva – calidad

$$0,17 \% = 97,62 \% - 97,45 \%$$

La mejora de calidad es de 0,17 %, el indicador se ha mantenido, esto hace evidente que en ciertas máquinas ya hay conciencia del ahorro de materia prima. A continuación se definen los procedimientos que se utilizaron luego del análisis de la planta de producción y sus índices de productividad.

2.3.3.3.1. Procedimientos de autorización de impresión

El procedimiento de autorización de impresión tuvo como objetivo reducir al mínimo los errores de calidad por medio de aprobación de impresión previo a comenzar la producción en línea del producto solicitado.

Tabla XL. **Procedimiento de autorización de impresión**

Grupo Litográfico Depto. De Producción		
Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividades	Pasos
Supervisor de planta	Determinar cuál es el pedido que se va a producir.	1.1
	Solicitar información sobre el pedido.	1.2
	Definir importancia del trabajo a realizar.	1.3
	Solicitar aprobación de la autoridad correspondiente.	1.4
Jefe de producción	Observar pruebas de color.	2.1
	Comprobar el resultado de la prueba con la muestra adjunta al pedido.	2.2
	Indicar que se realicen los ajustes.	2.3
Jefe de producción / jefe de diseño / Gerencia.	Comprobar el resultado de la prueba de color con muestra del pedido.	3.1
	Firmar el pliego impreso que coincide con la muestra.	3.2
	Autorizar impresión.	3.3

Fuente: elaboración propia

2.3.3.3.2. Descripción de puesto de supervisión

El supervisor de planta es el encargado de verificar que las máquinas se encuentren funcionando, también se ha encargado de solucionar aquellos problemas que están al alcance de sus posibilidades, esto impacta en la eficiencia, disponibilidad y calidad, por lo tanto en la productividad como tal.

Figura 48. **Descriptor de puestos del supervisor de producción**

DESCRIPTOR DE PUESTOS	
I. INFORMACIÓN GENERAL DEL PUESTO	
Nombre del puesto Supervisor de Producción	Departamento Producción
Puesto del jefe inmediato Jefe de producción	Elaborado por Recursos Humanos
Revisado por Recursos Humanos	Fecha de revisión Febrero 2018
II. OBJETIVO GENERAL DEL PUESTO	
Generar orden en el departamento de producción, especialmente con el personal que opera las prensas, supervisar las operaciones y actividades para promover el trabajo con rapidez, compromiso y calidad.	
III. FUNCIONES ESPECÍFICAS DEL PUESTO	
Supervisa las máquinas de la planta de producción Realiza anotaciones sobre anomalías en el proceso de producción Realiza revisiones diarias de las bitácoras de producción Realizada una recopilación de los datos revisados en las bitácoras Participa en las reuniones gerenciales sobre producción Realiza informes quincenales de los trabajos repetidos Promueve valores de trabajo en equipo	
IV. REQUISITOS	
Escolares: estudiante de último año de ingeniería industrial Experiencia: 1 año en puestos similares (deseable) Otros conocimientos: conocimientos básicos de Office, conocimientos básicos de estadística.	
V. DIFICULTAD DE LAS TAREAS	
Trabajo físico, manejo de tarimas con materia prima y producto terminado. Gestión de personal, trabajo con el personal operativo de Grupo Litográfico. Cálculos numéricos para la realización de índices y estadísticas de la producción de las máquinas.	
VI. TOMA DE DECISIONES	
Decisiones que promuevan el trabajo bien realizado y que se orienten a los objetivos propuestos por la Gerencia.	
VII. RESPONSABILIDAD ECONÓMICA	
Manejo de valores: responsable de que los operarios usen con el debido cuidado la maquinaria. Detalle de equipo, instrumental, maquinaria o herramientas que utiliza en su trabajo: equipo de oficina.	

Fuente: elaboración propia

2.3.3.3. Bitácora de reportes de producción

Por medio del seguimiento de las bitácoras presentadas por el personal operativo se fue evaluando el comportamiento de la máquina, de esta forma fue más sencillo determinar qué acciones se debían tomar respecto a la máquina para que mejorara la eficiencia y/o disponibilidad.

Figura 49. Bitácora de reportes de producción

BITÁCORA DE REPORTES DE PRODUCCIÓN

Area _____ Fecha _____ Inicio turno _____
Máquina _____ Turno _____ Día Noche Final Turno _____

No.	Nombre del trabajo	Orden de trabajo	Descripción del producto	Pliegos Impresos
1				
2				
3				
4				
5				

Fuente: elaboración propia

2.3.3.4. Amonestaciones y descuentos

Las amonestaciones y descuentos consisten en 3 llamadas de atención antes de tomar acciones en cuanto a re procesos: la primera llamada de atención es verbal en el área de trabajo, la segunda llamada de atención consiste en contacto verbal, así como un memo en donde se especifican las causas de la llamada de atención, y la tercera llamada de atención consiste en contacto verbal con el encargado del área, así como un acta que indica la reincidencia.

Los descuentos están basados en las horas extra que el operario debe trabajar para reponer los reprocesos, con el detalle de que las horas requeridas por el operario para corregir el error no son remuneradas.

2.3.3.4. Indicador TTR

Indicador T. T. R. = Eficiencia * Disponibilidad * Calidad

Indicador T. T. R. = 91 % * 47 % * 97,62 % = 41,75 %

Mejora de T. T. R. = T. T. R. nuevo – T. T. R.

8,09 % = 41,75 % – 33,66 %

El aumento del indicador TTR o la productividad es de un 8,09 %, reflejando el impacto de la propuesta en el período en que fue montada. El cambio es significativo, con el tiempo se espera que la situación siga mejorando respecto a la productividad.

2.3.3.5. Desperdicio de materia prima

El desperdicio de materia prima para la prensa SORM-2 se redujo un 0,17 % por medio de la implementación de las bitácoras de reportes de producción, las amonestaciones y/o descuentos.

2.3.3.5.1. Reutilización de materia prima desperdiciada

La materia prima desperdiciada es todo pliego de papel que por alguna razón ya no se puede enviar como producto final, es decir que tiene manchas, errores de centrado o características que le impiden contabilizarse como producto. Debido a esta razón se propuso utilizar estos pliegos de papel para

hacer las pruebas de color, calibrado y centrado, en este caso se plantea utilizar el 2.38% del papel que no cumple con las condiciones requeridas. Con esta propuesta se ha logrado ahorrar materia prima en aquellos trabajos repetitivos en que sí se cuenta con el papel que cumpla con las condiciones solicitadas. Esta mejora se ve reflejada en el indicador de calidad.

2.3.4. SOR-Z

Para realizar el análisis de mejora se estipuló un tiempo de dos semanas para realizar la evaluación de datos. A continuación se detalla el tiempo consumido en demoras, este tiempo se determinó por medio de la observación y rutinas diarias en donde se documentaron todos los paros en la etapa de producción.

Tabla XLI. **Pérdidas y demoras en proceso de producción SOR-Z**

Arreglos	Tiempo (minutos)
Arreglos mecánicos	2400

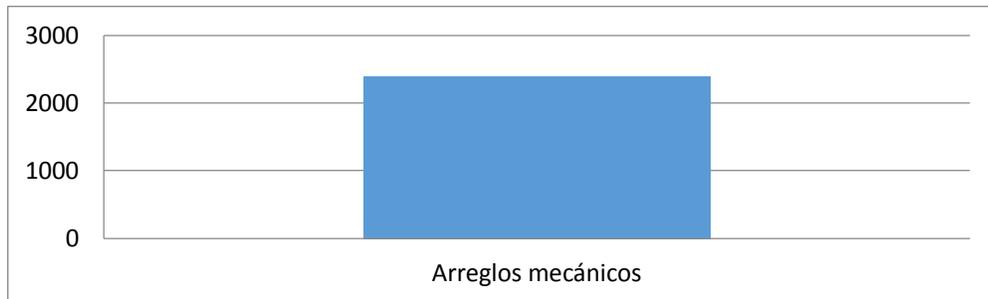
Fuente: elaboración propia

Tabla XLII. **Estadísticas de producción SOR-Z**

Generalidades	Especificaciones
Total Tiempo(minutos)	2400
Total demoras(minutos)	240
Total unidades trabajadas	--
Total unidades defectuosas	--
Velocidad promedio	3000 pliegos/hora
Velocidad estándar	3000 pliegos /hora

Fuente: elaboración propia

Figura 50. **Demoras en proceso de producción Sor-Z**



Fuente: elaboración propia

Todos los datos se obtuvieron por medio de inspecciones diarias para obtener información que pudiera certificar la mejora en los índices previamente analizados. A continuación se muestra el cálculo de los nuevos índices y después cómo ha impactado la propuesta en el departamento de producción de Grupo Litográfico.

2.3.4.1. Eficiencia

$$\text{Eficiencia propuesta} = \frac{\text{Velocidad Promedio}}{\text{Velocidad estándar}} * 100$$

$$\text{Mejora de eficiencia} = \text{Eficiencia nueva} - \text{Eficiencia}$$

La máquina sufrió desperfectos mecánicos que obligaron a la suspensión de operaciones de la misma, por esta razón no se pudo seguir evaluando el comportamiento en cuanto a eficiencia de la misma.

2.3.4.1.1. Procedimientos de mantenimiento preventivo

A continuación se especifican los procedimientos de mantenimiento preventivo que se utilizaron para la máquina Sor-Z.

Tabla XLIII. Procedimiento de mantenimiento preventivo

Grupo Litográfico Depto. De Producción		
Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividades	Pasos
Mecánico	Revisar el sistema mecánico de la prensa	1.1
	Revisar el sistema eléctrico de la prensa	1.2
	Revisar las baterías de la prensa	1.3
	Lubricar las unidades de la prensa	1.4
	Lubricar y engrasar máquina	1.5
Prensista y auxiliar	Verificar estado de la máquina	2.1
	Encender la máquina	2.2
	Utilizar el soplador de polvo para evitar que alguna partícula entre a los sistemas	2.3
	Retirar tinta sobrante de otros trabajos	2.4
	Colocar lavador de las unidades de la prensa	2.5
	Retirar materia prima de otros trabajos	2.6
Supervisor de planta	Verificar que se cumpla con las actividades de mantenimiento preventivo y limpieza	3.1

Fuente: elaboración propia

2.3.4.2. Disponibilidad

Se busca mejorar la disponibilidad de la máquina SOR-Z cuando termine el mantenimiento por medio de las siguientes herramientas:

2.3.4.2.1. Bitácora de reportes de producción

La bitácora de reportes de producción tiene identifica las principales causas por las que las máquinas son detenidas, como factor humano y factor mecánico.

Figura 51. Bitácora de reportes de producción

BITÁCORA DE REPORTES DE PRODUCCIÓN

Area _____ Fecha _____
 Máquina _____ Turno _____ Día Noche Inicio turno _____
 Final Turno _____

No.	Nombre del trabajo	Orden de trabajo	Descripción del producto	Piegos Impresos
1				
2				
3				
4				
5				

Fuente: elaboración propia

Procedimientos de reducción de horas extra: este procedimiento tiene como fin primordial reducir las horas extra innecesarias, por medio de una serie de actividades se define un proceso que reduce las horas extra que solamente generan costos extra por mano de obra.

$$\text{Tiempo real laborado} = \text{Tiempo total evaluado} - \text{demoras}$$

$$\text{Disponibilidad nueva} = \frac{\text{Tiempo real laborado}}{\text{Tiempo total evaluado}} * 100$$

$$\text{Mejora de disponibilidad} = \text{disponibilidad nueva} - \text{disponibilidad}$$

La máquina sufrió desperfectos mecánicos que obligaron a la suspensión de operaciones de la misma, por esta razón no se pudo seguir evaluando el comportamiento en cuanto a disponibilidad de la misma.

2.3.4.2.2. Bitácora de reportes de producción

La bitácora de todas las máquinas fue evaluada, a excepción de Sor-Z, debido a la suspensión de actividades por los desperfectos mecánicos presentados. La máquina entró en reparación por parte de un equipo externo.

Tabla XLIV. Procedimiento de reducción de horas extra

Grupo Litográfico Depto. De Producción		
Elaborado por: José Sosa		
Actor	Pasos	Pasos
Supervisor de planta	Recoger diariamente los reportes de producción.	1.1
	Comprobar si las causas de demoras son reales.	1.2
	Mediar con el personal a cargo por inconsistencias en reportes.	1.3
Jefe de producción	Verificar la planificación de producción.	2.1
	Hablar con Gerencia para determinar si es prioritario utilizar horas extra para terminar el trabajo.	2.2
	Notificar al personal que si es necesario trabajar horas extra para terminar un pedido.	2.3
Supervisor de planta	Realizar rutinas de evaluación.	3.1
	Verificar causas por las que está parada la máquina.	3.2
	Reportar anomalías en la disponibilidad de la máquina.	3.3
	Informar al personal sobre el fin de la jornada.	3.4
	En caso de ser necesario solicitar su apoyo para horas extra.	3.5

Fuente: elaboración propia

2.3.4.3. Calidad

El índice de calidad no fue calculado debido a las reparaciones que necesita la máquina SOR-Z.

2.3.4.3.1. Procedimientos de autorización de impresión

Tabla XLV. **Procedimientos de autorización de impresión**

Grupo Litográfico Depto. De Producción Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividades	Pasos
Supervisor de planta	Determinar cuál es el pedido que se va a producir.	1.1
	Solicitar información sobre el pedido.	1.2
	Definir importancia del trabajo a realizar.	1.3
	Solicitar aprobación de la autoridad correspondiente.	1.4
Jefe de producción	Observar pruebas de color.	2.1
	Comprobar el resultado de la prueba con la muestra adjunta al pedido.	2.2
	Indicar que se realicen los ajustes.	2.3
Jefe de producción / jefe de diseño / Gerencia.	Comprobar el resultado de la prueba de color con muestra del pedido.	3.1
	Firmar el pliego impreso que coincide con la muestra.	3.2
	Autorizar impresión.	3.3

Fuente: elaboración propia

2.3.4.3.2. Descripción de puesto de supervisión

Figura 52. **Descriptor de puestos de supervisor de producción**

DESCRIPTOR DE PUESTOS	
I. INFORMACIÓN GENERAL DEL PUESTO	
Nombre del puesto Supervisor de Producción	Departamento Producción
Puesto del jefe inmediato Jefe de producción	Elaborado por Recursos Humanos
Revisado por Recursos Humanos	Fecha de revisión Febrero 2018
II. OBJETIVO GENERAL DEL PUESTO	
Generar orden en el departamento de producción, especialmente con el personal que opera las prensas, supervisar las operaciones y actividades para promover el trabajo con rapidez, compromiso y calidad.	
III. FUNCIONES ESPECÍFICAS DEL PUESTO	
Supervisa las máquinas de la planta de producción Realiza anotaciones sobre anomalías en el proceso de producción Realiza revisiones diarias de las bitácoras de producción Realizada una recopilación de los datos revisados en las bitácoras Participa en las reuniones gerenciales sobre producción Realiza informes quincenales de los trabajos repetidos Promueve valores de trabajo en equipo	
IV. REQUISITOS	
Escolares: Estudiante de último año de ingeniería industrial Experiencia: 1 año en puestos similares (deseable)	
Otros conocimientos: Conocimientos básicos de office, conocimientos básicos de estadística	
V. DIFICULTAD DE LAS TAREAS	
Trabajo físico, manejo de tarimas con materia prima y producto terminado. Gestión de personal, trabajo con el personal operativo de Grupo Litográfico. Cálculos numéricos para la realización de índices y estadísticas de la producción de las máquinas.	
VI. TOMA DE DECISIONES	
Decisiones que promuevan el trabajo bien realizado y que se orienten a los objetivos propuestos por la Gerencia.	

Fuente: elaboración propia

2.3.4.3.3. Bitácora de reportes de producción

Figura 53. Bitácora de reportes de producción

BITÁCORA DE REPORTES DE PRODUCCIÓN

Area _____ Fecha _____ Inicio turno _____
Máquina _____ Turno _____ Día Noche Final Turno _____

No.	Nombre del trabajo	Orden de trabajo	Descripción del producto	Pliegos Impresos
1				
2				
3				
4				
5				

Fuente: Grupo Litográfico

2.3.4.3.4. Amonestaciones y descuentos

Las amonestaciones y descuentos consisten en 3 llamadas de atención antes de tomar acciones en cuanto a reprocesos: la primera llamada de atención es verbal en el área de trabajo, la segunda llamada de atención consiste en contacto verbal, así como un memo en donde se especifican las causas de la llamada de atención, y la tercera llamada de atención consiste en contacto verbal con el encargado del área, así como un acta que indica la reincidencia.

Los descuentos están basados en las horas extra que el operario debe trabajar para reponer los reprocesos, con el detalle de que las horas requeridas por el operario para corregir el error no son remuneradas.

2.3.4.4. Indicador TTR

Debido a las reparaciones que se realizaban en la máquina, no fue posible recopilar información para el cálculo. La máquina entró a etapa de reparación desde el 13 de diciembre del 2017.

2.3.4.5. Desperdicio de materia prima

El desperdicio de materia prima en una litografía es evidente, por lo que si no se tiene control de este aspecto las pérdidas pueden ser grandes, por esta razón se busca una forma de reducir esta pérdida, a continuación se define una forma de reutilizar materia prima.

2.3.4.5.1. Reutilización de materia prima desperdiciada

Para Sor-Z en especial es un poco más complicado realizar esta práctica, pues el formato del papel de la misma es más grande que el de la media.

2.3.5. SORM-1

Para realizar el análisis de mejora se estipuló un tiempo de dos semanas para realizar la evaluación de datos. A continuación se detalla el tiempo consumido en demoras, este tiempo se determinó por medio de la observación y rutinas diarias en que se documentaron todos los paros en la etapa de producción.

Tabla XLVI. **Pérdidas y demoras en proceso de producción SORM1**

Demoras	Tiempos (minutos)
Arreglos de trabajos(minutos)	698
Arreglos durante trabajo(minutos)	167
Arreglos mecánicos(minutos)	91
Espera o defectos de placa(minutos)	45
Espera de papel(minutos)	37
Mala calidad de papel(minutos)	61

Fuente: elaboración propia

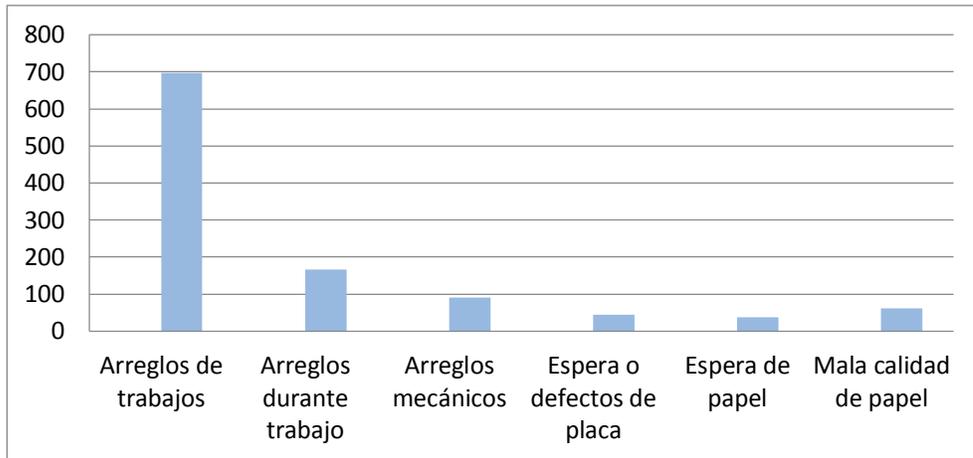
Tabla XLVII. **Estadísticas de producción SORM-1**

Generalidades	Especificaciones
Total tiempo disponible(minutos)	2400
Total demoras(minutos)	1099
Total unidades trabajadas (pliegos)	132850
Total unidades defectuosas (pliegos)	6450
Velocidad promedio	6200 pliegos/hora
Velocidad estándar	8000 pliegos/hora

Fuente: elaboración propia

Todos los datos se obtuvieron por medio de inspecciones diarias para obtener información que pudiera certificar la mejora en los índices previamente analizados. A continuación se muestra el cálculo de los nuevos índices y después cómo ha impactado la propuesta en el departamento de producción de Grupo Litográfico.

Figura 54. **Demoras en proceso de producción SORM-1**



Fuente: elaboración propia

2.3.5.1. Eficiencia

$$\text{Eficiencia propuesta} = \frac{\text{Velocidad Promedio}}{\text{Velocidad estándar}} * 100$$

$$\text{Eficiencia propuesta} = \frac{6200 \text{ Pliegos/hora}}{8000 \text{ Pliegos/hora}} * 100 = 77,55 \%$$

$$\text{Mejora de eficiencia} = \text{Eficiencia nueva} - \text{Eficiencia}$$

$$12,05 \% = 77,55 \% - 65,5 \%$$

El índice de eficiencia muestra un aumento del 12,05 %, esto debido a las medidas que se han tomado, en este caso el procedimiento de mantenimiento preventivo ha impactado en la eficiencia de la prensa debido que al realizar la limpieza de forma correcta y hacer las evaluaciones correspondientes la máquina puede trabajar de forma más eficiente.

2.3.5.1.1. Procedimientos de mantenimiento preventivo

A continuación se especifican los procedimientos de mantenimiento preventivo que se utilizaron para la máquina SORM-1.

Figura 55. Procedimiento de mantenimiento preventivo

Grupo Litográfico Depto. De Producción Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividades	Pasos
Mecánico	Revisar el sistema mecánico de la prensa	1.1
	Revisar el sistema eléctrico de la prensa	1.2
	Revisar las baterías de la prensa	1.3
	Lubricar las unidades de la prensa	1.4
	Lubricar y engrasar máquina	1.5
Prensista y auxiliar	Verificar estado de la máquina	2.1
	Encender la máquina	2.2
	Utilizar el soplador de polvo para evitar que alguna partícula entre a los sistemas	2.3
	Retirar tinta sobrante de otros trabajos	2.4
	Colocar lavador de las unidades de la prensa	2.5
	Retirar materia prima de otros trabajos	2.6
Supervisor de planta	Verificar que se cumpla con las actividades de mantenimiento preventivo y limpieza	3.1

Fuente: elaboración propia

2.3.5.2. Disponibilidad

La disponibilidad de la máquina SORM-1 se vio mejorada debido a dos aspectos de la propuesta:

- Bitácora de reportes de producción: la bitácora de reportes de producción tiene identificadas las principales causas por las que las máquinas son detenidas: factor humano y factor mecánico.
- Procedimientos de reducción de horas extra: este procedimiento tiene como fin primordial reducir las horas extra innecesarias, por medio de una serie de actividades se define un proceso que reduce las horas extra que solamente generan costos extra por mano de obra.

Tiempo real laborado = Tiempo total evaluado – demoras

$$\text{Disponibilidad nueva} = \frac{\text{Tiempo real laborado}}{\text{Tiempo total evaluado}} * 100$$

$$\text{Tiempo real laborado} = 2400 - 1099 = 1301$$

$$\text{Disponibilidad nueva} = \frac{1301}{2400} * 100 = 54,21 \%$$

Mejora de disponibilidad = disponibilidad nueva – disponibilidad

$$12,35 \% = 54,21 \% - 41,86 \%$$

La disponibilidad en la máquina aumentó un 12,35 %, reflejando un impacto considerable en el indicador mencionado, es importante mencionar que este porcentaje se dio en las 2 semanas posteriores a la propuesta presentada, el impacto, como se ve, es inmediato, debido a que la problemática era sobre un tema cotidiano, los factores que mejoraron la disponibilidad son:

- La bitácora de reportes de producción: esta bitácora se refiere al seguimiento de los temas que más afectan en el tiempo de producción de

la prensa, dentro de ellas destacan los arreglos preproducción, así como la influencia del factor humano en labores operativas. Esta bitácora quedaba documentada en gerencia para darle seguimiento a la resolución de los problemas más significativos.

- Procedimientos de reducción de horas extra: los procedimientos de horas extra permitieron reducir las mismas, a continuación se definen de forma más detallada dichos factores de mejora en la disponibilidad.

2.3.5.2.1. Bitácora de reportes de producción

Se comenzó a revisar los reportes diarios de la máquina SORM-1. Luego de presentar la situación actual del estado del departamento de producción a la Gerencia de Grupo Litográfico, se encontraron inconsistencias en lo reportado, realizar esta acción permitió tomar acciones inmediatas sobre la rutina diaria de la máquina. El estar pendiente y documentar las actividades permite que la disponibilidad de la máquina aumente. Se ha trabajado con reuniones semanales en donde se discuten las principales pérdidas de trabajo descritas por los prensistas, de esta forma se resuelven los problemas que muestran frecuencia.

Figura 56. Bitácora de reportes de producción

BITÁCORA DE REPORTES DE PRODUCCIÓN

Area _____ Fecha _____ Inicio turno _____
 Máquina _____ Turno _____ Día Noche Final Turno _____

No.	Nombre del trabajo	Orden de trabajo	Descripción del producto	Pliegos impresos
1				
2				
3				
4				
5				

Fuente: elaboración propia

2.3.5.2.2. Procedimientos de reducción de horas extra

Los procedimientos de reducción de horas extra han favorecido a la disponibilidad de la máquina, pues los operarios tardaban de más en la producción de los productos para hacer horas extra y tener un ingreso extra. El jefe de producción se encarga de ver por el cumplimiento de estos procedimientos y mantener la mejora en la disponibilidad de tiempo.

Tabla XLVIII. Procedimiento para reducción de horas extra

Grupo Litográfico Depto. De Producción		
Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividades	Pasos
Supervisor de planta	Recoger diariamente los reportes de producción.	1.1
	Comprobar si las causas de demoras son reales.	1.2
	Mediar con el personal a cargo por inconsistencias en reportes.	1.3
Jefe de producción	Verificar la planificación de producción.	2.1
	Hablar con Gerencia para determinar si es prioritario utilizar horas extra para terminar el trabajo.	2.2
	Notificar al personal que si es necesario trabajar horas extra para terminar un pedido.	2.3
Supervisor de planta	Realizar rutinas de evaluación.	3.1
	Verificar causas por las que está parada la máquina.	3.2
	Reportar anomalías en la disponibilidad de la máquina.	3.3
	Informar al personal sobre el fin de la jornada.	3.4
	En caso de ser necesario solicitar su apoyo para horas extra.	3.5

Fuente: elaboración propia

2.3.5.3. Calidad

Unidades en buen estado = Total unidades impresas – unidades defectuosas

$$\text{Calidad nueva} = \frac{\text{Unidades en buen estado}}{\text{Unidades impresas}} * 100$$

Unidades en buen estado = 132850 pliegos – 4450 pliegos=1128400 pliegos

$$\text{Calidad nueva} = \frac{1128400 \text{ pliegos}}{132850 \text{ pliegos}} * 100 = 96,65 \%$$

Mejora de calidad = calidad nueva – calidad

$$-0,7 \% = 96,65 \% - 97,35 \%$$

Para la máquina SORM-1 existe una disminución en la calidad de impresión, aunque se mantiene dentro de un rango aceptable. La calidad de impresión tiende a variar debido al tipo de trabajos que se realizan, ya que el material suele variar según el tipo de pedido que se realice.

2.3.5.3.1. Procedimientos de autorización de impresión

El procedimiento de autorización de impresión tiene como objetivo reducir al mínimo los errores de calidad por medio de aprobación de impresión previo a comenzar la producción en línea del producto solicitado.

Tabla XLIX. **Procedimiento de autorización de impresión**

Grupo Litográfico Depto. De Producción		
Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividades	Pasos
Supervisor de planta	Determinar cuál es el pedido que se va a producir.	1.1
	Solicitar información sobre el pedido.	1.2
	Definir importancia del trabajo a realizar.	1.3
	Solicitar aprobación de la autoridad correspondiente.	1.4
Jefe de producción	Observar pruebas de color.	2.1
	Comprobar el resultado de la prueba con la muestra adjunta al pedido.	2.2
	Indicar que se realicen los ajustes.	2.3
Jefe de producción / jefe de diseño / Gerencia.	Comprobar el resultado de la prueba de color con muestra del pedido.	3.1
	Firmar el pliego impreso que coincide con la muestra.	3.2
	Autorizar impresión.	3.3

Fuente: elaboración propia

2.3.5.3.2. Descripción de puesto de supervisión

El supervisor de planta es el encargado de verificar que las máquinas se encuentren funcionando, también se ha encargado de solucionar aquellos problemas que están al alcance de sus posibilidades, esto impacta en la eficiencia, disponibilidad y calidad, por lo tanto en la productividad como tal.

Figura 57. **Descriptor de puestos del supervisor de producción**

DESCRIPTOR DE PUESTOS	
I. INFORMACIÓN GENERAL DEL PUESTO	
Nombre del puesto Supervisor de Producción	Departamento Producción
Puesto del jefe inmediato Jefe de producción	Elaborado por Recursos Humanos
Revisado por Recursos Humanos	Fecha de revisión Febrero 2018
II. OBJETIVO GENERAL DEL PUESTO	
Generar orden en el departamento de producción, especialmente con el personal que opera las prensas, supervisar las operaciones y actividades para promover el trabajo con rapidez, compromiso y calidad.	
III. FUNCIONES ESPECÍFICAS DEL PUESTO	
Supervisa las máquinas de la planta de producción Realiza anotaciones sobre anomalías en el proceso de producción Realiza revisiones diarias de las bitácoras de producción Realiza una recopilación de los datos revisados en las bitácoras Participa en las reuniones gerenciales sobre producción Realiza informes quincenales de los trabajos repetidos Promueve valores de trabajo en equipo	
IV. REQUISITOS	
Escolares: estudiante de último año de ingeniería industrial Experiencia: 1 año en puestos similares (deseable)	
Otros conocimientos: conocimientos básicos de Office, conocimientos básicos de estadística.	
V. DIFICULTAD DE LAS TAREAS	
Trabajo físico, manejo de tarimas con materia prima y producto terminado. Gestión de personal, trabajo con el personal operativo de Grupo Litográfico. Cálculos numéricos para la realización de índices y estadísticas de la producción de las máquinas.	
VI. TOMA DE DECISIONES	
Decisiones que promuevan el trabajo bien realizado y que se orienten a los objetivos propuestos por la Gerencia.	
VII. RESPONSABILIDAD ECONÓMICA	
Manejo de valores: responsable de que los operarios usen con el debido cuidado la maquinaria.	
Manejo de documentos: por sus funciones debe manejar documentación sensible del departamento de producción temporalmente, como reportes, informes, objetivos estratégicos de la empresa.	

Fuente: elaboración propia

2.3.5.3.3. Bitácora de reportes de producción

La bitácora de reportes de producción ha permitido mantener un mejor control de las labores realizadas a lo largo de la jornada en la prensa, esto impactó en la eficiencia, disponibilidad y calidad de la prensa, ya que el personal operativo tiene más conciencia del trabajo que realiza.

Figura 58. Bitácora de reportes de producción

BITÁCORA DE REPORTES DE PRODUCCIÓN

Area _____ Fecha _____ Inicio turno _____
 Máquina _____ Turno Día Noche Final Turno _____

No.	Nombre del trabajo	Orden de trabajo	Descripción del producto	Pliegos Impresos
1				
2				
3				
4				
5				

Fuente: elaboración propia

2.3.5.3.4. Amonestaciones y descuentos

Las amonestaciones y descuentos consisten en 3 llamadas de atención antes de tomar acciones en cuanto a reprocesos: la primera llamada de atención es verbal en el área de trabajo, la segunda llamada de atención consiste en contacto verbal, así como un memo en donde se especifican las causas de la llamada de atención, y la tercera llamada de atención consiste en contacto verbal con el encargado del área, así como un acta que indica la reincidencia.

Los descuentos están basados en las horas extras que el operario debe trabajar para reponer los reprocesos, con el detalle de que las horas requeridas por el operario para corregir el error no son remuneradas.

2.3.5.4. Indicador T.T.R.

$$\begin{aligned}\text{Indicador T. T. R.} &= \text{Eficiencia} * \text{Disponibilidad} * \text{Calidad} \\ \text{Indicador T. T. R.} &= 77,5 \% * 54,21 \% * 96,65 \% = 40,61 \% \\ \text{Mejora de T. T. R.} &= \text{T. T. R. nuevo} - \text{T. T. R.} \\ 13,92 \% &= 40,61 \% - 26,69 \%\end{aligned}$$

El aumento del indicador TTR o la productividad es de un 13,92 %, reflejando el impacto de la propuesta en el período en que fue implementada. El cambio es significativo, con el tiempo se espera que la situación siga mejorando respecto a la productividad.

2.3.5.5. Desperdicio de materia prima

El desperdicio de materia prima aumentó un 0,7 %.

2.3.5.5.1. Reutilización de materia prima desperdiciada

La materia prima desperdiciada es todo pliego de papel que por alguna razón ya no se puede enviar como producto final, es decir que tiene manchas, errores de centrado o características que le impiden contabilizarse como producto. Debido a esta razón se propuso utilizar estos pliegos de papel para hacer las pruebas de color, calibrado y centrado. Con esta propuesta se ha logrado ahorrar materia prima en aquellos trabajos repetitivos en donde sí se

cuenta con el papel que cumpla con las condiciones solicitadas. Esta mejora se ve reflejada en el indicador de calidad.

2.3.6. GTO

Para realizar el análisis de mejora se estipuló un tiempo de dos semanas para realizar la evaluación de datos. A continuación se detalla el tiempo consumido en demoras, este tiempo se determinó por medio de la observación y rutinas diarias en que se documentaron todos los paros en la etapa de producción.

Tabla L. **Pérdidas y demoras en proceso de producción GTO**

Demoras	Tiempos
Arreglos de trabajos (min)	94
Arreglos durante trabajo (min)	48
Arreglos mecánicos (min)	28
Espera o defectos de placa (min)	32
Espera de papel (min)	87
Espera de tinta (min)	15

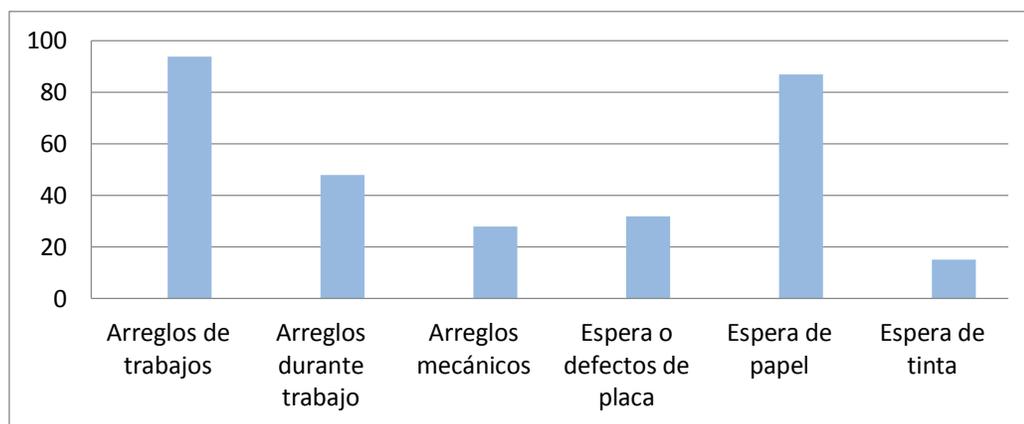
Fuente: elaboración propia

Tabla LI. **Estadísticas de producción GTO**

Generalidades	Especificaciones
Total tiempo (min)	960
Total tiempo demoras (min)	304
Total unidades trabajadas (pliegos)	8904
Total unidades defectuosas (pliegos)	576
Velocidad promedio	4500 pliegos/hora
Velocidad estándar	4800 pliegos/hora

Fuente: elaboración propia

Figura 59. **Demoras en proceso de producción GTO**



Fuente: elaboración propia

Toos los datos se obtuvieron por medio de inspecciones diarias para obtener información que pudiera certificar la mejora en los índices previamente analizados. A continuación se muestra el cálculo de los nuevos índices y después cómo ha impactado la propuesta en el departamento de producción de Grupo Litográfico.

2.3.6.1. Eficiencia

$$\text{Eficiencia propuesta} = \frac{\text{Velocidad Promedio}}{\text{Velocidad estándar}} * 100$$

$$\text{Eficiencia propuesta} = \frac{4500 \text{ Pliegos/hora}}{4800 \text{ Pliegos/hora}} * 100 = 93,75 \%$$

$$\text{Mejora de eficiencia} = \text{Eficiencia nueva} - \text{Eficiencia}$$

$$26,25 \% = 93,75 \% - 67,5 \%$$

El índice de eficiencia muestra un aumento del 26,25 %, esto debido a las medidas que se han tomado, en este caso el procedimiento de mantenimiento preventivo ha impactado en la eficiencia de la prensa debido a que, al realizar la

limpieza de forma correcta y hacer las evaluaciones correspondientes, la máquina puede trabajar de forma más eficiente.

2.3.6.1.1. Procedimientos de mantenimiento preventivo

A continuación se especifican los procedimientos de mantenimiento preventivo que se utilizaron para la máquina GTO.

Tabla LII. Procedimiento de mantenimiento preventivo

Grupo Litográfico Depto. De Producción Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividades	Pasos
Mecánico	Revisar el sistema mecánico de la prensa	1.1
	Revisar el sistema eléctrico de la prensa	1.2
	Revisar las baterías de la prensa	1.3
	Lubricar las unidades de la prensa	1.4
	Lubricar y engrasar máquina	1.5
Preñista y auxiliar	Verificar estado de la máquina	2.1
	Encender la máquina	2.2
	Utilizar el soplador de polvo para evitar que alguna partícula entre a los sistemas	2.3
	Retirar tinta sobrante de otros trabajos	2.4
	Colocar lavador de las unidades de la prensa	2.5
	Retirar materia prima de otros trabajos	2.6
Supervisor de planta	Verificar que se cumpla con las actividades de mantenimiento preventivo y limpieza	3.1

Fuente: elaboración propia

2.3.6.2. Disponibilidad

La disponibilidad de la máquina GTO se vio mejorada debido a dos aspectos de la propuesta, estos son:

- Bitácora de reportes de producción: la bitácora de reportes de producción tiene identificadas las principales causas por las que las máquinas son detenidas: factor humano y factor mecánico.
- Procedimientos de reducción de horas extra: este procedimiento tiene como fin primordial reducir las horas extra innecesarias, por medio de una serie de actividades se define un proceso que reduce las horas extra que solamente generan costos extra por mano de obra.

$$\text{Tiempo real laborado} = \text{Tiempo total evaluado} - \text{demoras}$$

$$\text{Disponibilidad nueva} = \frac{\text{Tiempo real laborado}}{\text{Tiempo total evaluado}} * 100$$

$$\text{Tiempo real laborado} = 960 - 304 = 656$$

$$\text{Disponibilidad nueva} = \frac{656}{960} * 100 = 68,33 \%$$

$$\text{Mejora de disponibilidad} = \text{disponibilidad nueva} - \text{disponibilidad}$$

$$30,07 \% = 68,33 \% - 38,26 \%$$

La disponibilidad en la máquina aumentó un 30,07 %, reflejando un impacto significativo en el indicador mencionado, es importante mencionar que este porcentaje se dio en las 2 semanas posteriores a la propuesta presentada, el impacto, como se ve, es inmediato, debido a que la problemática era sobre un tema cotidiano, los factores que mejoraron la disponibilidad son:

- La bitácora de reportes de producción: esta bitácora se refiere al seguimiento de los temas que más afectan en el tiempo de producción de la prensa, dentro de ella destacan los arreglos de preproducción, así como la influencia del factor humano en labores operativas. Esta bitácora quedaba documentada en gerencia para darle seguimiento a la resolución de los problemas más significativos.

- Procedimientos de reducción de horas extra: los procedimientos de horas extra permitieron reducir las mismas, a continuación se definen de forma más detallada dichos factores de mejora en la disponibilidad.

2.3.6.2.1. Bitácora de reportes de producción

Se comenzó a revisar los reportes diarios de la máquina GTO. Luego de presentar la situación actual del estado del departamento de producción a la Gerencia de Grupo Litográfico, se encontraron inconsistencias en lo reportado, realizar esta acción permitió tomar acciones inmediatas sobre la rutina diaria de la máquina. Estar pendiente y documentar las actividades permite que la disponibilidad de la máquina aumente. Se ha trabajado con reuniones semanales en que se discuten las principales pérdidas de trabajo descritas por los prensistas, de esta forma se resuelven los problemas que muestran frecuencia.

2.3.6.2.2. Procedimientos de reducción de horas extra

Los procedimientos de reducción de horas extra han favorecido a la disponibilidad de la máquina, pues los operarios tardaban de más en la producción de los productos para hacer horas extra y tener un ingreso extra. El jefe de producción se encarga de ver por el cumplimiento de estos procedimientos y mantener la mejora en la disponibilidad de tiempo.

Tabla LIII. **Procedimiento de reducción de horas extra**

Grupo Litográfico Depto. De Producción Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividades	Pasos
Supervisor de planta	Recoger diariamente los reportes de producción.	1.1
	Comprobar si las causas de demoras son reales.	1.2
	Mediar con el personal a cargo por inconsistencias en reportes.	1.3
Jefe de producción	Verificar la planificación de producción.	2.1
	Hablar con Gerencia para determinar si es prioritario utilizar horas extra para terminar el trabajo.	2.2
	Notificar al personal que si es necesario trabajar horas extra para terminar un pedido.	2.3
Supervisor de planta	Realizar rutinas de evaluación.	3.1
	Verificar causas por las que está parada la máquina.	3.2
	Reportar anomalías en la disponibilidad de la máquina.	3.3
	Informar al personal sobre el fin de la jornada.	3.4
	En caso de ser necesario solicitar su apoyo para horas extra.	3.5

Fuente: elaboración propia

2.3.6.3. Calidad

Unidades en buen estado = Total unidades impresas – unidades defectuosas

$$\text{Calidad nueva} = \frac{\text{Unidades en buen estado}}{\text{Unidades impresas}} * 100$$

$$\text{Unidades en buen estado} = 8904 - 576 = 8328$$

$$\text{Calidad nueva} = \frac{8328}{8904} * 100 = 93,53 \%$$

Mejora de calidad = calidad nueva – calidad

$$9,6 \% = 93,53 \% - 83,93 \%$$

La mejora de calidad es de 9,6 %, dicho indicador se mejora por medio de procedimientos de autorización de impresión y el puesto de supervisor creado para que se mantenga un mejor control en el departamento de producción.

2.3.6.3.1. Procedimientos de autorización de impresión

El procedimiento de autorización de impresión tiene como objetivo reducir al mínimo los errores de calidad, por medio de aprobación de impresión previa a comenzar la producción en línea del producto solicitado.

Tabla LIV. **Procedimiento de autorización de impresión**

Grupo Litográfico Depto. De Producción		
Elaborado por: José Sosa		
Actor	Actividades	Pasos
Supervisor de planta	Determinar cuál es el pedido que se va a producir.	1.1
	Solicitar información sobre el pedido.	1.2
	Definir importancia del trabajo a realizar.	1.3
	Solicitar aprobación de la autoridad correspondiente.	1.4
Jefe de producción	Observar pruebas de color.	2.1
	Comprobar el resultado de la prueba con la muestra adjunta al pedido.	2.2
		2.3
	Indicar que se realicen los ajustes.	2.4
Jefe de producción / jefe de diseño / Gerencia.	Comprobar el resultado de la prueba de color con muestra del pedido.	3.1
	Firmar el pliego impreso que coincide con la muestra.	3.2
	Autorizar impresión.	3.3

Fuente: elaboración propia

2.3.6.3.2. Descripción de puesto de supervisión

El supervisor de planta es el encargado de verificar que las máquinas se encuentre funcionando, también se ha encargado de solucionar aquellos problemas que están al alcance de sus posibilidades, esto impacta en la eficiencia, disponibilidad y calidad, por lo tanto en la productividad como tal.

Figura 60. **Descriptor de puestos del supervisor de producción**

DESCRIPTOR DE PUESTOS	
I. INFORMACIÓN GENERAL DEL PUESTO	
Nombre del puesto Supervisor de Producción	Departamento Producción
Puesto del jefe inmediato Jefe de producción	Elaborado por Recursos Humanos
Revisado por Recursos Humanos	Fecha de revisión Febrero 2018
II. OBJETIVO GENERAL DEL PUESTO	
Generar orden en el departamento de producción, especialmente con el personal que opera las prensas, supervisar las operaciones y actividades para promover el trabajo con rapidez, compromiso y calidad.	
III. FUNCIONES ESPECÍFICAS DEL PUESTO	
Supervisa las máquinas de la planta de producción Realiza anotaciones sobre anomalías en el proceso de producción Realiza revisiones diarias de las bitácoras de producción Realizada una recopilación de los datos revisados en las bitácoras Participa en las reuniones gerenciales sobre producción Realiza informes quincenales de los trabajos repetidos Promueve valores de trabajo en equipo	
IV. REQUISITOS	
Escolares: estudiante de último año de ingeniería industrial Experiencia: 1 año en puestos similares (deseable) Otros conocimientos: conocimientos básicos de Office, conocimientos básicos de estadística.	
V. DIFICULTAD DE LAS TAREAS	
Trabajo físico, manejo de tarimas con materia prima y producto terminado. Gestión de personal, trabajo con el personal operativo de Grupo Litográfico. Cálculos numéricos para la realización de índices y estadísticas de la producción de las máquinas.	
VI. TOMA DE DECISIONES	
Decisiones que promuevan el trabajo bien realizado y que se orienten a los objetivos propuestos por la Gerencia.	

Fuente: elaboración propia

2.3.6.3.3. Bitácora de reportes de producción

Figura 61. Bitácora de reportes de producción

BITÁCORA DE REPORTES DE PRODUCCIÓN

Area _____ Fecha _____
Máquina _____ Turno _____ Día Noche Inicio turno _____
Final Turno _____

No.	Nombre del trabajo	Orden de trabajo	Descripción del producto	Pliegos Impresos
1				
2				
3				
4				
5				

Fuente: elaboración propia

2.3.6.3.4. Amonestaciones y descuentos

Las amonestaciones y descuentos consisten en 3 llamadas de atención antes de tomar acciones en cuanto a reprocesos: la primera llamada de atención es verbal en el área de trabajo, la segunda llamada de atención consiste en contacto verbal, así como un memo en que se especifican las causas de la llamada de atención, y la tercera llamada de atención consiste en contacto verbal con el encargado del área, así como un acta que indica la reincidencia.

Los descuentos están basados en las horas extra que el operario debe trabajar para reponer los reprocesos, con el detalle de que las horas requeridas por el operario para corregir el error no son remuneradas.

2.3.6.4. Indicador TTR

Indicador T. T. R. = Eficiencia * Disponibilidad * Calidad

Indicador T. T. R. = 93,75 % * 68,33 % * 93,53 % = 59,91 %

Mejorade T. T. R. = T. T. R. nuevo – T. T. R.

37,97 % = 59,91 % – 21,94 %

El aumento del indicador TTR o la productividad es de un 37,97 %, reflejando el impacto de la propuesta presentada, empezando desde la supervisión constante que fue efectiva para dicha máquina, por otra parte, en las evaluaciones rutinarias se detectaron problemas mecánicos que fueron corregidos, esto provocó que la máquina fuera más estable en su funcionamiento.

2.3.6.5. Desperdicio de materia prima

El desperdicio de materia prima en una litografía es evidente, por lo que si no se tiene control de este aspecto las pérdidas pueden ser grandes, por esta razón se busca una forma de reducir esta pérdida, a continuación se define una forma de reutilizar materia prima.

2.3.6.5.1. Reutilización de materia prima desperdiciada

La materia prima desperdiciada es todo pliego de papel que por alguna razón ya no se puede enviar como producto final, es decir que tiene manchas, errores de centrado o características que le impiden contabilizarse como producto. Debido a esta razón se propuso utilizar estos pliegos de papel para hacer las pruebas de color, calibrado y centrado. Con esta propuesta se ha logrado ahorrar materia prima en aquellos trabajos repetitivos en que sí se cuenta

con el papel que cumpla con las condiciones solicitadas. Esta mejora se ve reflejada en el indicador de calidad.

2.3.7. Actualización de costos del departamento de producción

A continuación se presentan los costos según arreglo proporcionados por Grupo Litográfico previos a la propuesta:

Tabla LV. **Costo unitario por arreglo de máquina**

Máquina	Costo (Quetzales)
SM72	Q 400
SHINOHARA	Q 350
SORM-2	Q 300
SOR-Z	Q 325
SORM-1	Q 275
GTO	Q 250

Fuente: Grupo Litográfico

Con base en el tiempo que duraban los procedimientos en la etapa de análisis e investigación vs la duración de los procedimientos propuestos, se realizó una reestructuración de los costos de arreglo tipo A, quedando de la siguiente manera:

Tabla LVI. **Tiempo de arreglo tipo A actual vs tiempo de arreglo A propuesto**

Tiempo de arreglos		
MÁQUINA	TIEMPO ARREGLO ACTUAL	TIEMPO ARREGLO PROPUESTO
SM72	153 min	114 min
SHINOHARA	153 min	114 min
SORZ	133 min	87 min
SORM2	133 min	87 min
SORM1	129 min	75 min
GTO	129 min	75 min

Fuente: elaboración propia

Con base en los tiempos por arreglo propuestos se definieron los nuevos costos de arreglo de la siguiente manera:

$$\text{Costo de arreglo propuesto} = \frac{\text{Tiempo de arreglo nuevo} * \text{Costo de arreglo}}{\text{Tiempo de arreglo actual}}$$

Tabla LVII. **Costos propuestos para arreglo A de máquinas**

Máquina	Costo de arreglo propuesto (Q)
SM72	Q 298,03
SHINOHARA	Q 260,78
SORZ	Q 212,59
SORM2	Q 196,24
SORM1	Q 159,88
GTO	Q 145,34

Fuente: elaboración propia

2.4. Preparación de maquinaria grande (A, B y C)

Todas las máquinas de impresión *offset* llevan una serie de pasos de preproducción que sirven para calibrar y centrar el papel, así como ajustar los colores que se requieren en la impresión. Estos diagramas fueron aprobados por las autoridades de Grupo Litográfico, también se especifican las funciones para el personal involucrado en operaciones de producción. A continuación se define con una descripción y serie de pasos la preparación de maquinaria grande.

2.4.1. Arreglo A

El arreglo A es una serie de operaciones de preproducción que sirven para preparar la máquina y que esta se encuentre en condiciones de producir. A continuación se define dicho proceso.

2.4.1.1. Definición

Es equivalente a un arreglo completo, ocurre cuando se prepara la maquinaria y equipo para un cambio de producto con diferentes características del que se había realizado anteriormente, se tiene que hacer un arreglo total, es decir: lavado de prensa, lavado de batería, contar papel, escuadre de material, cambio de placas, centrar imagen, encarrilar colores, presión de cilindros, graduar tinteros, cambio de solución para las 4 o 5 unidades de la máquina.

2.4.1.2. Recursos

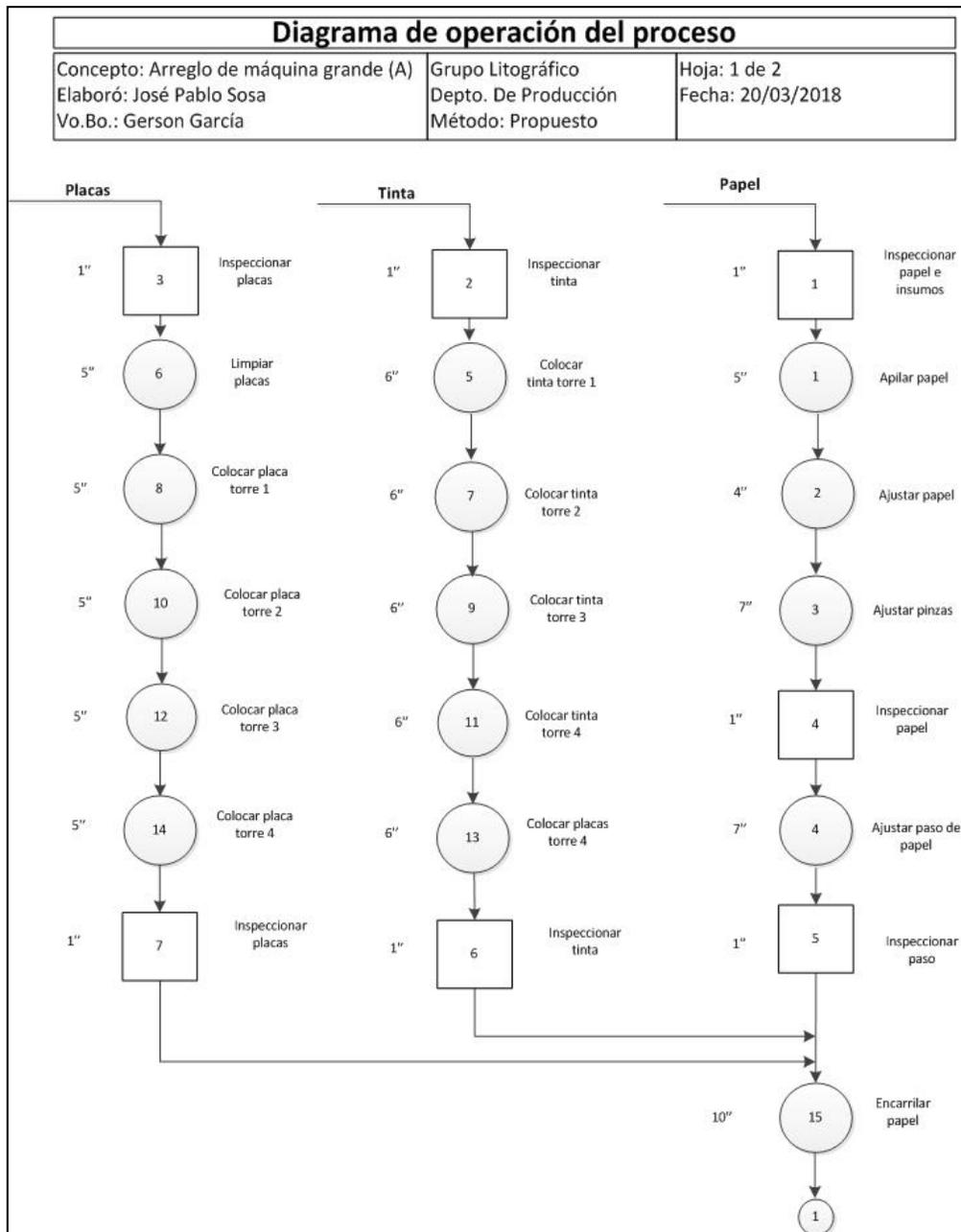
- Placa: es una lámina metálica que lleva toda la información imprimible y que, al recibir la tinta, distribuye esta de forma significativa para que

después se traslade al papel donde se va imprimir, para el caso de máquinas grandes se necesitan de 4 a 5 placas.

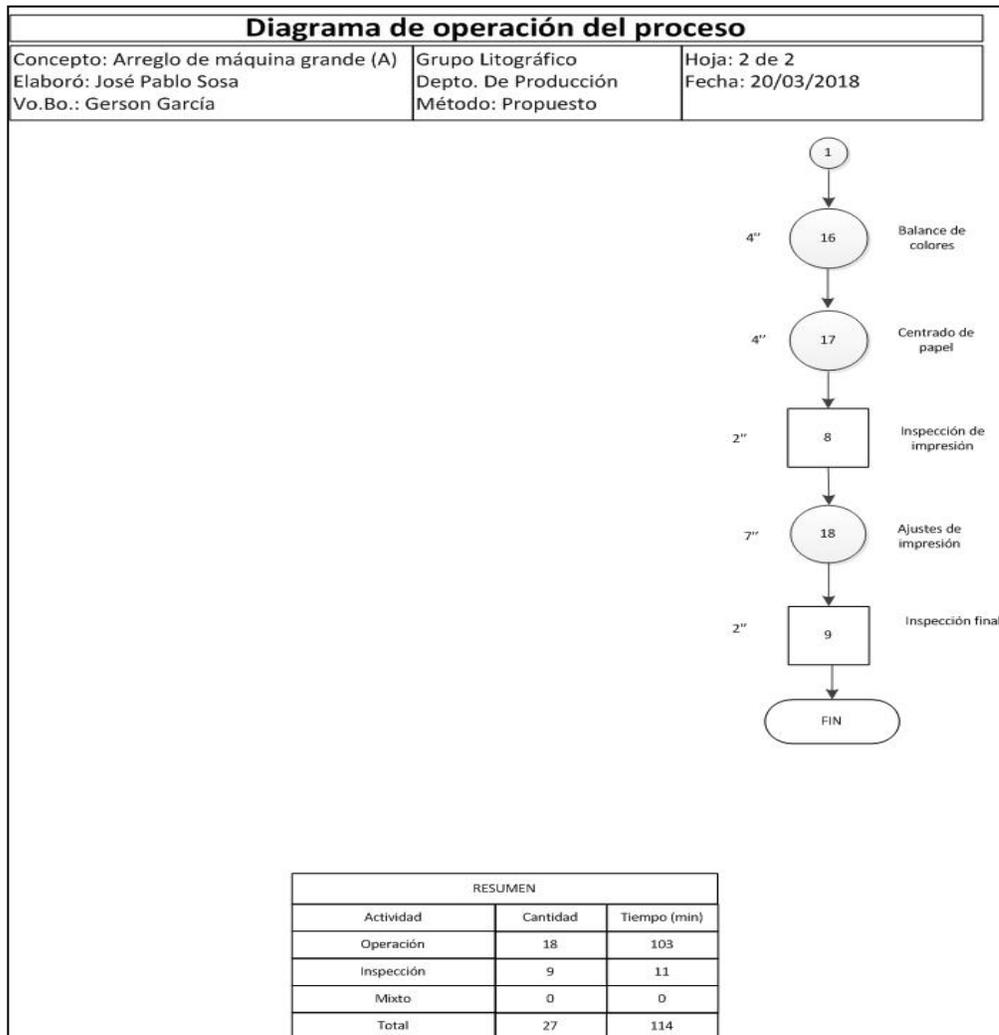
- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y este se elige según características que se desean del producto final.
- Tinta: es el medio de impresión, es decir lo que se adhiere al papel para darle color al trabajo, los cuatro colores básicos son: amarillo, cyan, magenta y negro, cada color representa una unidad de las 4 o 5 disponibles en una máquina de 4 o 5 colores.
- Lavador: el lavador es un líquido especial que se utiliza para remover basura y restos de tinta de las placas, este líquido se utiliza para mantener las placas en buen estado para su uso. Por medio de observación se observó que se requiere un litro de lavador por arreglo.
- Goma: líquido que se le coloca a las placas después de su uso para que estas se conserven en buen estado, es un protector. Por medio de observación se determinó que se necesita 1 litro de goma por arreglo.

2.4.1.3. Diagrama de operaciones

Figura 62. Arreglo A de máquina grande



Continuación de la figura 62.



Fuente: elaboración propia

2.4.1.4. Responsables

- Prensista: un encargado principal de la máquina de 4 ó 5 colores, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones.

- Auxiliar: un encargado de verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.4.2. Arreglo B

El arreglo B consiste en una serie de operaciones para preparar la impresión de la maquinaria, este arreglo se produce cuando se cambia de un trabajo a otro que es similar.

2.4.2.1. Definición

Se refiere a cuando se cambia la impresión de un producto a otro, pero el siguiente producto es de características similares, en este arreglo se procede a realizar: lavado de máquina, cambio de placas, cambio de papel y encarrilar colores para las 4 ó 5 unidades.

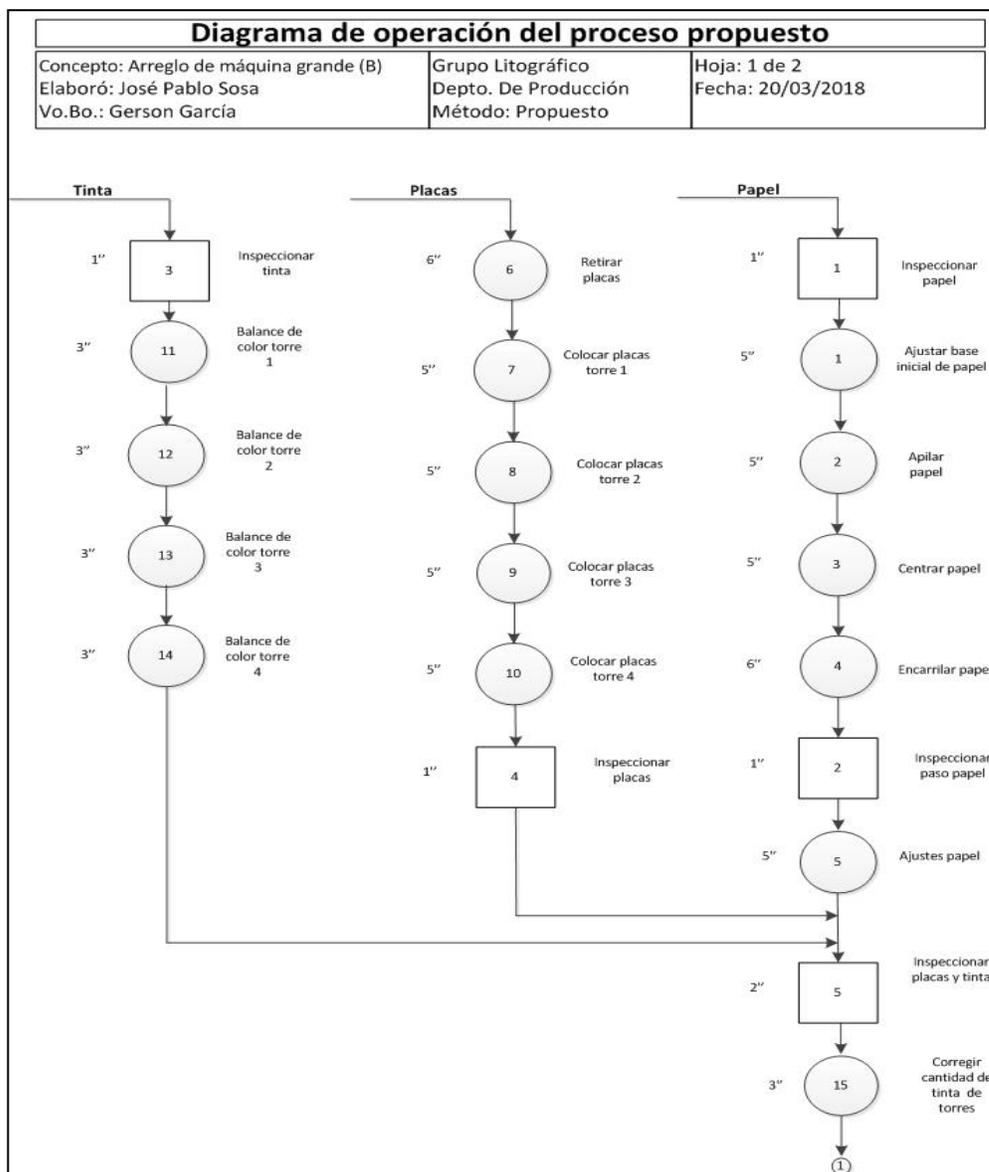
2.4.2.2. Recursos

- Placas: es una lámina metálica que lleva toda la información imprimible y que, al recibir la tinta, distribuye esta de forma significativa para que después se traslade al papel donde se va imprimir, para el caso de máquinas grandes se necesitan de 4 a 5 placas.
- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y esta se elige según características que se desean del producto final.
- Lavador: el lavador es un líquido especial que se utiliza para remover basura y restos de tinta de las placas, este líquido se utiliza para mantener las placas en buen estado para su uso.

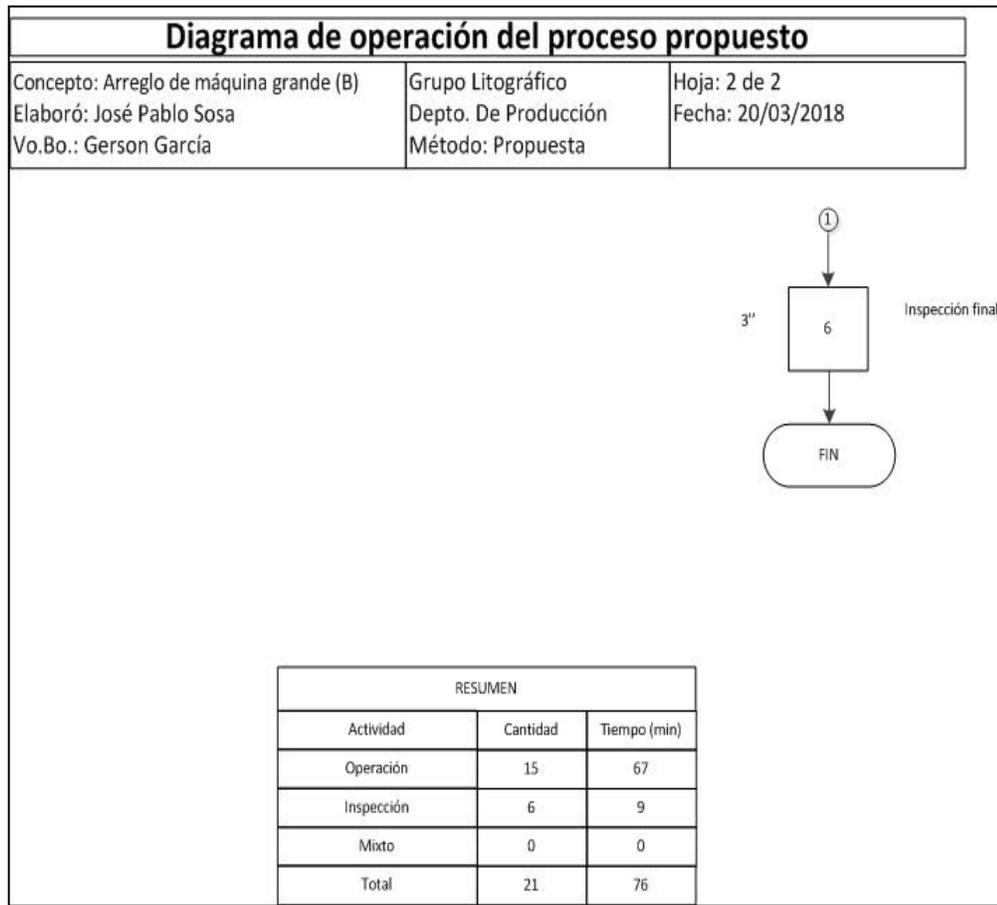
- Goma: líquido que se le coloca a las placas después de su uso para que estas se conserven en buen estado, es un protector.

2.4.2.3. Diagrama de operaciones

Figura 63. Arreglo B propuesto para máquina grande



Continuación de la figura 63.



Fuente: elaboración propia

2.4.2.4. Responsables

- Prensista: un encargado principal de la máquina de 4 ó 5 colores, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones.
- Auxiliar: un encargado de verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.4.3. Arreglo C

El arreglo C consiste en reanudar operaciones luego de una pausa, ya que la tinta suele asentarse, a continuación se define dicho arreglo para máquinas grandes.

2.4.3.1. Definición

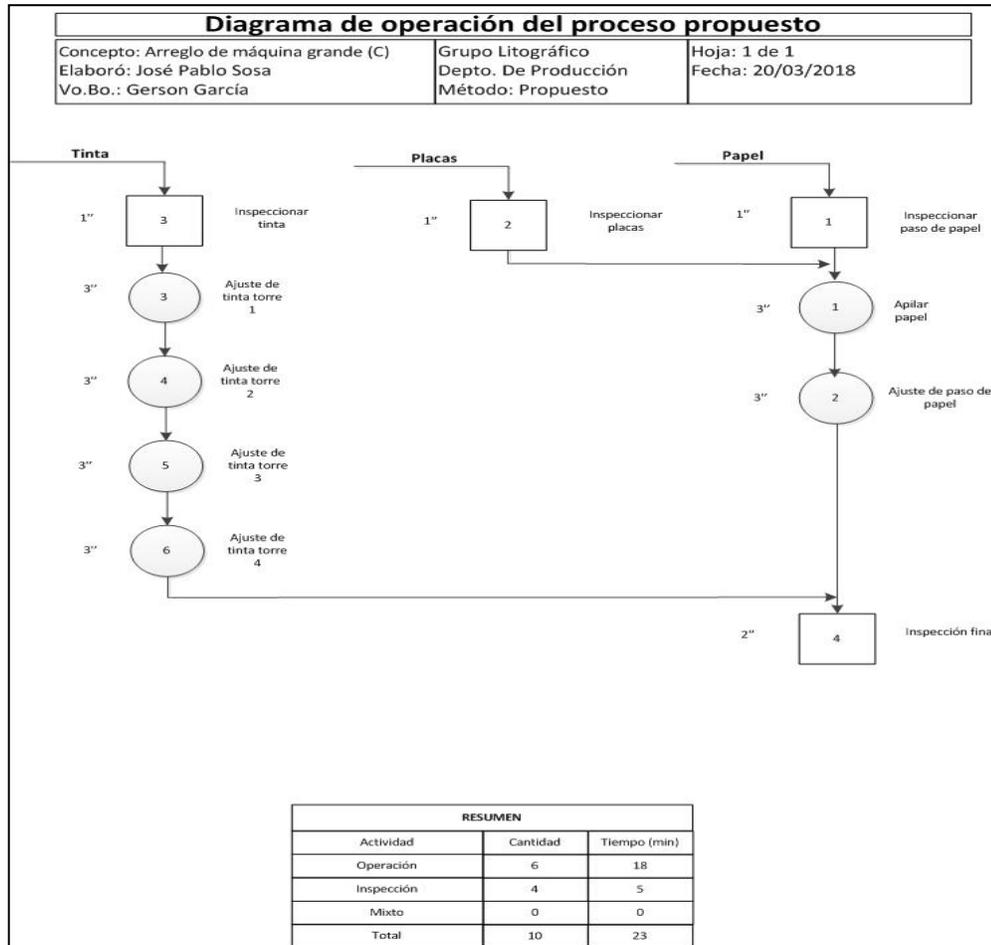
Es cuando se deja de imprimir un producto por cierto período de tiempo pero se continuará con el mismo trabajo después de la pausa. Para este solo ocurre una limpieza de maquinaria, equipo menor y encarrilar colores de las 4 ó 5 unidades.

2.4.3.2. Recursos

- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y esta se elige según características que se desean del producto final.

2.4.3.3. Diagrama de operaciones

Figura 64. Arreglo C propuesto para máquina grande



Fuente: elaboración propia

2.4.3.4. Responsabilidades

- Prensista: un encargado principal de la máquina de 4 ó 5 colores, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones.

- Auxiliar: un encargado de verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.5. Preparación de maquinaria Mediana (A, B y C)

La preparación de maquinaria mediana consiste en las operaciones a realizar en la maquinaria mediana, esta preparación se divide en tres tipos, a continuación se definen los arreglos tipo A.

2.5.1. Arreglo A

El arreglo A consiste en una serie de operaciones que se realizan para que la maquinaria se encuentre en condiciones óptimas para iniciar operaciones.

2.5.1.1. Definición

Es equivalente a un arreglo completo, ocurre cuando se prepara al maquinaria y equipo para un cambio de producto con diferentes características del que se había realizado anteriormente, se tiene que hacer un arreglo total, es decir: lavado de prensa, lavado de batería, contar papel, escuadre de material, cambio de placas, centrar imagen, encarrilar colores, presión de cilindros, graduar tinteros, cambio de solución para las 2 unidades de la máquina.

2.5.1.2. Recursos

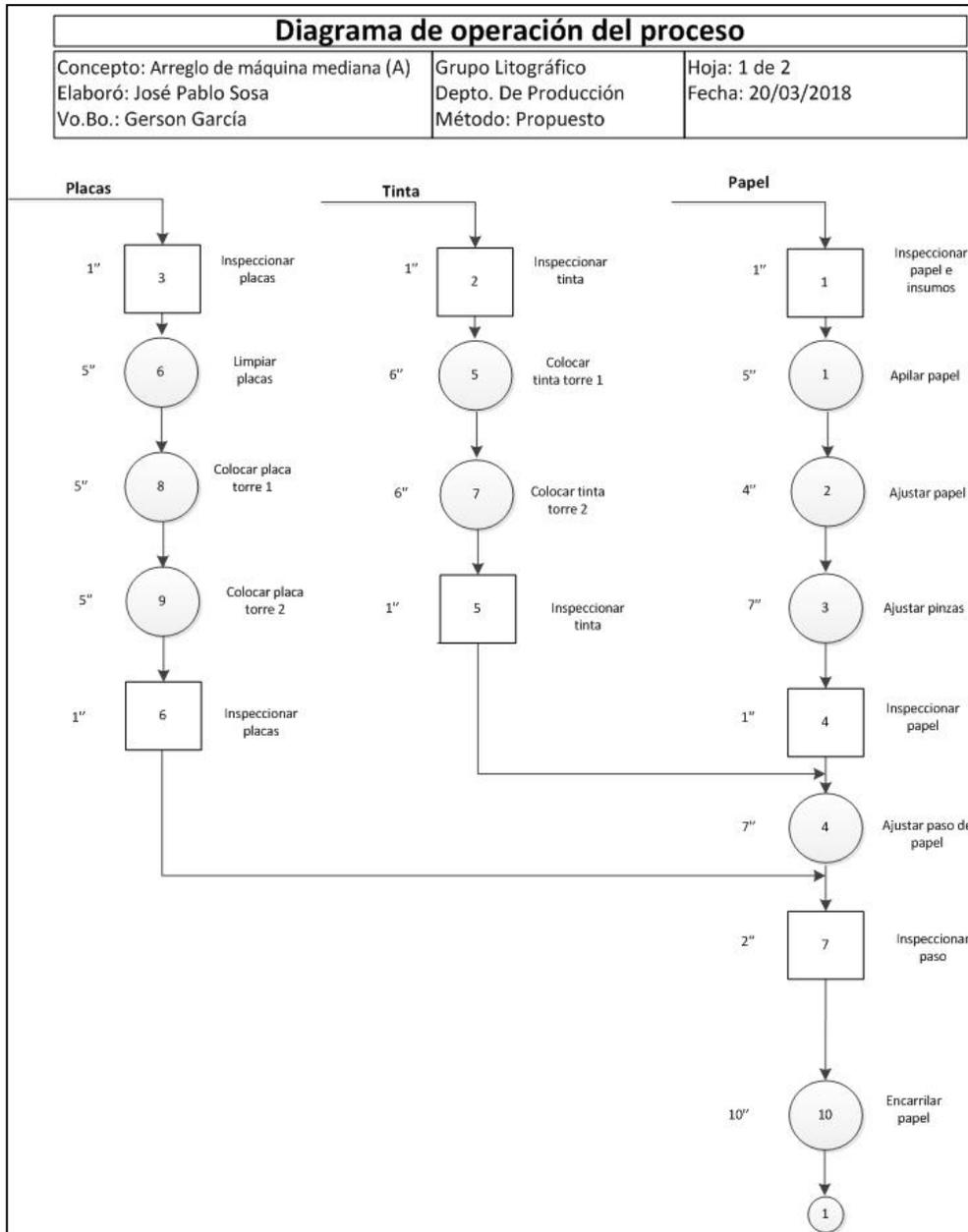
- Placas: es una lámina metálica que lleva toda la información imprimible y que, al recibir la tinta, distribuye esta de forma significativa para que

después se traslade al papel donde se va imprimir, para el caso de máquinas grandes se necesitan de 4 a 5 placas.

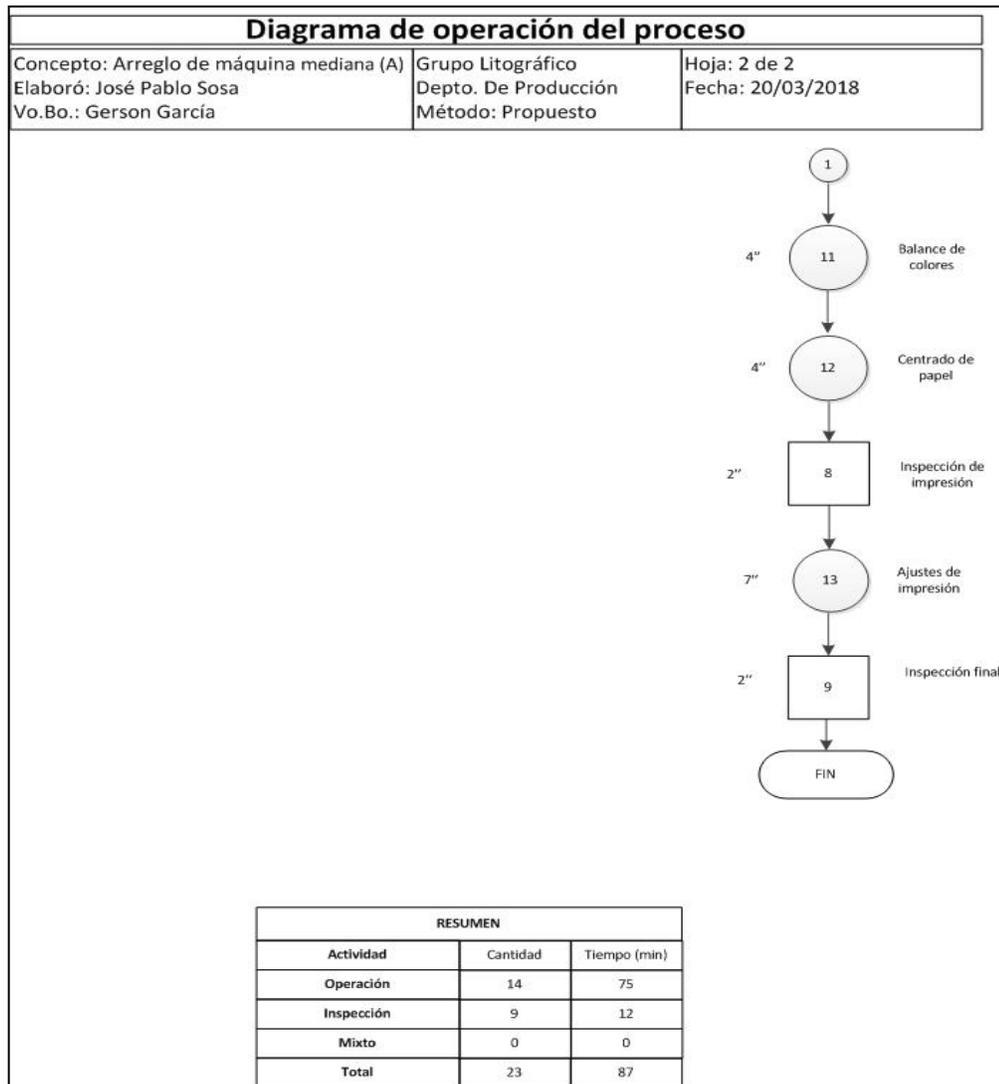
- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y esta se elige según características que se desean del producto final.
- Tinta: es el medio de impresión, es decir lo que se adhiere al papel para darle color al trabajo, los cuatro colores básicos son: amarillo, cyan, magenta y negro, cada color representa una unidad de las 4 ó 5 disponibles en una máquina de 4 ó 5 colores.
- Lavador: el lavador es un líquido especial que se utiliza para remover basura y restos de tinta de las placas, este líquido se utiliza para mantener las placas en buen estado para su uso.
- Goma: líquido que se le coloca a las placas después de su uso para que estas se conserven en buen estado, es un protector.

2.5.1.3. Diagrama de operaciones

Figura 65. Arreglo A propuesto para máquina mediana



Continuación de la figura 65.



Fuente: elaboración propia

2.5.1.4. Responsables

- Prensista: encargado principal de la máquina de 2 colores, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones. Encargado

de verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.5.2. Arreglo B

El arreglo B consiste en preparar la máquina luego de realizar un trabajo pero cuando el siguiente tiene condiciones similares, a continuación se define dicho arreglo.

2.5.2.1. Definición

Se refiere a cuando se cambia la impresión de un producto a otro, pero el siguiente producto es de características similares, en este arreglo se procede a realizar: lavado de máquina, cambio de placas, cambio de papel y encarrilar colores para las 2 unidades.

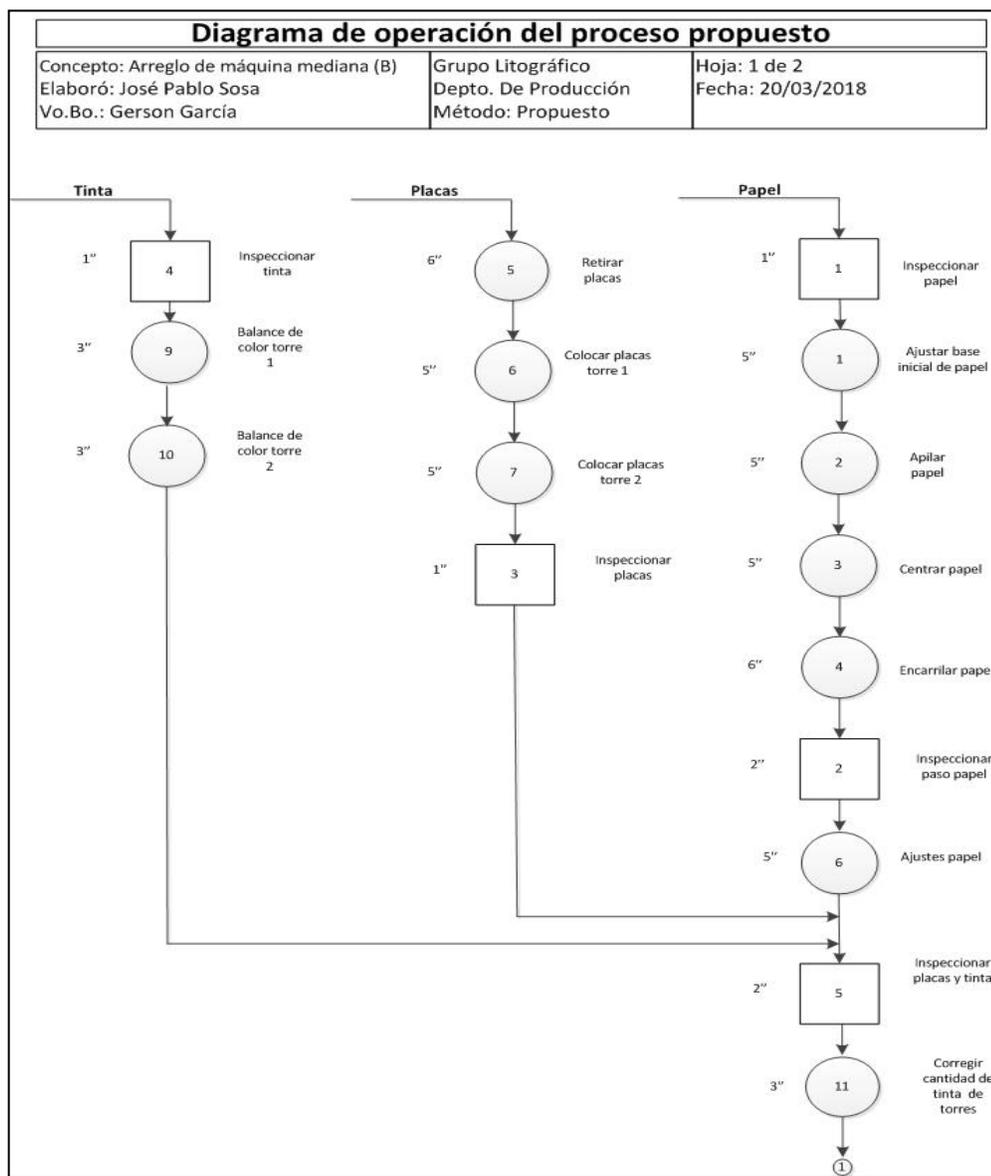
2.5.2.2. Recursos

- Placas: es una lámina metálica que lleva toda la información imprimible y que, al recibir la tinta, distribuye esta de forma significativa para que después se traslade al papel donde se va imprimir, para el caso de máquinas grandes se necesitan 2 placas.
- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y esta se elige según características que se desean del producto final.
- Lavador: el lavador es un líquido especial que se utiliza para remover basura y restos de tinta de las placas, este líquido se utiliza para mantener las placas en buen estado para su uso.

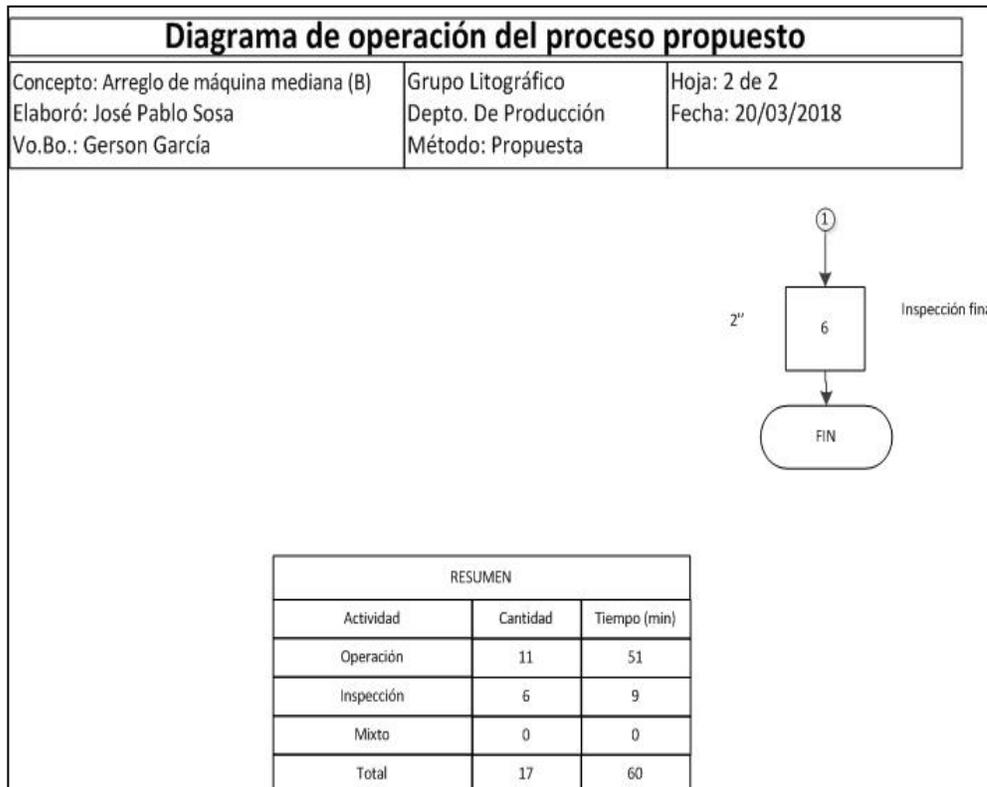
- Goma: líquido que se le coloca a las placas después de su uso para que estas se conserven en buen estado, es un protector.

2.5.2.3. Diagrama de operaciones

Figura 66. Arreglo B propuesto para máquina mediana



Continuación de la figura 66.



Fuente: elaboración propia

2.5.2.4. Responsables

- Prensista: encargado principal de la máquina de 2 colores, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones. Encargado de verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.5.3. Arreglo C

El arreglo C se realiza luego de una pausa en el proceso de producción, a continuación se muestra su definición.

2.5.3.1. Definición

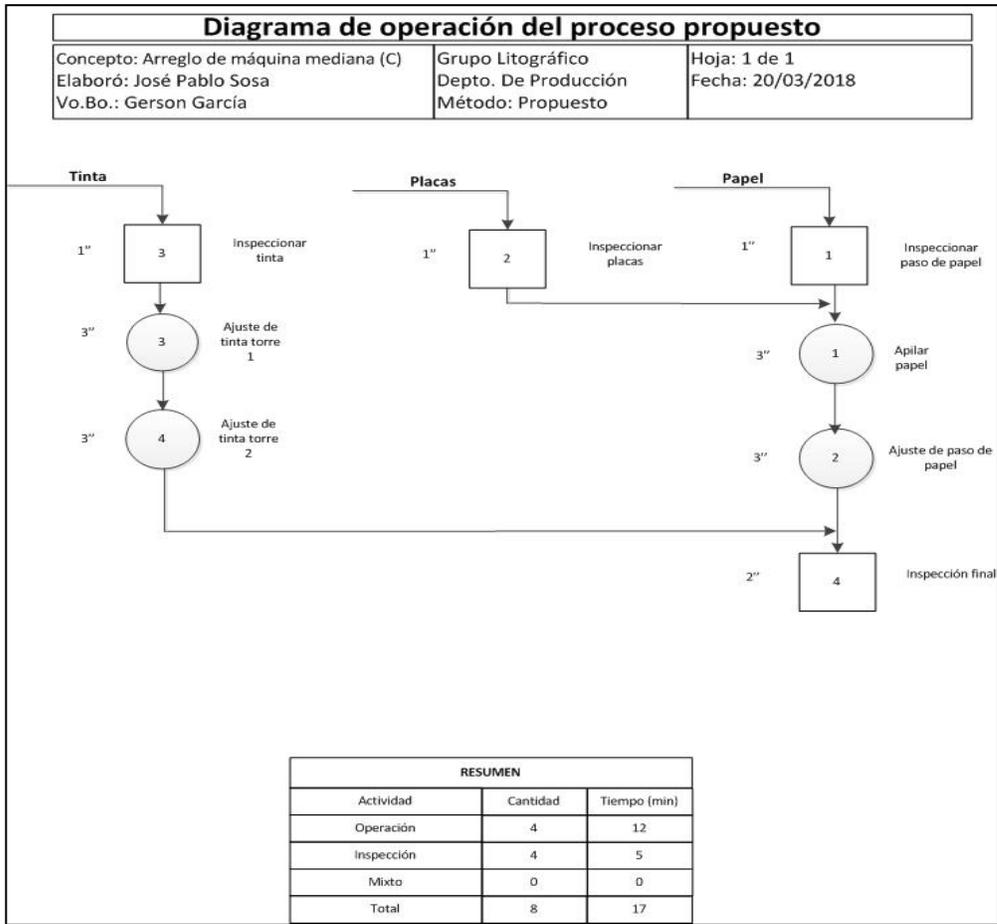
Es cuando se deja de imprimir un producto por cierto período de tiempo, pero se continuará con el mismo trabajo después de la pausa. Para este solo ocurre una limpieza de maquinaria, equipo menor y encarrilar colores de las 2 unidades.

2.5.3.2. Recursos

- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y esta se elige según características que se desean del producto final.

2.5.3.3. Diagrama de operaciones

Figura 67. Arreglo C propuesto para máquina mediana



Fuente: elaboración propia

2.5.3.4. Responsabilidades

Prensista: encargado principal de la máquina de 2 colores, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones. Encargado de

verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.6. Preparación de maquinaria pequeña (A,B y C)

Todas las máquinas de impresión *offset* llevan una serie de pasos de preproducción que sirven para calibrar y centrar el papel, así como ajustar los colores que se requieren en la impresión. Estos diagramas fueron aprobados por las autoridades de Grupo Litográfico, también se especifican las funciones para el personal involucrado en operaciones de producción, a continuación se define con una descripción y serie de pasos la preparación de maquinaria pequeña.

2.6.1. Arreglo A

El arreglo A es una serie de operaciones de preproducción que sirven para preparar la máquina y que esta se encuentre en condiciones de producir, a continuación se define dicho proceso.

2.6.1.1. Definición

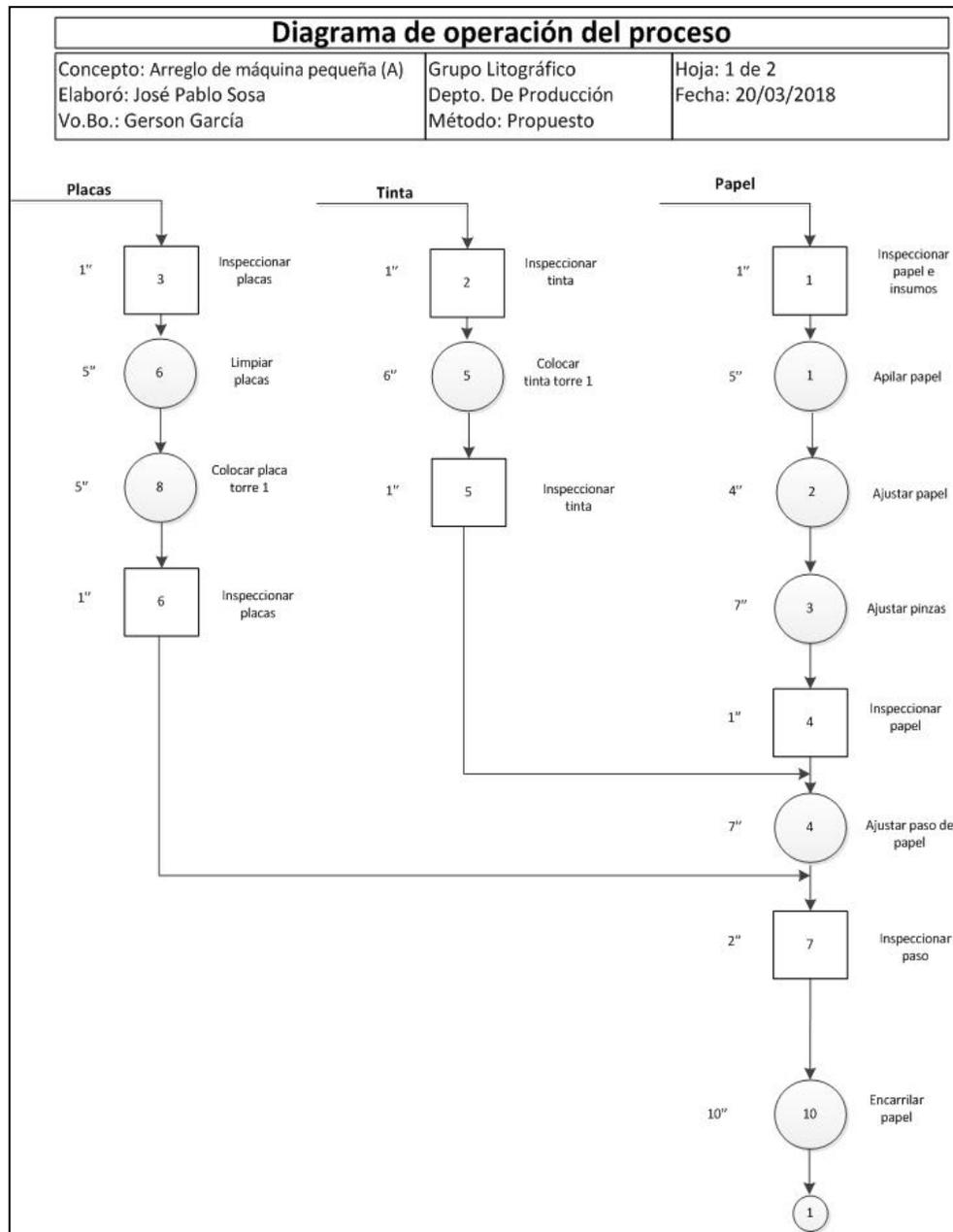
Es equivalente a un arreglo completo, ocurre cuando se prepara la maquinaria y equipo para un cambio de producto con diferentes características del que se había realizado anteriormente, se tiene que hacer un arreglo total, es decir: lavado de prensa, lavado de batería, contar papel, escuadre de material, cambio de placas, centrar imagen, encarrilar colores, presión de cilindros, graduar tinteros, cambio de solución para la unidad de la máquina.

2.6.1.2. Recursos

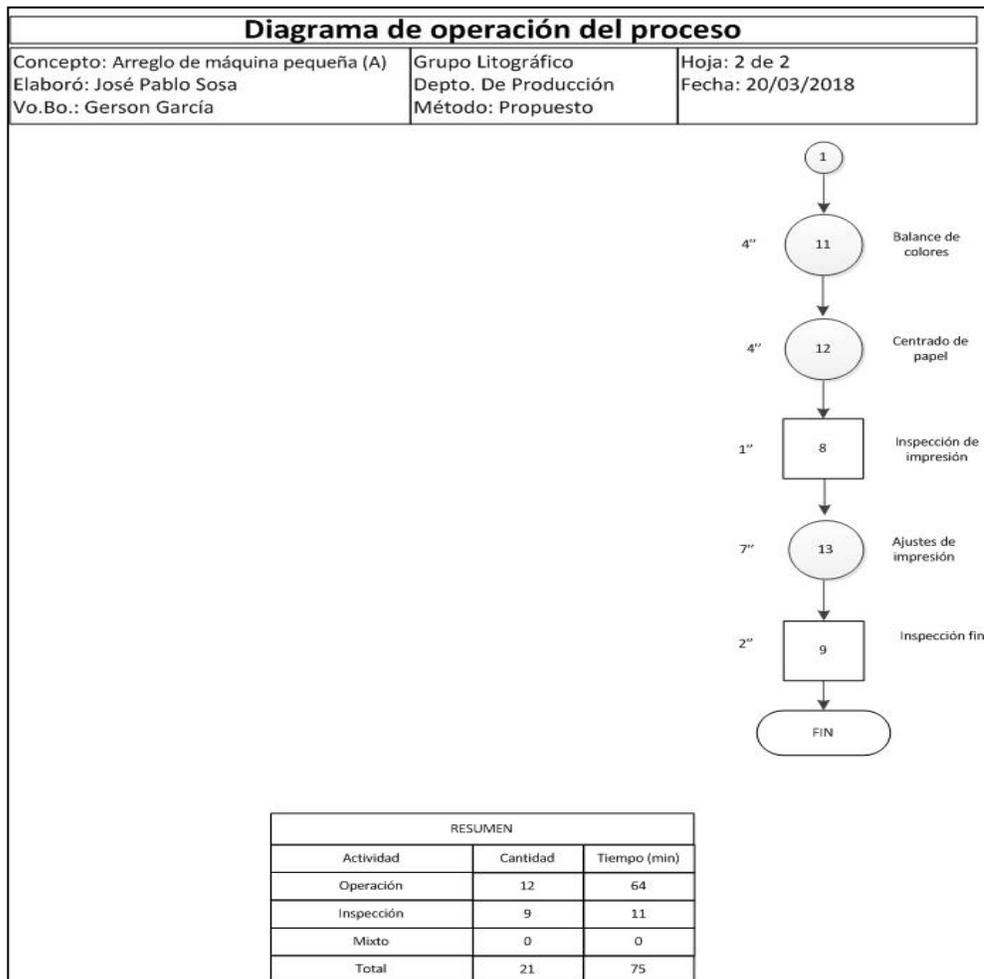
- Placas: es una lámina metálica que lleva toda la información imprimible y que, al recibir la tinta, distribuye esta de forma significativa para que después se traslade al papel donde se va imprimir, para el caso de máquinas grandes se necesitan de 4 a 5 placas.
- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y esta se elige según características que se desean del producto final.
- Tinta: es el medio de impresión, es decir lo que se adhiere al papel para darle color al trabajo, los cuatro colores básicos son: amarillo, cyan, magenta y negro, cada color representa una unidad de las 4 o 5 disponibles en una máquina de 4 o 5 colores.
- Lavador: el lavador es un líquido especial que se utiliza para remover basura y restos de tinta de las placas, este líquido se utiliza para mantener las placas en buen estado para su uso.
- Goma: líquido que se le coloca a las placas después de su uso para que estas se conserven en buen estado, es un protector.

2.6.1.3. Diagrama de operaciones

Figura 68. Arreglo A propuesto para máquina pequeña



Continuación de la gráfica 68.



Fuente: elaboración propia

2.6.1.4. Responsables

- Prensista :encargado principal de la máquina de 1 color, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones. Encargado de verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.6.2. Arreglo B

El arreglo B consiste en una serie de operaciones para preparar la impresión de la maquinaria, este arreglo se produce cuando se cambia de un trabajo a otro que es similar.

2.6.2.1. Definición

Se refiere a cuando se cambia la impresión de un producto a otro, pero el siguiente producto es de características similares, en este arreglo se procede a realizar: lavado de máquina, cambio de placas, cambio de papel y encarrilar colores para la unidad.

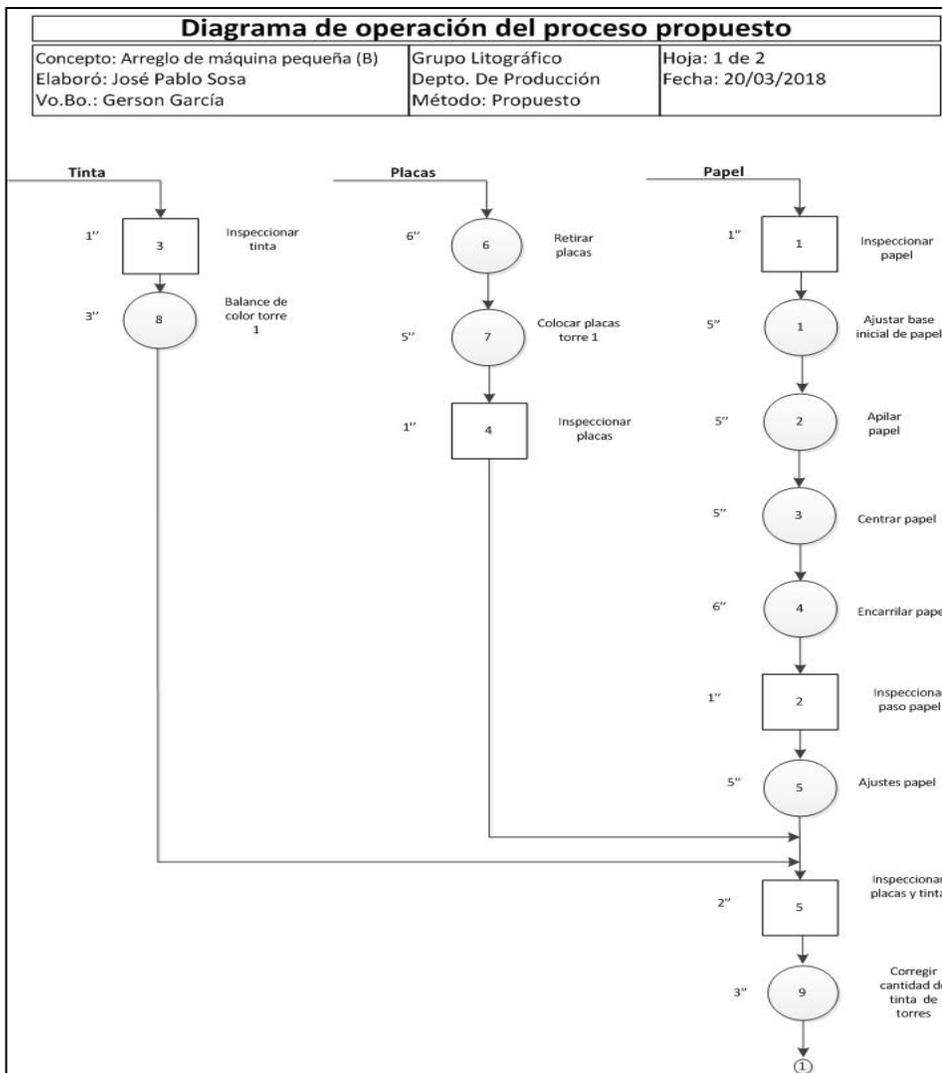
2.6.2.2. Recursos

- Orden de producción: documento que identifica el producto que se elaborará, cuenta con información sobre cantidad, colores, material, otros procesos y es la guía del personal operativo para elaborar el producto según solicita el cliente.
- Placas: es una lámina metálica que lleva toda la información imprimible y que al recibir la tinta distribuye esta de forma significativa, para que después se traslade al papel donde se va imprimir, para el caso de máquinas grandes se necesita 1 placa.
- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y esta se elige según características que se desean del producto final.
- Lavador: el lavador es un líquido especial que se utiliza para remover basura y restos de tinta de las placas, este líquido se utiliza para mantener las placas en buen estado para su uso.

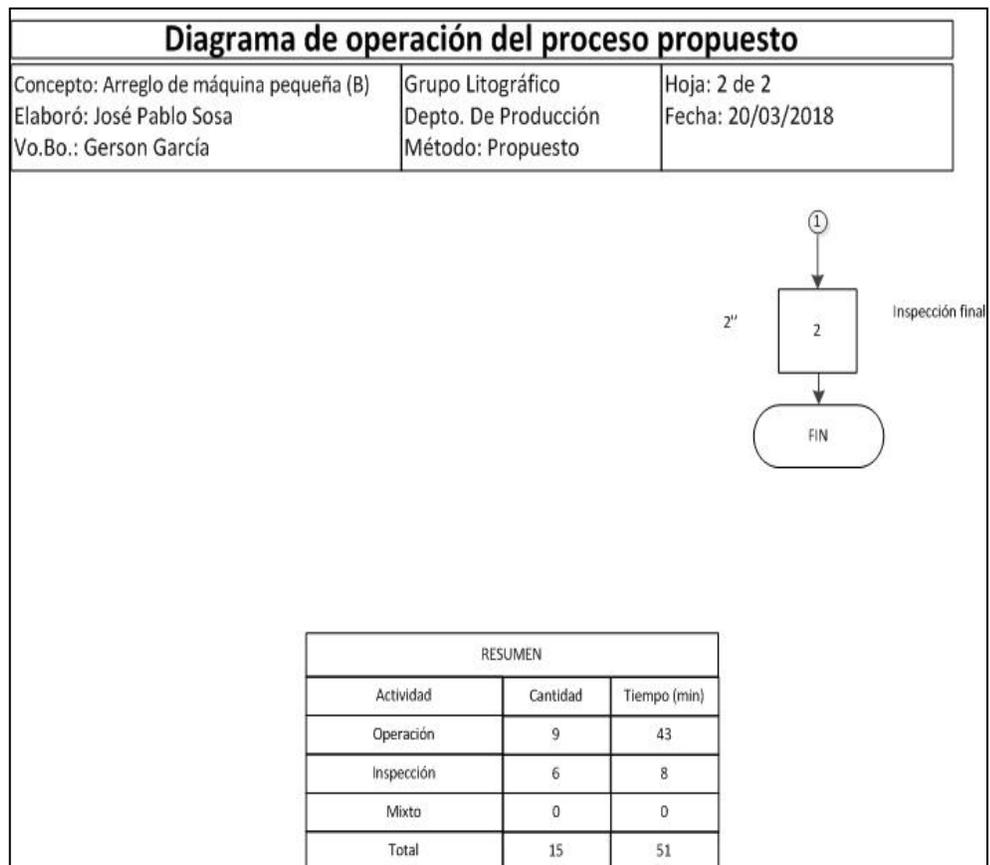
- Goma: líquido que se le coloca a las placas después de su uso para que estas se conserven en buen estado, es un protector.

2.6.2.3. Diagrama de operaciones

Figura 69. Arreglo B propuesto para máquinas pequeñas



Continuación con la figura 69.



Fuente: elaboración propia

2.6.2.4. Responsables

Prensista: encargado principal de la máquina de 2 colores, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones. Encargado de verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.6.3. Arreglo C

El arreglo C consiste en reanudar operaciones luego de una pausa, ya que la tinta suele asentarse, a continuación se define dicho arreglo para máquinas pequeñas.

2.6.3.1. Definición

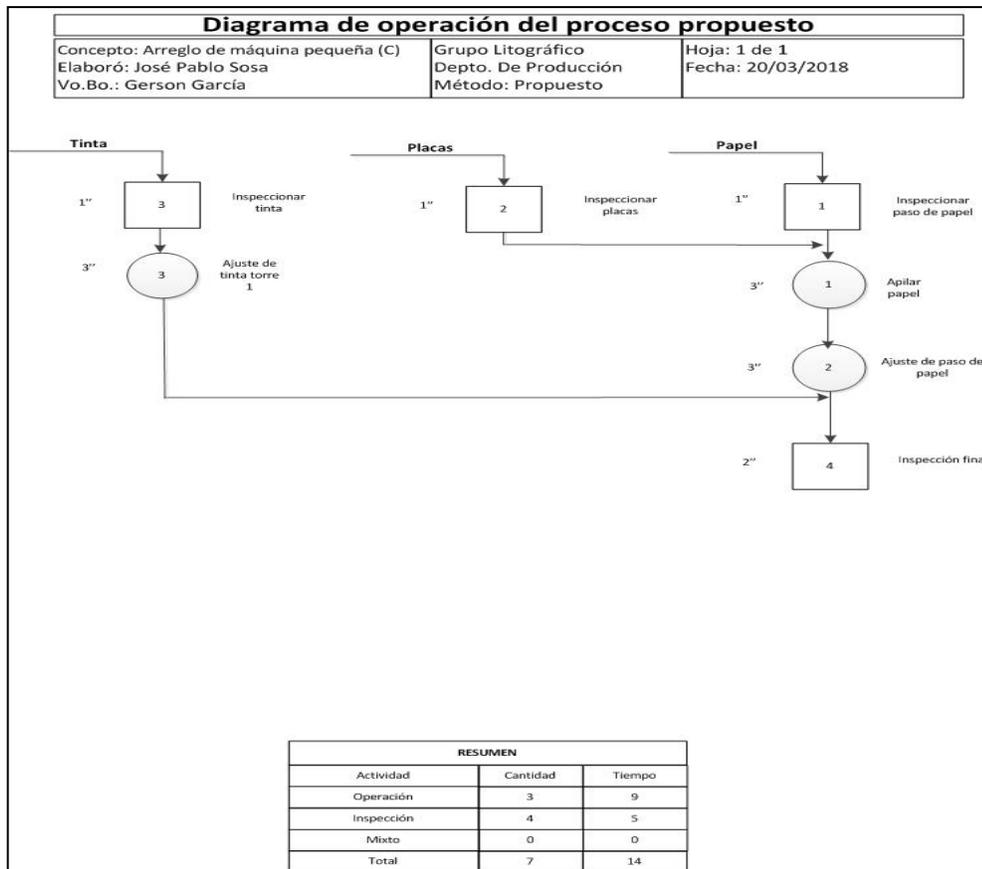
Es cuando se deja de imprimir un producto por cierto período de tiempo, pero se continuará con el mismo trabajo después de la pausa. Para este solo ocurre una limpieza de maquinaria, equipo menor y encarrilar colores de la unidad.

2.6.3.2. Recursos

- Papel: es la materia prima que se utilizará según necesidad y requerimiento del cliente, hay mucha variedad de papel y esta se elige según características que se desean del producto final.

2.6.3.3. Diagrama de operaciones

Figura 70. Arreglo C propuesto para máquinas pequeñas



Fuente: elaboración propia

2.6.3.4. Responsabilidades

- Prensista: encargado principal de la máquina de 2 colores, responsable de velar porque el producto se imprima en óptimas condiciones. Encargado de verificar que la máquina esté funcionando de forma adecuada, así como de retirar papel impreso y apilar materia prima para que esta sea impresa.

2.7. Diseño de plan de mantenimiento preventivo del equipo grande, mediano y pequeño de impresión

El plan de mantenimiento preventivo es fundamental para la planta de Grupo Litográfico, por medio del mismo se establece una serie de formatos y planificación de cómo se debe proceder para mejorar la eficiencia y productividad de las máquinas en donde se desea implementar el plan de mantenimiento. Es importante mencionar que la planificación fue realizada desde cero, pues en Grupo Litográfico no hay ninguna especificación de formatos o procedimientos respecto a mantenimiento.

2.7.1.1. Documentos y fichas técnicas

Es necesario establecer un plan de forma escrita para organizar los cambios pertinentes en una planta de producción, es decir no se puede pretender cambiar y mejorar la situación actual sin hacer un plan sobre las medidas que se tomarán o los procedimientos que cambiarán con las nuevas herramientas a utilizar para mejorar la productividad en la impresión *offset*.

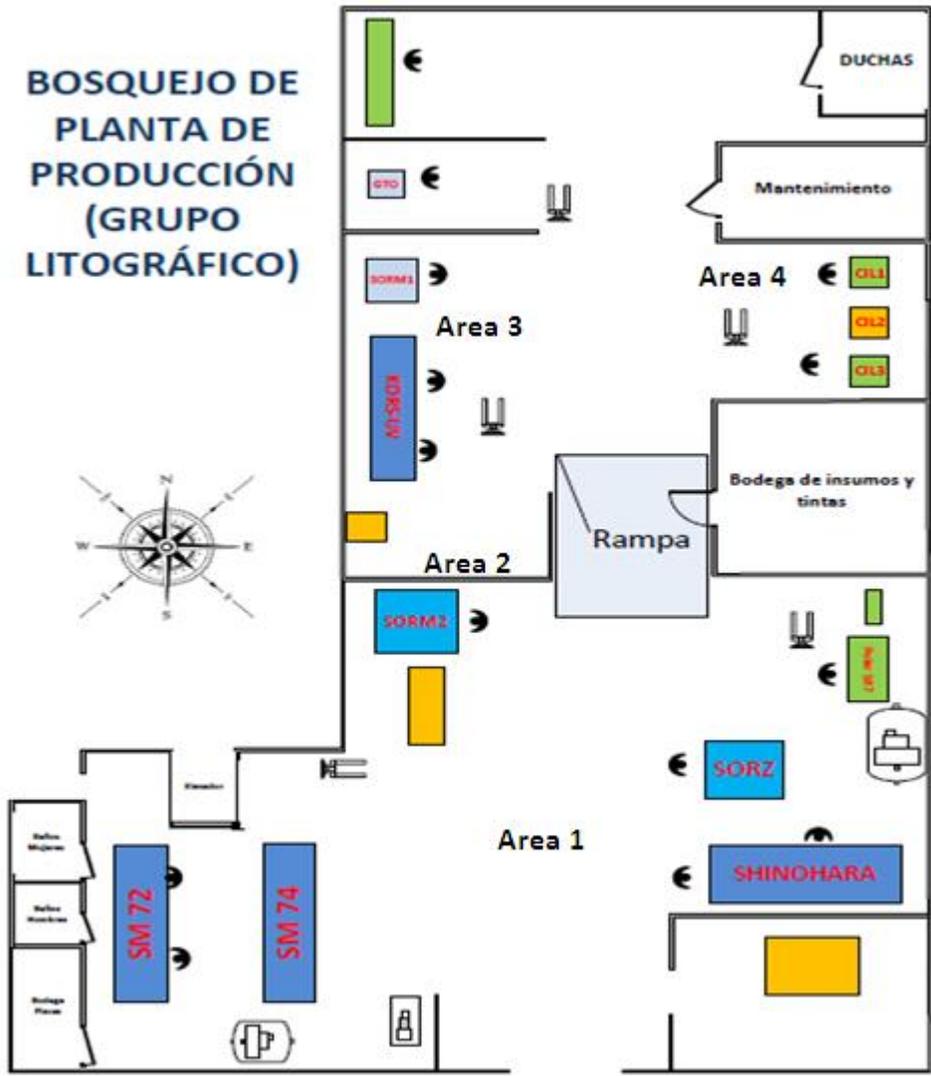
El plan de mantenimiento preventivo busca mejorar la situación actual de la maquinaria de Grupo Litográfico, específicamente el plan se centra en prevenir problemas en las máquinas a la hora de su funcionamiento, así como mejorar la eficiencia, disponibilidad de tiempo, calidad y productividad del departamento de producción como tal.

2.7.1.2. Bosquejo de planta

El bosquejo de la planta se realizó con la finalidad de mostrar la distribución actual de las máquinas y personal en la planta de producción, de esta

forma se pueden planear modificaciones a la distribución y tener una vista previa de cómo quedaría la propuesta.

Figura 71. Bosquejo de planta



Fuente: elaboración propia

2.7.1.3. Registro de maquinaria y equipo disponible de la planta

El registro de maquinaria y equipo disponible de la planta consiste en una lista en donde se describen características básicas de las máquinas con las que se dispone.

Tabla LVIII. Inventario de maquinaria y equipo

Cantidad	Máquina	Colores
1	Speed Master 72	5
1	Speed Master 74	5
1	Shinohara	4
1	Heidelberg SORZ	2
1	Heidelberg SORM2	2
1	Heidelberg SORM1	1
1	Heidelberg GTO	1
1	Barnizadora KORS UV	Secundaria
3	Heidelberg Cilindro	Secundaria
2	Guillotina Polar 107	Secundaria

Fuente: elaboración propia

2.7.1.4. Codificación e identificación de maquinaria y equipo disponible

La codificación de la maquinaria indica la cantidad de colores que puede imprimir cada una de ellas, es decir, si la máquina está en el área 1 es porque puede imprimir entre 4 y 5 colores al mismo tiempo, si está en el área 2 puede imprimir 2 colores y si está en el área 3 puede imprimir 1 color.

Tabla LIX. **Codificación de maquinaria y equipo**

Definición de Áreas				
Área 1	Máquinas de impresión offset de 4 a 5 colores			
Área 2	Máquinas de impresión offset de 2 colores			
Área 3	Máquinas de impresión offset de 1 color			
Área 4	Máquinas secundarias			
Prensas grandes				
Posición	Área de trabajo	Equipo	Cantidad	Código
1	1	SM-72	1	A1-SM72
2	1	SM-74	1	A1-SM74
3	1	SHINOHARA	1	A1-SHINO
Prensas medianas				
Posición	Área de trabajo	Equipo	Cantidad	Código
4	2	SOR-Z	1	A2-SORZ
5	2	SORM2	1	A2-SORM2
Prensas pequeñas				
Posición	Área de trabajo	Equipo	Cantidad	Código
6	3	SORM1	1	A3-SORM1
7	3	GTO	1	A3-GTO
Maquinaria secundaria				
Posición	Área de trabajo	Equipo	Cantidad	Código
8	4	KORS-UV	1	A4-KORSUV
9	4	HEIDELBERG	2	A4-CIL1
10	4	Guillotina polar	1	A4-POL

Fuente: elaboración propia

2.7.1.5. Fichas de descripción de maquinaria de impresión *offset* del departamento de producción

Las fichas de descripción de maquinaria de impresión *offset* son documentos en donde se describen las características básicas de las máquinas

que están en la planta, estas fichas se mantendrán en cada una de ellas para brindar información que en su momento sea necesaria.

2.7.1.5.1. SM72

Figura 72. Perfil de máquina SM72

LITOGRAFÍA OPP		
PERFIL DE MÁQUINA	No. 1	

GENERALIDADES		
Máquina:		Código
Speed Master 72		A-1SM72
Marca:	Modelo:	Colores
Heidelberg	72	5

TIEMPOS DE OPERACIÓN	
Jornada laboral:	Personal requerido
Diurna / Nocturna	2
Vel:	Manual de máquina
12,000 p/h	Si

Información de Fábrica / Especificaciones		
Marca	Tipo	Impresión
Heidelberg	5 colores	Offset
Pliego min.	Pliego max.	Tamaño placa
15,75 x 14,5"	29,125 x 20,5 "	29,375 x 24 "

Arreglos		
A	B	C
114 min	51 min	23 min

Fuente: elaboración propia

2.7.1.5.2. Shinohara

Figura 73. Perfil de máquina Shinohara

LITOGRAFÍA OPP		
PERFIL DE MÁQUINA	No. 1	

GENERALIDADES		
Máquina:		Código
Shinohara		A-1SHINO
Marca:	Modelo:	Colores
Shinohara	5500	4

Shinohara

TIEMPOS DE OPERACIÓN		
Jornada laboral:		Personal requerido
Diurna / Nocturna		2
Vel:		Manual de máquina
8,000 p/h		Si

Información de Fábrica / Especificaciones		
Marca	Tipo	Impresión
Shinohara	4 colores	Offset
Pliego min.	Pliego max.	Tamaño placa
15,75 x 10,75	29,53 x 23,03 "	29,125 x 23,812

Arreglos		
A	B	C
114 min	51 min	23 min

Fuente: elaboración propia

2.7.1.5.3. Sorm-2

Figura 74. Perfil de máquina SORM-2

LITOGRAFÍA OPP		
PERFIL DE MÁQUINA	No. 1	

GENERALIDADES		
Máquina:		Código
SORM2		A2-SORM2
Marca:	Modelo:	Colores
Heidelberg	SORM	2

TIEMPOS DE OPERACIÓN		
Jornada laboral:	Personal requerido	
Diurna / Nocturna	1	
Vel:	Manual de máquina	
6,500 p/h	Si	

SORM-2

Información de Fábrica / Especificaciones		
Marca	Tipo	Impresión
Heidelberg	2 colores	Offset
Pliego min.	Pliego max.	Tamaño placa
14 x 11 "	29,125 x 20	24,25 x 28,5 "

Arreglos		
A	B	C
87 min	60 min	17 min

Fuente: elaboración propia

2.7.1.5.4. Sor-Z

Figura 75. Perfil de máquina SOR-Z

LITOGRAFÍA OPP		
PERFIL DE MÁQUINA	No. 1	

GENERALIDADES		
Máquina:		Código
SOR Z		A2-SORZ
Marca:	Modelo:	Colores
Heidelberg	SOR Z	2

TIEMPOS DE OPERACIÓN	
Jornada laboral:	Personal requerido
Diurna	1
Vel max.:	Manual de máquina
3500 p/h	Si

SOR Z

Información de Fábrica / Especificaciones		
Marca	Tipo	Impresión
Heidelberg	2 colores	Offset
Pliego min.	Pliego max.	Tamaño placa
20,47 x 14,17 "	40 x 27,5 "	40,625 x 30,675 "

Arreglos		
A	B	C
87 min	60 min	17 min

Fuente: elaboración propia

2.7.1.5.5. Sorm-1

Figura 76. Perfil de máquina SORM-1

LITOGRAFÍA OPP		
PERFIL DE MÁQUINA	No. 1	

GENERALIDADES		
Máquina:		Código
SORM1		A3-SORM1
Marca:	Modelo:	Colores
Heidelberg	SORM	1

TIEMPOS DE OPERACIÓN	
Jornada laboral:	Personal requerido
Diurna / Nocturna	1
Vel:	Manual de máquina
8,000 p/h	Si

Información de Fábrica / Especificaciones		
Marca	Tipo	Impresión
Heidelberg	1 colores	Offset
Pliego min.	Pliego max.	Tamaño placa
14 x 11 "	29,125 x 20	24,25 x 28,5 "

Arreglos		
A	B	C
75 min	51 min	14 min

SORM-1

Fuente: elaboración propia

2.7.1.5.6.

GTO

Figura 77. Perfil de máquina GTO

LITOGRAFÍA OPP		
PERFIL DE MÁQUINA	No. 1	

GENERALIDADES		
Máquina:		Código
GTO		A3-GTO
Marca:	Modelo:	Colores
Heidelberg	GTO	1

TIEMPOS DE OPERACIÓN		
Jornada laboral:		Personal requerido
Diurna / Nocturna		1
Vel max.:		Manual de máquina
4,800 p/h		Si

GTO

Información de Fábrica / Especificaciones		
Marca	Tipo	Impresión
Heidelberg	1 colores	Offset
Pliego min.	Pliego max.	Tamaño placa
7 X 4 "	17,5 x 12 "	17,75 x 14,57 "

Arreglos		
A	B	C
75 min	51 min	14 min

Fuente: elaboración propia

2.7.1.6. Procedimientos de mantenimiento para equipo de impresión *offset*

Los procedimientos de mantenimiento para equipo de impresión *offset* se refieren a las operaciones o acciones a realizar para dar mantenimiento preventivo a los diversos sistemas con los que cuenta la máquina. Para determinar la actividad, el tiempo estimado y el personal encargado se recurrió a documentar las actividades y a entrevistar al personal de mantenimiento para calcular el tiempo de duración de las mismas.

2.7.1.6.1. SM72

Tabla LX. Operaciones de mantenimiento para prensa SM-72

ACTIVIDADES DE SISTEMA ELÉCTRICO	Código	T. estimado	Personal estimado
Revisión de conexiones eléctricas	ME1	1 hora	1
Revisión de voltaje	ME2	30 min	1
Revisión de amperaje	ME3	30 min	1
Limpieza de tarjetas eléctricas	ME4	1 hora	1
Revisión servo motores	ME5	4 horas	2
Revisión de motor principal	ME6	1,5 horas	2
Revisión de cableado en general	ME7	2 horas	2
Inspección de sistema de iluminación	ME8	45 min	1
Cambio de lámparas	ME9	30 min	1
ACTIVIDADES SISTEMA MECÁNICO	Código	T. estimado	Personal estimado
Ajustes y alineación de partes móviles	MM1	2 horas	2
Revisión de engranajes	MM2	1 hora	1
Ajuste de engranajes	MM3	4 horas	2
Inspección de fajas y cojinetes	MM4	1 hora	1
Cambio de fajas y cojinetes	MM5	2 horas	2
Revisión de accesorios y piezas mecánicas	MM6	4 horas	2

Continuación de la tabla LX.

ACTIVIDADES BATERIA DE RODILLOS	Código	T. estimado	Personal estimado
Inspección de rodillos de agua	MR1	2 horas	2
Cambio de rodillos de agua	MR2	2 horas	2
Inspección de rodillos de forma	MR3	2 horas	2
Cambio de rodillos de forma	MR4	2 horas	2
Inspección de rodillos oscilantes	MR5	2 horas	2
Cambio de rodillos oscilantes	MR6	2 horas	2
Re encauche de rodillos	MR7	2 horas	2
Limpieza de torres	MR8	2 horas	2
ACTIVIDADES DE LIMPIEZA GENERAL	Código	T. estimado	Personal estimado
Limpieza superficial de máquina	ML1	2 horas	1
Limpieza de entrada de prensa	ML2	2 horas	1
Limpieza de salida de prensa	ML3	2.5 horas	2
Remover polvo anti repinte	ML4	1 hora	1
ACTIVIDADES DE SISTEMA DE INGRESO DE PAPEL	Código	T. estimado	Personal estimado
Inspección de pinzas	MI1	2 horas	2
Calibración de pinzas	MI2	2 horas	2
Limpieza de pinzas	MI3	2 horas	2
Inspección se succionadores	MI4	1 hora	1
Cambio de succionadores	MI5	1 hora	1
Inspección de resortes	MI6	2 horas	2
Cambio de resortes	MI7	2 horas	2
Revisión de mangueras de aire	MI8	30 minutos	1
ACTIVIDADES DE LUBRICACIÓN	Código	T. estimado	Personal estimado
Cambio de aceite	MLUB1	20 min	1
Inspeccionar fugas de aceite	MLUB2	1,5 horas	1
Revisar niveles de aceite	MLUB3	30 min	1
Lubricación de piezas	MLUB4	2 horas	2
Engrase	MLUB5	2 horas	2

Fuente: elaboración propia

2.7.1.6.2. Shinohara

Tabla LXI. Operaciones de mantenimiento para prensa Shinohara

ACTIVIDADES DE SISTEMA ELÉCTRICO	Código	T. estimado	Personal estimado
Revisión de conexiones eléctricas	ME1	1 hora	1
Revisión de voltaje	ME2	30 min	1
Revisión de amperaje	ME3	30 min	1
Limpieza de tarjetas eléctricas	ME4	1 hora	1
Revisión servo motores	ME5	4 horas	2
Revisión de motor principal	ME6	1,5 horas	2
Revisión de cableado en general	ME7	2 horas	2
Inspección de sistema de iluminación	ME8	45 min	1
Cambio de lámparas	ME9	30 min	1
ACTIVIDADES SISTEMA MECÁNICO	Código	T. estimado	Personal estimado
Ajustes y alineación de partes móviles	MM1	2 horas	2
Revisión de engranajes	MM2	1 hora	1
Ajuste de engranajes	MM3	4 horas	2
Inspección de fajas y cojinetes	MM4	1 hora	1
Cambio de fajas y cojinetes	MM5	2 horas	2
Revisión de accesorios y piezas mecánicas	MM6	4 horas	2
ACTIVIDADES BATERÍA DE RODILLOS	Código	T. estimado	Personal estimado
Inspección de rodillos de agua	MR1	2 horas	2
Cambio de rodillos de agua	MR2	2 horas	2
Inspección de rodillos de forma	MR3	2 horas	2
Cambio de rodillos de forma	MR4	2 horas	2
Inspección de rodillos oscilantes	MR5	2 horas	2
Cambio de rodillos oscilantes	MR6	2 horas	2
Re encauche de rodillos	MR7	2 horas	2
Limpieza de torres	MR8	2 horas	2
ACTIVIDADES DE LIMPIEZA GENERAL	Código	T. estimado	Personal estimado
Limpieza superficial de máquina	ML1	2 horas	1
Limpieza de entrada de prensa	ML2	2 horas	1
Limpieza de salida de prensa	ML3	2,5 horas	2

Continuación de la tabla LXI.

Remover polvo anti repinte	ML4	1 hora	1
ACTIVIDADES DE SISTEMA DE INGRESO DE PAPEL	Código	T. estimado	Personal estimado
Inspección de pinzas	MI1	2 horas	2
Calibración de pinzas	MI2	2 horas	2
Limpieza de pinzas	MI3	2 horas	2
Inspección se seccionadores	MI4	1 hora	1
Cambio de seccionadores	MI5	1 hora	1
Inspección de resortes	MI6	2 horas	2
Cambio de resortes	MI7	2 horas	2
Revisión de mangueras de aire	MI8	30 minutos	1
ACTIVIDADES DE LUBRICACIÓN	Código	T. estimado	Personal estimado
Cambio de aceite	MLUB1	20 min	1
Inspeccionar fugas de aceite	MLUB2	1,5 horas	1
Revisar niveles de aceite	MLUB3	30 min	1
Lubricación de piezas	MLUB4	2 horas	2
Engrase	MLUB5	2 horas	2

Fuente: elaboración propia

2.7.1.6.3. Sorm-2

Tabla LXII. Operaciones de mantenimiento para prensaSORM-2

ACTIVIDADES DE SISTEMA ELÉCTRICO	Código	T. estimado	Personal estimado
Revisión de conexiones eléctricas	ME1	1 hora	1
Revisión de voltaje	ME2	30 min	1
Revisión de amperaje	ME3	30 min	1
Limpieza de tarjetas eléctricas	ME4	1 hora	1
Revisión servo motores	ME5	4 horas	2
Revisión de motor principal	ME6	1,5 horas	2
Revisión de cableado en general	ME7	2 horas	2
Inspección de sistema de iluminación	ME8	45 min	1
Cambio de lámparas	ME9	30 min	1
ACTIVIDADES SISTEMA MECÁNICO	Código	T. estimado	Personal estimado

Continuación de la tabla LXII.

Ajustes y alineación de partes móviles	MM1	2 horas	2
Revisión de engranajes	MM2	1 hora	1
Ajuste de engranajes	MM3	4 horas	2
Inspección de fajas y cojinetes	MM4	1 hora	1
Cambio de fajas y cojinetes	MM5	2 horas	2
Revisión de accesorios y piezas mecánicas	MM6	4 horas	2
ACTIVIDADES BATERÍA DE RODILLOS	Código	T. estimado	Personal estimado
Inspección de rodillos de agua	MR1	2 horas	2
Cambio de rodillos de agua	MR2	2 horas	2
Inspección de rodillos de forma	MR3	2 horas	2
Cambio de rodillos de forma	MR4	2 horas	2
Inspección de rodillos oscilantes	MR5	2 horas	2
Cambio de rodillos oscilantes	MR6	2 horas	2
Re encauche de rodillos	MR7	2 horas	2
Limpieza de torres	MR8	2 horas	2
ACTIVIDADES DE LIMPIEZA GENERAL	Código	T. estimado	Personal estimado
Limpieza superficial de máquina	ML1	2 horas	1
Limpieza de entrada de prensa	ML2	2 horas	1
Limpieza de salida de prensa	ML3	2.5 horas	2
Remover polvo anti repinte	ML4	1 hora	1
ACTIVIDADES DE SISTEMA DE INGRESO DE PAPEL	Código	T. estimado	Personal estimado
Inspección de pinzas	MI1	2 horas	2
Calibración de pinzas	MI2	2 horas	2
Limpieza de pinzas	MI3	2 horas	2
Inspección se succionadores	MI4	1 hora	1
Cambio de succionadores	MI5	1 hora	1
Inspección de resortes	MI6	2 horas	2
Cambio de resortes	MI7	2 horas	2
Revisión de mangueras de aire	MI8	30 minutos	1
ACTIVIDADES DE LUBRICACIÓN	Código	T. estimado	Personal estimado
Cambio de aceite	MLUB1	20 min	1
Inspeccionar fugas de aceite	MLUB2	1,5 horas	1
Revisar niveles de aceite	MLUB3	30 min	1
Lubricación de piezas	MLUB4	2 horas	2

Continuación de la tabla LXII.

Engrase	MLUB5	2 horas	2
---------	-------	---------	---

Fuente: elaboración propia

2.7.1.6.4. Sor-Z

Tabla LXIII. Operaciones de mantenimiento para prensa SOR-Z

ACTIVIDADES DE SISTEMA ELÉCTRICO	Código	T. estimado	Personal estimado
Revisión de conexiones eléctricas	ME1	1 hora	1
Revisión de voltaje	ME2	30 min	1
Revisión de amperaje	ME3	30 min	1
Limpieza de tarjetas eléctricas	ME4	1 hora	1
Revisión servo motores	ME5	4 horas	2
Revisión de motor principal	ME6	1,5 horas	2
Revisión de cableado en general	ME7	2 horas	2
Inspección de sistema de iluminación	ME8	45 min	1
Cambio de lámparas	ME9	30 min	1
ACTIVIDADES SISTEMA MECÁNICO	Código	T. estimado	Personal estimado
Ajustes y alineación de partes móviles	MM1	2 horas	2
Revisión de engranajes	MM2	1 hora	1
Ajuste de engranajes	MM3	4 horas	2
Inspección de fajas y cojinetes	MM4	1 hora	1
Cambio de fajas y cojinetes	MM5	2 horas	2
Revisión de accesorios y piezas mecánicas	MM6	4 horas	2
ACTIVIDADES BATERIA DE RODILLOS	Código	T. estimado	Personal estimado
Inspección de rodillos de agua	MR1	2 horas	2
Cambio de rodillos de agua	MR2	2 horas	2
Inspección de rodillos de forma	MR3	2 horas	2
Cambio de rodillos de forma	MR4	2 horas	2
Inspección de rodillos oscilantes	MR5	2 horas	2
Cambio de rodillos oscilantes	MR6	2 horas	2
Re encauche de rodillos	MR7	2 horas	2

Continuación de la tabla LXIII.

Limpieza de torres	MR8	2 horas	2
ACTIVIDADES DE LIMPIEZA GENERAL	Código	T. estimado	Personal estimado
Limpieza superficial de máquina	ML1	2 horas	1
Limpieza de entrada de prensa	ML2	2 horas	1
Limpieza de salida de prensa	ML3	2.5 horas	2
Remover polvo anti repinte	ML4	1 hora	1
ACTIVIDADES DE SISTEMA DE INGRESO DE PAPEL	Código	T. estimado	Personal estimado
Inspección de pinzas	MI1	2 horas	2
Calibración de pinzas	MI2	2 horas	2
Limpieza de pinzas	MI3	2 horas	2
Inspección se succionadores	MI4	1 hora	1
Cambio de succionadores	MI5	1 hora	1
Inspección de resortes	MI6	2 horas	2
Cambio de resortes	MI7	2 horas	2
Revisión de mangueras de aire	MI8	30 minutos	1
ACTIVIDADES DE LUBRICACIÓN	Código	T. estimado	Personal estimado
Cambio de aceite	MLUB1	20 min	1
Inspeccionar fugas de aceite	MLUB2	1,5 horas	1
Revisar niveles de aceite	MLUB3	30 min	1
Lubricación de piezas	MLUB4	2 horas	2
Engrase	MLUB5	2 horas	2

Fuente: elaboración propia

2.7.1.6.5. Sorm-1

Tabla LXIV. Operaciones de mantenimiento para prensaSORM-1

ACTIVIDADES DE SISTEMA ELÉCTIO	Código	T. estimado	Personal estimado
Revisión de conexiones eléctricas	ME1	1 hora	1
Revisión de voltaje	ME2	30 min	1
Revisión de amperaje	ME3	30 min	1
Limpieza de tarjetas eléctricas	ME4	1 hora	1
Revisión servo motores	ME5	4 horas	2
Revisión de motor principal	ME6	1,5 horas	2
Revisión de cableado en general	ME7	2 horas	2
Inspección de sistema de iluminación	ME8	45 min	1
Cambio de lámparas	ME9	30 min	1
ACTIVIDADES SISTEMA MECÁNICO	Código	T. estimado	Personal estimado
Ajustes y alineación de partes móviles	MM1	2 horas	2
Revisión de engranajes	MM2	1 hora	1
Ajuste de engranajes	MM3	4 horas	2
Inspección de fajas y cojinetes	MM4	1 hora	1
Cambio de fajas y cojinetes	MM5	2 horas	2
Revisión de accesorios y piezas mecánicas	MM6	4 horas	2
ACTIVIDADES BATERÍA DE RODILLOS	Código	T. estimado	Personal estimado
Inspección de rodillos de agua	MR1	2 horas	2
Cambio de rodillos de agua	MR2	2 horas	2
Inspección de rodillos de forma	MR3	2 horas	2
Cambio de rodillos de forma	MR4	2 horas	2
Inspección de rodillos oscilantes	MR5	2 horas	2
Cambio de rodillos oscilantes	MR6	2 horas	2
Re encauche de rodillos	MR7	2 horas	2
Limpieza de torres	MR8	2 horas	2
ACTIVIDADES DE LIMPIEZA GENERAL	Código	T. estimado	Personal estimado
Limpieza superficial de máquina	ML1	2 horas	1
Limpieza de entrada de prensa	ML2	2 horas	1
Limpieza de salida de prensa	ML3	2,5 horas	2

Continuación de la tabla LXIV.

Remover polvo anti repinte	ML4	1 hora	1
ACTIVIDADES DE SISTEMA DE INGRESO DE PAPEL	Código	T. estimado	Personal estimado
Inspección de pinzas	MI1	2 horas	2
Calibración de pinzas	MI2	2 horas	2
Limpieza de pinzas	MI3	2 horas	2
Inspección se succionadores	MI4	1 hora	1
Cambio de succionadores	MI5	1 hora	1
Inspección de resortes	MI6	2 horas	2
Cambio de resortes	MI7	2 horas	2
Revisión de mangueras de aire	MI8	30 minutos	1
ACTIVIDADES DE LUBRICACIÓN	Código	T. estimado	Personal estimado
Cambio de aceite	MLUB1	20 min	1
Inspeccionar fugas de aceite	MLUB2	1,5 horas	1
Revisar niveles de aceite	MLUB3	30 min	1
Lubricación de piezas	MLUB4	2 horas	2
Engrase	MLUB5	2 horas	2

Fuente: elaboración propia

2.7.1.6.6. GTO

Tabla LXV. Operaciones de mantenimiento para prensa GTO

ACTIVIDADES DE SISTEMA ELÉCTRICO	Código	T. estimado	Personal estimado
Revisión de conexiones eléctricas	ME1	1 hora	1
Revisión de voltaje	ME2	30 min	1
Revisión de amperaje	ME3	30 min	1
Limpieza de tarjetas eléctricas	ME4	1 hora	1
Revisión servo motores	ME5	4 horas	2
Revisión de motor principal	ME6	1,5 horas	2
Revisión de cableado en general	ME7	2 horas	2
Inspección de sistema de iluminación	ME8	45 min	1
Cambio de lámparas	ME9	30 min	1

Continuación de la tabla LXV.

ACTIVIDADES SISTEMA MECANICO	Código	T. estimado	Personal estimado
Ajustes y alineación de partes móviles	MM1	2 horas	2
Revisión de engranajes	MM2	1 hora	1
Ajuste de engranajes	MM3	4 horas	2
Inspección de fajas y cojinetes	MM4	1 hora	1
Cambio de fajas y cojinetes	MM5	2 horas	2
Revisión de accesorios y piezas mecánicas	MM6	4 horas	2
ACTIVIDADES BATERÍA DE RODILLOS	Código	T. estimado	Personal estimado
Inspección de rodillos de agua	MR1	2 horas	2
Cambio de rodillos de agua	MR2	2 horas	2
Inspección de rodillos de forma	MR3	2 horas	2
Cambio de rodillos de forma	MR4	2 horas	2
Inspección de rodillos oscilantes	MR5	2 horas	2
Cambio de rodillos oscilantes	MR6	2 horas	2
Re encauche de rodillos	MR7	2 horas	2
Limpieza de torres	MR8	2 horas	2
ACTIVIDADES DE LIMPIEZA GENERAL	Código	T. estimado	Personal estimado
Limpieza superficial de máquina	ML1	2 horas	1
Limpieza de entrada de prensa	ML2	2 horas	1
Limpieza de salida de prensa	ML3	2,5 horas	2
Remover polvo anti repinte	ML4	1 hora	1
ACTIVIDADES DE SISTEMA DE INGRESO DE PAPEL	Código	T. estimado	Personal estimado
Inspección de pinzas	MI1	2 horas	2
Calibración de pinzas	MI2	2 horas	2
Limpieza de pinzas	MI3	2 horas	2
Inspección se succionadores	MI4	1 hora	1
Cambio de succionadores	MI5	1 hora	1
Inspección de resortes	MI6	2 horas	2
Cambio de resortes	MI7	2 horas	2
Revisión de mangueras de aire	MI8	30 minutos	1
ACTIVIDADES DE LUBRICACIÓN	Código	T. estimado	Personal estimado
Cambio de aceite	MLUB1	20 min	1
Inspeccionar fugas de aceite	MLUB2	1,5 horas	1

Revisar niveles de aceite Continuación de la tabla LXI.	MLUB3	30 min	1
Lubricación de piezas	MLUB4	2 horas	2
Engrase	MLUB5	2 horas	2

Fuente: elaboración propia

2.7.1.7. Organización y logística de procesos de mantenimiento preventivo para las máquinas de impresión *offset*

La organización y logística de mantenimiento preventivo consiste en dejar una propuesta de cómo se realizará el mantenimiento preventivo por medio de una calendarización.

A continuación se muestra un calendario separado por semana, indicando en qué momento se realizarán las operaciones de mantenimiento preventivo, separando el sistema y luego los procedimientos por códigos que corresponden. Los responsables de realizar el mantenimiento son el jefe de mantenimiento y el mecánico, el supervisor debe encargarse de verificar que las operaciones de mantenimiento preventivo se hayan realizado.

2.7.1.7.6. GTO

Tabla LXXI. Planificación de mantenimiento preventivo GTO

Actividades		GTO																									
		Sistema eléctrico			Sistema mecánico			BATERÍAS			Limpieza General			Ingreso Papel			Lubricación										
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	JAN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC		
ENERO																											
SEMANA 1																											
SEMANA 2																											
SEMANA 3																											
SEMANA 4																											
SEMANA 5																											
FEBRERO																											
SEMANA 1																											
SEMANA 2																											
SEMANA 3																											
SEMANA 4																											
SEMANA 5																											
MARZO																											
SEMANA 1																											
SEMANA 2																											
SEMANA 3																											
SEMANA 4																											
SEMANA 5																											
ABRIL																											
SEMANA 1																											
SEMANA 2																											
SEMANA 3																											
SEMANA 4																											
SEMANA 5																											
MAYO																											
SEMANA 1																											
SEMANA 2																											
SEMANA 3																											
SEMANA 4																											
SEMANA 5																											
JUNIO																											
SEMANA 1																											
SEMANA 2																											
SEMANA 3																											
SEMANA 4																											
SEMANA 5																											
JULIO																											
SEMANA 1																											
SEMANA 2																											
SEMANA 3																											
SEMANA 4																											
SEMANA 5																											
AGOSTO																											
SEMANA 1																											
SEMANA 2																											
SEMANA 3																											
SEMANA 4																											
SEMANA 5																											
SEPTIEMBRE																											
SEMANA 1																											
SEMANA 2																											
SEMANA 3																											
SEMANA 4																											
SEMANA 5																											
OCTUBRE																											
SEMANA 1																											
SEMANA 2																											
SEMANA 3																											
SEMANA 4																											
SEMANA 5																											
NOVIEMBRE																											
SEMANA 1																											
SEMANA 2																											
SEMANA 3																											
SEMANA 4																											
SEMANA 5																											
DICIEMBRE																											
SEMANA 1																											
SEMANA 2																											
SEMANA 3																											
SEMANA 4																											
SEMANA 5																											

Fuente: elaboración propia

2.7.2. Insumos

Los insumos lubricantes se utilizarán para que el personal de mantenimiento los aplique en las prensas cuando se requiera, esto con el propósito de mantener en buen estado los sistemas de las máquinas, las grasas también se utilizarán para que el sistema mecánico funcione según sea requerido.

2.7.2.1. Grasas

- Hidralub AW ISO 68:grasa utilizada para toda la maquinaria en Grupo Litográfico, esta sirve para protección anti desgaste de las piezas que poseen las prensas de impresión, también tiene como finalidad permitir que dichas piezas no se traben y no exista un roce directo entre dos partes de metal, evitando de esta forma el desgaste. Esta grasa se recomienda para todas las prensas que fueron objeto de estudio. Las cantidades de uso pueden variar, según sea el tipo de trabajo que se necesita realizar.

2.7.2.2. Aceites

- WD-40:este es un aceite que tiene varias funciones, su multifuncionalidad le permite ser muy eficiente cuando se trata de brindarle a las piezas de las prensas un mayor período de vida, dentro de estas funciones destacan las siguientes:
 - Lubricar
 - Desplazar humedad
 - Desbloquear
 - Proteger
 - Elimina suciedad

Esta grasa se recomienda para todas las prensas que fueron objeto de estudio.

2.7.2.3. Herramientas

Se recomienda que el personal de mantenimiento esté bien equipado para solventar cualquier tipo de inconvenientes en la planta de producción, para ello se recomienda la siguiente herramienta:

Tabla LXXII. **Herramienta necesaria para el personal de mantenimiento**

Cant.	Nombre	Descripción
4	Juego de llaves allen	Destornilladores fabricados en acero galvanizado, utilizados para quitar tornillos hexagonales
4	Linternas	Linterna led eléctrica.
5	Martillos	Martillos de mango de metal convencionales
4	Vernier	Vernier convencional de metal
4	Desarmador HER-115	Desarmadores planos con probador de voltaje de 127 V
10	Destornillador tipo estrella	Destornilladores utilizados para quitar tornillos especiales en las máquinas

Fuente: elaboración propia

2.7.3. Rutinas de evaluación

Las rutinas de evaluación son una serie de actividades ejecutadas por personal operativo o de manteniendo, por medio de las cuales se busca reducir los desperfectos mecánicos inesperados y fomentar labores de mantenimiento preventivo. A continuación se definen dichas acciones.

2.7.3.1. Evaluación diaria

Las evaluaciones diarias consisten desde la limpieza general de la máquina hasta el recorrido final al finalizar la jornada de trabajo, los mecánicos están obligados a verificar que no exista ningún inconveniente con que el prensista opere la máquina de forma normal. Dentro de la limpieza diaria también se verifican si los sistemas están funcionando de forma adecuada.

Tabla LXXIII. Rutina de limpieza inicial

Actividad: Limpieza inicial	Responsable
Quitar el polvo del sistema Limpiar el sistema mecánico. Retirar objetos extraños o material sobrante. Aceitar.	Prensista / mecánico
Quitar el polvo del sistema. Retirar objetos ajenos a la producción o limpieza de la máquina. Colocar lavador en las unidades.	Prensista
Retirar polvo del sistema. Limpiar el sistema mecánico. Retirar objetos extraños o material sobrante Aceitar.	Prensista / mecánico

Fuente: elaboración propia

Tabla LXXIV. Rutina de limpieza final

Actividad: Limpieza final	Responsable
Retirar papel sobrante. Quitar el polvo del sistema. Limpiar el sistema mecánico. Retirar objetos extraños o material sobrante. Aceitar.	Prensista / mecánico
Quitar tinta de unidades. Retirar objetos ajenos a la producción o limpieza de la máquina. Colocar lavador en las unidades.	Prensista
Retirar polvo del sistema. Retirar materia prima restante. Limpiar el sistema mecánico. Retirar objetos extraños o material sobrante Aceitar.	Prensista / mecánico

Fuente: elaboración propia

2.7.3.2. Evaluación semanal

La evaluación semanal consiste en verificar una vez por semana uno de los sistemas, esto con la finalidad de mantener en constante revisión el funcionamiento de las máquinas.

Tabla LXXV. Evaluación semanal

Actividad: Evaluación semanal	Responsable
Realizar limpieza inicial. Chequear uno de los 5 sistemas por semana (sistema eléctrico, mecánico, de impresión, sistema de entrada, sistema de lubricación). Realizar limpieza final.	Prensista / mecánico

Fuente: elaboración propia

2.7.3.3. Evaluación mensual

La evaluación mensual consiste en corregir todas las deficiencias que se han postergado a lo largo del mes, o aquellas que no se han podido corregir por tema laboral.

Tabla LXXVI. Evaluación mensual

Evaluación mensual	
Actividad: Evaluación mensual	Responsable
Revisar piezas con desperfectos. Retirar piezas pendientes de reparación. Reportar y entregar piezas al departamento de mecánicos.	Prensista / mecánico
Recibir piezas a reparar. Realizar los procesos de reparación. Informar sobre el trabajo terminado. Colocar y probar piezas con mantenimiento.	Mecánico
Limpieza superficial de máquina. Limpieza de entrada de prensa. Limpieza de sistema de salida de prensa. Remover polvo anti repinte.	Mecánico

Fuente: elaboración propia.

2.7.4. Recursos

Los recursos se refieren a piezas o material de uso cotidiano por el departamento de mantenimiento, se sugiere que estos se compren y se tengan en bodega como repuestos, aunque actualmente se cuenta con estos recursos, pero son aquellos que han obtenido de máquinas descompuestas.

Tabla LXXVII. **Recursos de prensas de Grupo Litográfico**

Recurso
Rodillos de metal
Rodillos de agua
Rodillos de tinta
Tuercas
Tornillos
Tarjetas programadas
Cadenas

Fuente: elaboración propia

2.7.4.1. Insumos de mantenimiento

Es necesario que insumos como guaipe, chupadores, aceites, grasas, lubricantes, soluciones estén a disposición del personal autorizado para su uso. Para ello es necesario coordinación con el departamento de compras y bodega para que estos mantengan abastecido de insumos al departamento de mantenimiento.

2.7.4.2. Monetarios

Son recursos monetarios necesarios para comprar los insumos de mantenimiento, a continuación se presenta un presupuesto semanal de los insumos necesarios para mantener la maquinaria en buenas condiciones.

Tabla LXXVIII. Recursos monetarios

Recursos monetarios	
Recurso	Costo semanal
8 libras de waipe	Q80
4 libras de chupadores	Q50
5 galones de grasas	Q1.232,00
5 galones de aceite /lubricantes	Q1.003,75
Total por semana	Q 2.365,75

Fuente: elaboración propia

2.7.4.3. Herramientas de seguridad

Dentro de las herramientas de seguridad destacan las siguientes:

- Botas con punta de acero: estas botas son de mucha utilidad, ya que por medio de ellas se protegen los pies de cualquier pieza pesada que caiga sobre los mismos, es fundamental como herramienta de seguridad industrial.
- Guantes: son protectores de las manos, su propósito es prevenir lesiones cortantes o por contacto con químicos dañinos para la piel. El costo de los guantes es de Q75.
- Mascarilla: se utiliza cuando se realiza una limpieza profunda de la máquina, puesto que esta suelta polvo anti repinte, el cual afecta las vías respiratorias en caso de estar mucho tiempo expuesto al mismo. El costo de la mascarilla es de Q5.
- Camisa con identificación: es importante que la ropa esté identificada para que se sepa qué personal es apto para darle mantenimiento al equipo. El costo de la camisa es de Q75.
- Lentes: los lentes sirven como protección para los ojos, las prensas funcionan con muchos líquidos y sustancias que podrían dañar la vista, por lo que es obligatorio el uso de lentes. El costo de los mismos es de Q40.

Se necesita un *kit* por persona para el personal de mantenimiento y contar con tres equipos extra para visitas o personal que requiera ingresar a la planta, tomando en cuenta que en el departamento de mantenimiento son dos personas, se requiere de 5 *kits* de herramientas de seguridad para personal que intervenga en cualquier tipo de mantenimiento. El costo por *kit* es de Q 195.

Equipo de señalización: cuando una máquina se encuentra en mantenimiento preventivo o correctivo es necesario que se coloque la señalización correspondiente para que el resto del personal no se acerque y no se exponga a riesgos innecesarios.

Tabla LXXIX. Costo total de *kits* de seguridad para equipo de mantenimiento

Kit te seguridad	Costo por kit	Costo total
5	Q 195	Q 975

Fuente: elaboración propia

2.7.5. Responsables

Los responsables son el departamento de personal, actualmente se cuenta con un jefe de mecánicos y con un mecánico que está al pendiente de cubrir las necesidades reportadas por prensistas o supervisor de planta, también se cuenta con recurso *outsourcing*, el cual siempre es contratado per Gerencia según sean las necesidades de la maquinaria.

2.7.5.1. Mantenimiento preventivo

- Departamento de mantenimiento de Grupo Litográfico: actualmente hay un jefe de mecánicos que es el encargado de tomar decisiones sobre reparaciones y mantenimiento y hay un mecánico que realiza reparaciones cuando se le solicita por parte de los prensistas. Los mecánicos internos son los encargados de evaluar periódicamente la maquinaria que se posee, es decir, realizar rondas y evaluaciones para determinar si hay existencia de piezas que requieren de cambio o se deben reparar en cierto período de tiempo, los mecánicos de Grupo Litográfico deben llevar registro de todas las actividades que realizan, así como darle seguimiento a las solicitudes y observaciones realizadas por los operarios de las máquinas y las autoridades que se encuentran laborando en el departamento de producción.

Tanto el jefe de mecánicos como el mecánico tienen la obligación de darle seguimiento a todas las operaciones que conlleven una cultura de mantenimiento preventivo.

El personal operativo también tiene responsabilidad en el plan de mantenimiento preventivo, pues desde la limpieza inicial hasta la limpieza final influyen en cómo funciona la maquinaria.

2.7.5.2. Mantenimiento correctivo

- Departamento de mantenimiento de Grupo Litográfico: los mecánicos son responsables de solucionar los problemas que se pudieran presentar en las máquinas que pertenecen al departamento de producción, ellos son los encargados de mantener informada a gerencia sobre el avance de las

reparaciones, así como de solicitar cualquier recurso que sea necesario para que el equipo vuelva a funcionar de forma adecuada. El jefe de mantenimiento tiene la obligación de solicitar ayuda externa en caso que sea necesario.

- Mecánicos externos: Gerencia y junta directiva brindarán el apoyo logístico y económico para llevar a mecánicos para solucionar los problemas del equipo de producción, siempre y cuando sea necesario y el departamento de producción lo solicite.

El recurso humano externo se hace cargo de las reparaciones especializadas de las máquinas cuando estas lo requieren, por tanto, también forman parte del mantenimiento correctivo que se ejecuta dentro de las instalaciones de Grupo Litográfico.

2.7.5.3. Informes sobre procedimientos de mantenimiento

Los informes de procedimientos deben ser realizados a la gerencia de producción semanalmente con la finalidad de reportar avances, fallas y/o puntos de atención presentados por el personal de mantenimiento. Los informes deben ser presentados de forma escrita con el propósito de generar un registro de información, así como un historial para cada una de las prensas.

2.8. Evaluación de la propuesta

Con el sistema de indicadores TTR y las medidas tomadas a lo largo de la implementación del proyecto se redujo de forma considerable para cada máquina, según se observa en el inciso 2. 3. del presente documento. El contar con un plan de mantenimiento preventivo provee la ventaja de realizar pausas de

la producción controladas, previniendo el desperdicio de tiempo de forma desmedida.

Grupo Litográfico no contaba con personal específico para supervisar las operaciones dentro de la planta de producción, contratar a una persona afectó de forma positiva al trabajo realizado en Grupo Litográfico, ya que el personal mostró un cambio notorio de actitud al contar con una figura que verificaba que las operaciones se realizaran con normalidad, también se estableció una línea de mando a quien podía reportársele cualquier incidente o problema laboral.

Tabla LXXX. Tabla comparativa de eficiencia previa a la propuesta vs post propuesta

Eficiencia pre propuesta	Eficiencia post propuesta	% de mejora
SM72 70,83 %	SM72 83,16 %	12,33 %
SHINOHARA 73,4 %	SHINOHARA 87,5 %	14,1 %
SORM2 75,6 %	SORM2 91 %	15,4 %
SORM1 65,5 %	SORM1 77,55 %	11,5 %
SORZ 60 %	SORZ -- %	0 %
GTO 67,5 %	GTO 93,75 %	26,25 %

Fuente: elaboración propia

Tabla LXXXI. Tabla comparativa de disponibilidad previa a la propuesta vs post propuesta

Disponibilidad pre propuesta	Disponibilidad post propuesta	% de mejora
SM72 30,87 %	SM72 50,58 %	19,71 %
SHINOHARA 44,84 %	SHINOHARA 49,41 %	4,57 %
SORM2 43,84 %	SORM2 47 %	3,16 %
SORM1 41,86 %	SORM1 54,21 %	12,35 %
SORZ 34,17 %	SORZ -- %	0 %
GTO 38,26 %	GTO 68,33 %	30,07 %

Fuente: elaboración propia

Tabla LXXXII. Tabla comparativa de calidad previa a la propuesta vs post propuesta

Calidad pre propuesta	Calidad post propuesta	% de mejora
SM72 90,29 %	SM72 97,45 %	7,16 %
SHINOHARA 96,73 %	SHINOHARA 97 %	0,27 %
SORM2 97,45 %	SORM2 97,62 %	0,17 %
SORM1 97,35 %	SORM1 96,65 %	0,7 %
SORZ 92,90 %	SORZ -- %	0 %
GTO 83,93 %	GTO 93,53 %	9,60 %

Fuente: elaboración propia

Tabla LXXXIII. Tabla comparativa del indicador T.T.R. previo a la propuesta vs post propuesta

TTR pre propuesta	TTR post propuesta	% de mejora
SM72 19,77 %	SM72 34,91 %	15,14 %
SHINOHARA 31,43 %	SHINOHARA 42 %	10,57 %
SORM2 33,66 %	SORM2 41,75 %	8,09 %
SORM1 26,69 %	SORM1 40,61 %	13,92 %
SORZ 19 %	SORZ -- %	0 %
GTO 21,94 %	GTO 59,91 %	37,97 %

Fuente: elaboración propia

En las tablas comparativas se muestra el resultado de los indicadores calculados previo a implementar la propuesta para cada una de las máquinas y los indicadores calculados luego de realizar las implementaciones de la propuesta, en cada tabla se puede observar la mejora alcanzada de cada indicador de las máquinas en donde se trabajó el proyecto.

2.9. Costo de la propuesta

El costo de la propuesta consiste en los recursos económicos utilizados por la persona encargada de la realización del EPS. A continuación se desglosan los costos:

Tabla LXXXIV. **Costos de la realización del proyecto**

Costos Fijos	Descripción	Cantidad	Monto	Subtotal
Transporte	Costo por transporte de Chimaltenango a Guatemala (ida y vuelta)	154 viajes	Q 24	Q 3696
Alimentación	Almuerzos consumidos en Grupo Litográfico por ejecución de E.P.S.	154 almuerzos	Q 25	Q 3.850
Costos variables	Descripción	Cantidad	Monto	Subtotal
Fotocopias	Fotocopias de formatos a utilizar durante el E.P.S. y libros de texto como material de apoyo	700 copias	Q 0,50	Q 350
Impresiones	Impresión de documentos de Grupo Litográfico para uso durante el proyecto	350	Q 1,25	Q 438
TOTAL				Q 8.334

Fuente: elaboración propia

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR MEDIO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN LED

Con el plan de ahorro de energía eléctrica se plantea realizar el cambio de iluminación de la planta de producción de Grupo Litográfico con el cual se busca reducir los costos de energía eléctrica. El plan de ahorro de energía también tiene como objetivo reducir la emisión de dióxido de carbono y reducir la contaminación generada por un sistema de iluminación convencional.

- Situación actual: Grupo Litográfico es una empresa dedicada a la impresión, por lo que es importante que el sistema de luz se encuentre en óptimas condiciones, debido a ello se detectó que las luminarias de la planta no se encontraban en buen estado, y se detectaron tres situaciones:
- Las luminarias ya habían concluido su tiempo de vida
- Las luminarias estaban dañadas
- No había luminarias en determinados lugares

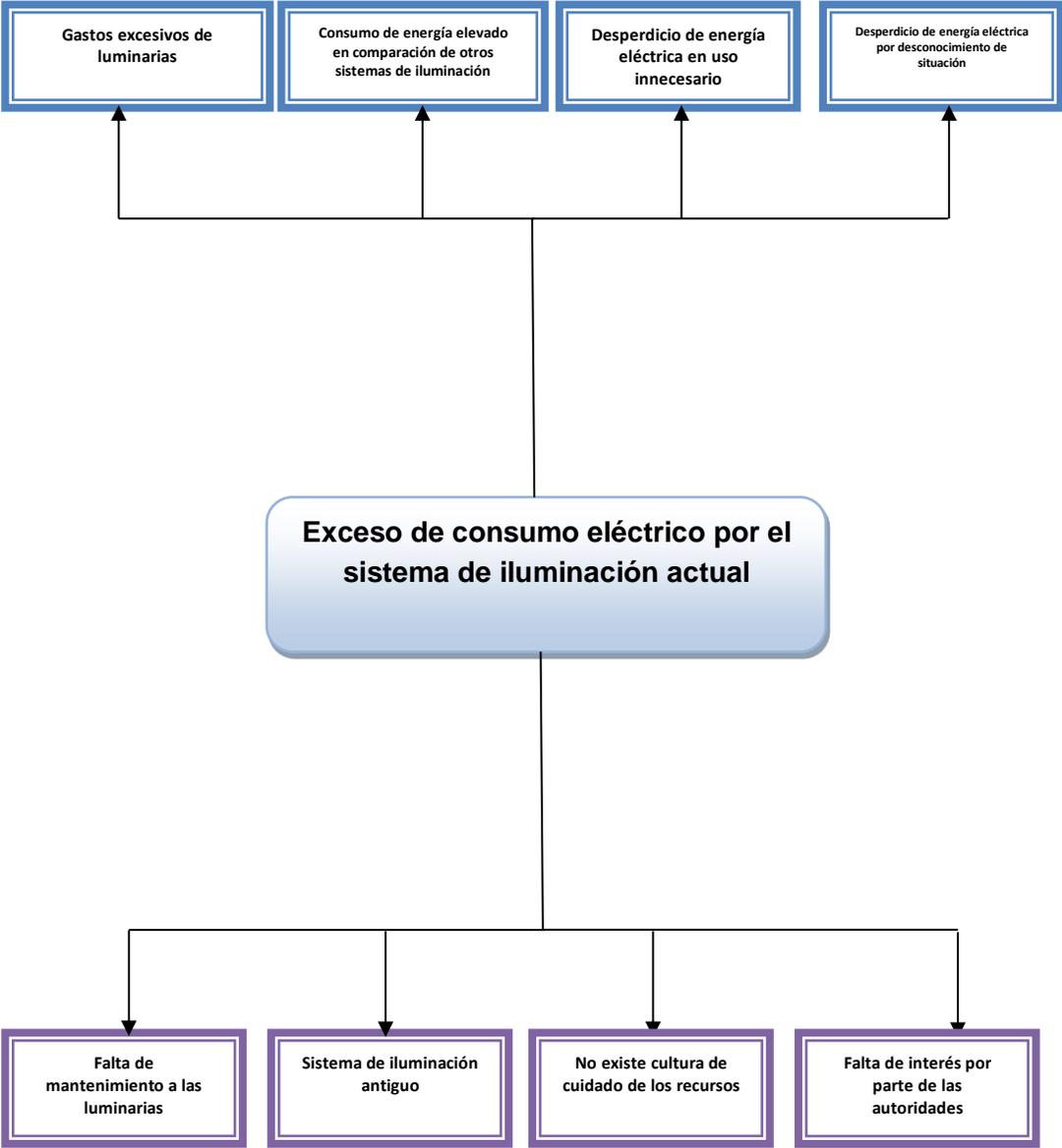
Figura 78. **Luminarias de planta de Grupo Litográfico**



Fuente: Grupo Litográfico

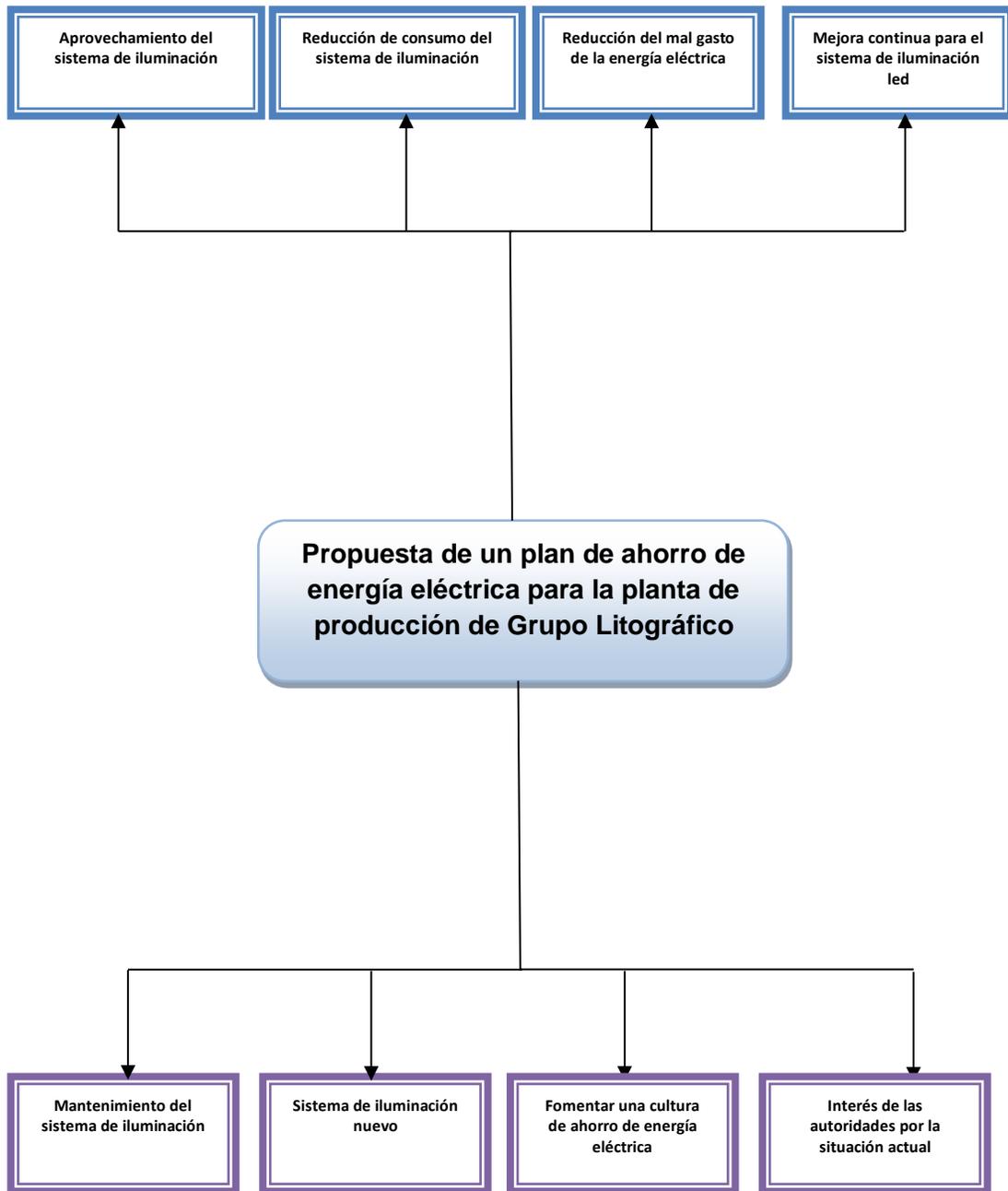
3.1. **Análisis del consumo eléctrico de iluminación de la planta**

Figura 79. **Diagrama de árbol de problemas sobre el consumo de energía eléctrica en función del sistema de iluminación actual de Grupo Litográfico**



Fuente: elaboración propia

Figura 80. **Diagrama de árbol de objetivos sobre el consumo de energía eléctrica en función del sistema de iluminación actual de Grupo Litográfico**



Fuente: elaboración propia

Es conocido que los sistemas de iluminación led son más eficientes que los sistemas de iluminación convencionales, esto respecto a costos y funcionamiento, es por ello que es viable la propuesta de migración de un cambio de iluminación.

Por medio de rutinas de evaluación se encontró que existen barras de luz inservibles que solamente estaban produciendo costo extra. Actualmente la distribución de barras de iluminación se encuentra de la siguiente forma:

Tabla LXXXV. Distribución de lámparas en la planta de producción de Grupo Litográfico

Tipo de luminaria	Fluorescente Hg
Total	138
Buen estado	81
Defectuosas	31
Plataformas vacías	26

Fuente: Grupo Litográfico

3.1.1. Especificaciones técnicas del sistema de iluminación actual

- Luminarias fluorescentes de Hg
- Medida: 96 plg.
- Watts: 70
- Marca Philips
- Cantidad de Luminarias: 111

Figura 81. **Luminarias utilizadas en la planta de producción de Grupo Litográfico**



Fuente: Grupo Litográfico

3.1.2. **Tabla de consumo**

El total de consumo sale de la multiplicación de las barras por los por los watts. El consumo / jornada sale de la multiplicación del total de consumo por 8 horas, las cuales conforman la jornada diaria. La estimación de consumo por mes sale de la multiplicación de consumo / jornada por 30 días hábiles durante el mes.

Tabla LXXXVI. **Consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación convencional por mes**

Cantidad de barras	Watts	Total consumo	Consumo/jornada (WATTS)	Estimación consumo por mes (WATTS)
111	70	7770	58275	1748250

Fuente: elaboración propia

3.1.3. Gráfica de consumo mensual

Tabla LXXXVII. Costo de energía eléctrica del sistema de iluminación actual al mes

KW /MES	Costo KW (Q)	COSTO POR MES (Q)
1748,25	1,384	2419,578

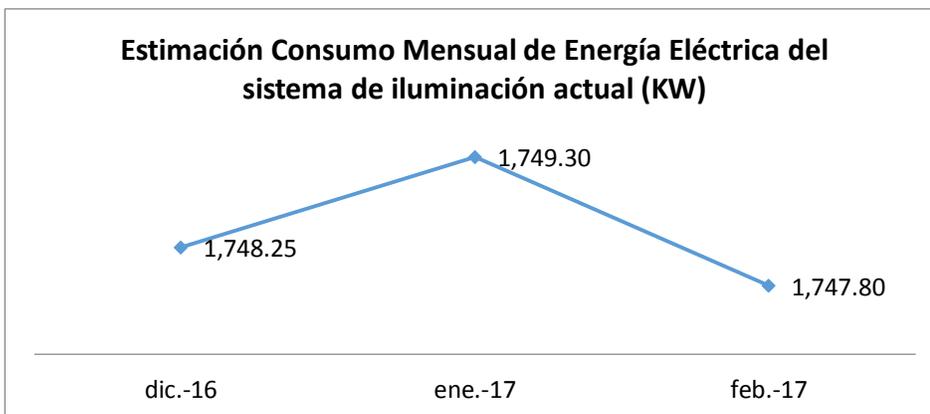
Fuente: elaboración propia

Tabla LXXXVIII. Consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación actual al mes

Mes	KW por mes
dic-17	1748,25
ene-17	1749,3
feb-17	1747,8

Fuente: elaboración propia

Figura 82. Consumo mensual de energía eléctrica del sistema de iluminación actual (KW)



Fuente: elaboración propia

La gráfica representa el consumo del sistema de iluminación actual en *kilo watts* de Grupo Litográfico en los meses de diciembre 2016, enero 2017 y febrero 2017, la información fue obtenida de los registros del consumo de energía eléctrica de Grupo Litográfico.

3.2. Plan de ahorro de energía eléctrica

El plan de ahorro de energía consiste en una implementación del sistema de iluminación, es decir, pasar del actual basado en Hg a uno de funcionamiento led, el cual tiene tres puntos de ventaja:

Tabla LXXXIX. **Plan de actualización de sistema de iluminación actual**

Actividad	Fecha propuesta
Análisis del sistema de iluminación	10-10-2016 al 17-01-2017
Aprobación del cambio de sistema de iluminación	18-01-2018 al 28-02-2018
Compra del nuevo sistema	01-03-2018 al 31-03-2018
Implementación del nuevo sistema	03-04-2018 al 31-05-2018

Fuente: elaboración propia

3.2.1. Procedimientos de ahorro de energía eléctrica

Después de esta implementación también se propone fomentar una cultura de ahorro de energía por medio de un procedimiento para ahorrar energía eléctrica mientras se esté en período laboral.

Tabla XC. **Procedimiento para ahorrar energía eléctrica en el departamento de producción de Grupo Litográfico**

Actividad	Responsable
1.1 Verificar cuales luces son requeridas para trabajar de forma adecuada. 1.2 Encender solo las barras que se utilizarán. 1.3 Verificar que tenga un funcionamiento adecuado. 1.4 Reportar fallas.	Operario / mecánico / supervisor
2.1 Verificar que las barras funcionen bien. 2.2 Reportar fallas.	Mecánico y Operario
3.1 Verificar si las barras de iluminación seguirán siendo de utilidad. 3.2 Si son de servicio dejar encendidas. 3.3 Si la máquina dejó de estar en operaciones apagar las barras.	Operario
4.1 Preguntarle al personal si hubo algún desperfecto con la iluminación. 4.2 Realizar un recorrido de rutina. 4.3 Apagar las barras que se hayan quedado encendidas.	Mecánico / supervisor

Fuente: elaboración propia

3.2.2. Equipo de iluminación led

- Nombre: Tubo led T8
- Largo: 240 cm
- Watts: 40
- Marca: Lux Lite
- Cantidad de Luminarias: 142

Figura 83. **Luminarias led propuestas para uso en la planta de producción de Grupo Litográfico**



Fuente: Grupo Litográfico

3.2.3. Consumo

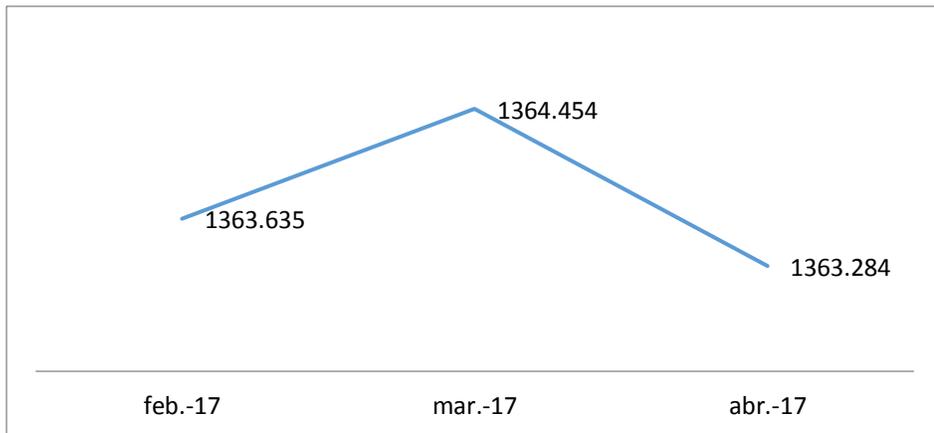
El total de consumo sale de la multiplicación de las barras por los watts. El consumo / jornada sale de la multiplicación del total de consumo por 8 horas, las cuales conforman la jornada diaria. La estimación de consumo por mes sale de la multiplicación de consumo / jornada por 30 días hábiles durante el mes.

Tabla XCI. **Consumo de energía eléctrica por mes estimado de un sistema de iluminación led**

Cantidad	Watts	Total consumo	Consumo/jornada (WATTS)	Estimación consumo por mes (WATTS)
142	40	5680	45440	1363200

Fuente: elaboración propia

Figura 84. **Estimación del consumo mensual de energía eléctrica del sistema de iluminación propuesto (KW)**



Fuente: elaboración propia

La gráfica representa el consumo de energía eléctrica aproximado del sistema de iluminación led, los cálculos fueron estimados con base en el comportamiento del consumo de energía de la planta de Grupo Litográfico, en comparación con el sistema de iluminación convencional se puede observar una disminución en el consumo de electricidad representado en *kilo watts*.

3.3. Evaluación de la propuesta

El costo por mes sale de la multiplicación de KW / MES con el costo KW.

Tabla XCII. **Costo estimado por consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación led**

KW /MES	Costo KW (Q)	COSTO POR MES
1363,2	1,384	Q. 1.886,6688

Fuente: elaboración propia

El sistema de iluminación led presenta ventajas considerables respecto del sistema actual de iluminación de luminarias fluorescentes, el costo por energía eléctrica disminuye, sin mencionar que el sistema de iluminación led es amigable con el ambiente.

A continuación se presenta un cuadro en donde se muestra el porcentaje estimado de ahorro del sistema de iluminación led respecto del sistema de iluminación fluorescente.

Tabla XCIII. Cuadro comparativo de costos del sistema de iluminación actual vs sistema de iluminación led

Sistema de iluminación fluorescente	
Consumo KW / mes	1748.25
Costo por mes respecto de iluminación	Q 2.419,58
Sistema de iluminación led	
Consumo KW / mes	1363,2
Costo por mes respecto de iluminación	Q1 .886,67
Porcentaje de ahorro estimado	22,00 %

Fuente: elaboración propia

3.4. Costo de la propuesta

La propuesta consiste en sustituir las luminarias fluorescentes por 148 tubos de iluminación led, los costos se distribuyen de la siguiente manera

Tabla XCIV. **Costo inicial del sistema de iluminación led**

Descripción	Costo unitario	Cantidad	Costo total
Barra led T8 40W 240 cm	Q 231,01	148	Q 34.189,48

Fuente: elaboración propia

Tabla XCV. **Costos fijos del sistema de iluminación led**

Descripción	Costo mensual
Costo de mantenimiento del sistema	Q 520

Fuente: elaboración propia

Tabla XCVI. **Costos variables del sistema de iluminación led**

Descripción	Costo
Cuota mensual aproximado por consume eléctrico del sistema de iluminación led	Q 1.886,67

Fuente: elaboración propia

Se conoce que el costo de la inversión por el sistema de iluminación led es de Q34, 189.48 y los ahorros de este nuevo sistema de iluminación son del 22% (Q 532.33) mensual. Se estima que la inversión inicial se podrá recuperar en 5 años.

4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

Con el plan de capacitación se busca mejorar las características técnicas de los operarios de Grupo Litográfico. Para determinar cuáles serían los temas que se cubrirían con el plan de capacitación se sostuvo una conversación con el gerente general de Grupo Litográfico y con los responsables de la gerencia de producción, se determinó que los operarios necesitaban conocimiento acerca de cómo utilizar las herramientas con las que contaban y los insumos de trabajo, pues la mayoría del personal solamente cuenta con conocimientos empíricos del trabajo que realizan. También se establecieron entrevistas no formales con el personal de producción de Grupo Litográfico, en las cuales resaltó que no existía un plan de capacitación sobre ningún tema, se realizaban charlas eventuales, pero no cubrían las necesidades requeridas.

Se observó en el área de trabajo que la mayoría de operarios trabajaba de forma desorganizada y sucia, esto provocaba que no encontraran la herramienta que necesitaban, se les dificultaba movilizarse, sin mencionar que esta situación en cierto momento pudo haber provocado un accidente laboral, por lo que se consideró necesario que dentro del plan de capacitación se designara un tiempo específico para tratar esta problemática.

Por medio de una encuesta realizada a los operarios de Grupo Litográfico se buscó determinar si aceptarían de buena forma una capacitación sobre el trabajo en equipo, los resultados de dicha encuesta se presentan a continuación:

Figura 85. Encuesta sobre el mejoramiento de las capacidades individuales del departamento de producción por capacitaciones



ENCUESTA SOBRE EL MEJORAMIENTO DE LAS CAPACIDADES INDIVIDUALES Y COLECTIVAS DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN POR MEDIO DE CAPACITACIONES

Instrucciones: Lea a continuación las preguntas que se le presentan y responda de acuerdo a lo que se le pide, tomando en cuenta que en la escala de 1 a 10, 1 es malo \odot nada y 10 es excelente \odot totalmente.

1.	¿Considera que en su área de trabajo se fomenta el trabajo en equipo?	
SI	NO	CALIFICACIÓN
2.	¿Considera que el trabajo en equipo mejoraría su trabajo?	
SI	NO	CALIFICACIÓN
3.	¿Cree que por medio de capacitaciones al personal de producción se podrían generar mejoras en el departamento?	
SI	NO	CALIFICACIÓN
4.	¿Personalmente, cree que la realización de talleres y charlas sobre diversos temas de interés le ayudarían?	
SI	NO	CALIFICACIÓN
5.	¿Los compañeros de trabajo tienen la actitud de trabajo en equipo?	
SI	NO	CALIFICACIÓN
6.	¿Considera que la empresa (DPP) fomenta el trabajo en equipo?	
SI	NO	CALIFICACIÓN
7.	¿Considera que el trabajo en equipo mejoraría el ambiente de trabajo?	
SI	NO	CALIFICACIÓN
8.	¿Cree que el personal realmente necesita capacitarse en diversos temas?	
SI	NO	CALIFICACIÓN
9.	¿Considera una capacitación como una herramienta que realmente le ayudaría?	
SI	NO	CALIFICACIÓN
10.	¿Qué tema considera necesario para tratar y recibir capacitación?	

Fuente: elaboración propia

La encuesta fue realizada a 16 operarios del departamento de producción de Grupo Litográfico, los resultados de la encuesta son los siguientes:

Tabla XCVII. Resultados de encuesta

Resultados de la encuesta			
Pregunta	Cantidad		
	Si	No	Total
¿Considera que en su área de trabajo se fomenta el trabajo en equipo?	6	10	16
¿Considera que el trabajo en equipo mejoraría su trabajo?	16	0	16
¿Cree que por medio de capacitaciones al personal de producción se podrían generar mejoras en el departamento?	16	0	16
¿Personalmente, cree que la realización de talleres y charlas sobre diversos temas de interés le ayudarían?	13	3	16
¿Los compañeros de trabajo tienen la actitud de trabajo en equipo?	3	13	16
¿Considera que la empresa (OPP) fomenta el trabajo en equipo?	6	10	16
¿Considera que el trabajo en equipo mejoraría el ambiente de trabajo?	12	4	16
¿Cree que el personal realmente necesita capacitarse en diversos temas?	16	0	16
¿Considera una capacitación como una herramienta que realmente le ayudaría?	16	0	16
¿Qué tema considera necesario para tratar y recibir capacitación?	--	--	--

Fuente: elaboración propia

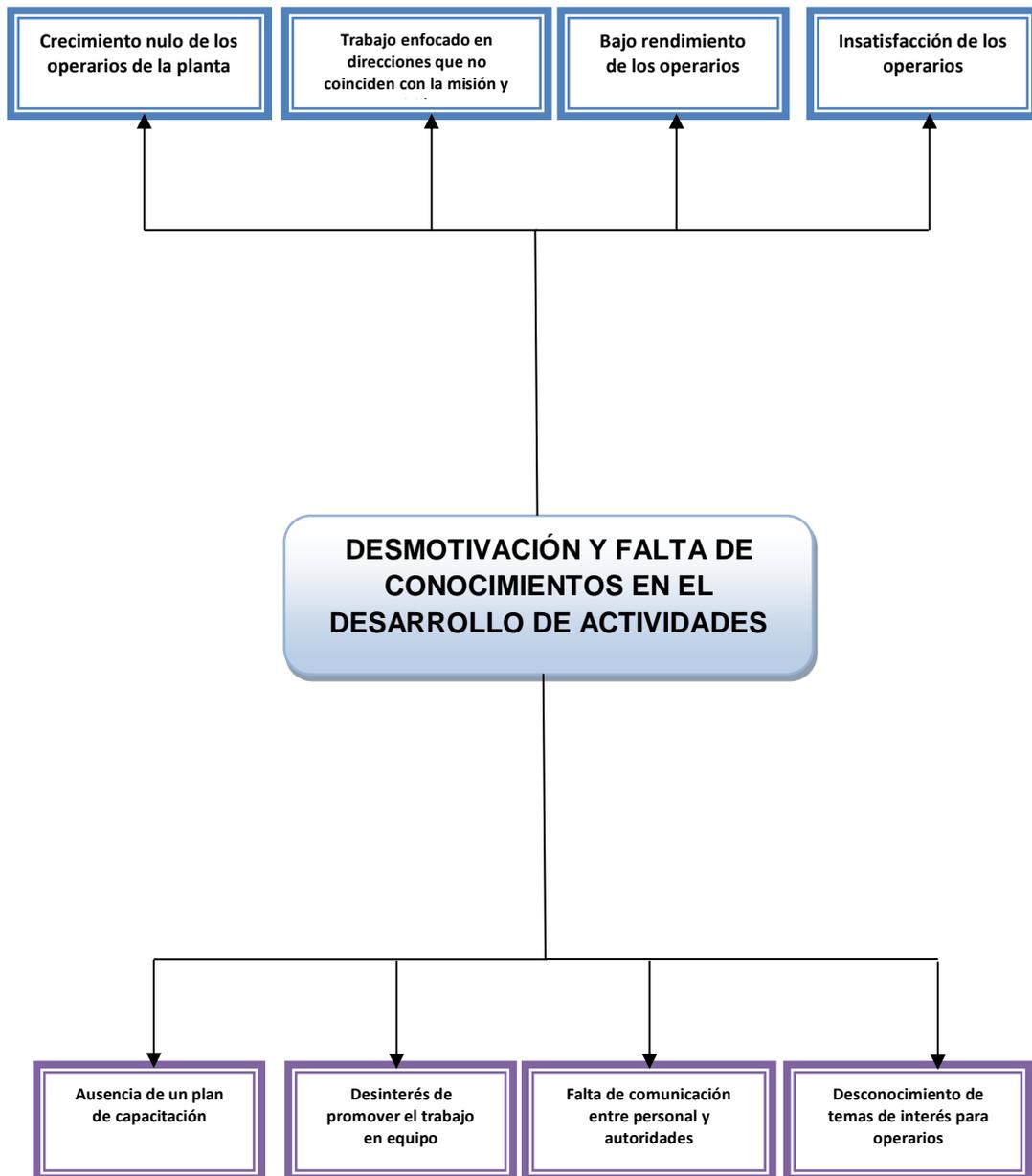
El personal encuestado concluyó que el trabajo en equipo es vital para que mejore la situación actual en la planta respecto al clima laboral, las autoridades administrativas también concluyeron que las capacitaciones sobre temas

técnicos, trabajo en equipo, trabajar con orden y limpieza son importantes para mejorar en Grupo Litográfico.

Para determinar qué temas se impartirían con el plan de capacitación se realizaron mesas de trabajo con la participación de autoridades administrativas de Grupo Litográfico y personal operativo de producción. Es importante mencionar que, según la encuesta, las mesas de trabajo, las entrevistas verbales no formales y la observación de cómo se realizaban las labores diarias dentro de la planta de producción, se elaboró un diagrama de árbol de problemas y objetivos que permitiera un mejor análisis y visualización de lo que el plan de capacitación debía cumplir para ser de beneficio a quienes participaran en las capacitaciones.

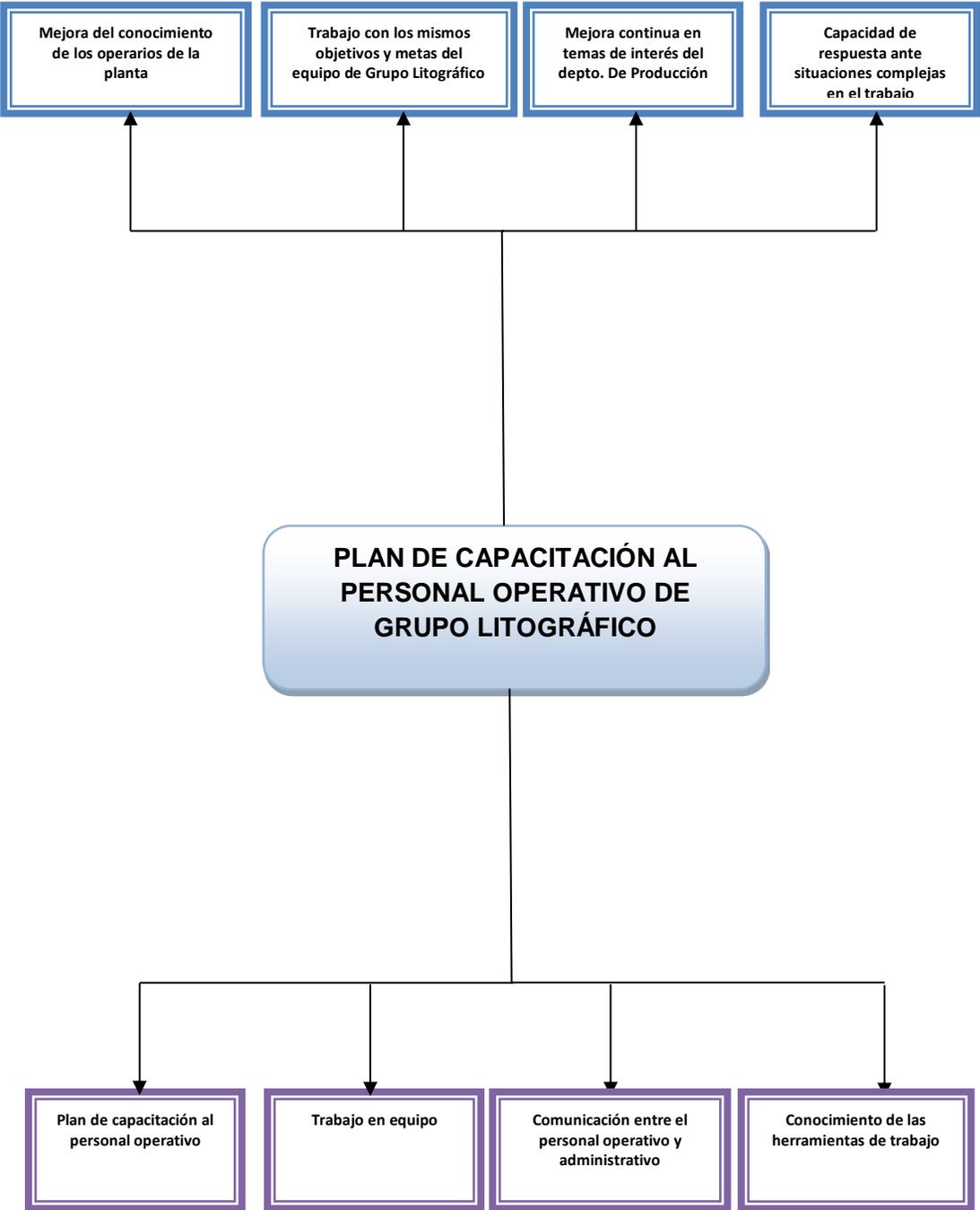
4.1. Evaluación y diagnóstico de necesidades de capacitación

Figura 86. Diagrama de árbol de problemas del plan de capacitación al personal operativo de Grupo Litográfico



Fuente: elaboración propia

Figura 87. Diagrama de árbol de objetivos del plan de capacitación al personal operativo de Grupo Litográfico



Fuente: elaboración propia

La metodología que se eligió para la fase de docencia fue:

- Capacitación: consiste en preparar a los prensistas con conocimiento de procedimientos y prepararlos para que sean aptos de realizarlos, es decir, buscar que el trabajo se haga de forma profesional.

Se concluyó que era necesario que se implementara un plan de capacitación y se trataran los temas de trabajo en equipo, utilizar de forma eficiente las herramientas de trabajo y la realización de labores de forma limpia (metodología de las 5 S).

4.2. Plan de capacitación

Objetivo

Mejorar la estrategia de trabajo en equipo por parte de los operarios de producción de Grupo Litográfico.

Alcance

El plan de capacitación está enfocado únicamente al personal de producción que opera de alguna manera las máquinas de impresión *offset*.

Contenido

El contenido de la capacitación abarca 3 temas principales:

- Trabajo en equipo
 - Diferencia entre el trabajo en equipo y trabajo grupal
 - Cualidades del equipo
 - Desarrollo del trabajo en equipo
 - Reducción de tiempo en líneas de producción
 - Reducción de actividades no productivas

- Mejoras en el ambiente laboral
- Uso correcto de las herramientas de trabajo (reportes de producción)
 - ¿Qué es un reporte de producción?
 - Objetivos del reporte de producción
 - Llenado del reporte de producción
 - Entrega del reporte de producción
- Trabajo limpio y ordenado (metodología 5 S)
 - SEIRI (Clasifica)
 - SEITON (Ordena)
 - SEISO (Limpia)
 - SEIKETSU (Estandariza)
 - SHITSUKE (Mejora continua)

Figura 88. **Presentación de capacitación para operarios de la planta de Grupo Litográfico**



Continuación de la figura 88.

TRABAJO EN EQUIPO

Cualidades de un equipo:

- Complemento de habilidades
- Sinergia
- Compromiso
- Desarrollo
- Mayor comunicación
- Creatividad
- Sociabilidad
- Seguridad
- Beneficio mutuo
- Autoestima
- Crecimiento



TRABAJO EN EQUIPO

Ventajas:

- Participación
- Mayor cantidad de conocimientos
- Mayor variedad de puntos de vista
- Mayor aceptación y compromiso
- Oportunidad de aprender
- Mejores resultados



TRABAJO EN EQUIPO

Desarrollo del trabajo en equipo:

- Dificultades
- Tensiones y roces
- Diferencias de carácter y personalidad



TRABAJO EN EQUIPO

Dinámica

Formas 2 equipos

Llenar una hoja con las fechas de cumpleaños en forma ordenada

Gana el equipo que llene la lista de forma correcta.



REPORTES DE PRODUCCIÓN



REPORTES

Area: _____ Fecha: _____ Inicio Turno: _____
 Máquina: _____ Turno Día Noche Final Turno: _____

No.	Nombre del Trabajador	Orden de trabajo	Horas de producción en el turno	Horas extras por producir
1				
2				
3				
4				



REPORTES

Operario	Area	Turno	Fecha	Horas de producción	Horas extras

Operario
 Supervisor
 Jefe de Turno
 Jefe de Planta



REPORTES

Operario	Area	Turno	Fecha	Horas de producción	Horas extras

Operario
 Supervisor
 Jefe de Turno
 Jefe de Planta



Continuación de la figura 88.

REPORTES

REPORTE DE PAROS DE MAQUINAS

Control de Paros			
Fecha Inicio del Paro	Fecha final del Paro	Motivos Parada	Código de Paro



Fuente: elaboración propia

Además de la capacitación a impartir se elaboró un plan a mediano plazo con temas de interés para el personal operativo de Grupo Litográfico, a continuación se define la planificación y el contenido de dichas capacitaciones:

Tabla XCVIII. Responsables de capacitaciones

Actividad.	Tema	Encargado
1	Trabajo en equipo	José Sosa
2	Uso correcto de las herramientas de trabajo (reportes de producción)	José Sosa
3	Orden y limpieza	José Sosa
4	Manipulación de tintas	Eskolor
5	Manipulación de placas	Diseño Grupo Litográfico (Tito Mendez)
6	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento Grupo Litográfico (Jorge Gonzales)

Fuente: elaboración propia

Tabla XCIX. Planificación de capacitación

Planificación de capacitaciones 2017					
Tema / Mes	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Trabajo en equipo	X				
Reportes de producción	X				
Orden y limpieza	X				
Manipulación de tintas		X			
Manipulación de placas			X		
Mantenimiento preventivo				X	

Fuente: elaboración propia

Contenido de capacitaciones

Manipulación de tintas

Es importante sacar el máximo rendimiento de las tintas utilizadas, para que estas sean de calidad y su durabilidad se óptima, para esto es necesario conocer la forma adecuada de manipulación de las mismas, para dicha capacitación se buscó el apoyo de Eskolor, dicha empresa se especializa en la fabricación y manipulación de tintas de impresión *offset*.

- Componentes tintas
- Uso de tinta
- Colocación de tinta
- Uso de tinta
- Retirar tinta

Manipulación de placas

Una parte vital del proceso de producción es el uso de las placas. Es necesario tener sumo cuidado con dicha herramienta, pues en esta se encuentra la impresión que se requiere por el cliente, esto quiere decir que si dicha placa no está en óptimas condiciones y no es usada como se debe, el trabajo final será deficiente y de baja calidad.

- Cuidado previo a uso de placas
- Colocación de placas
- Manipulación de placas durante producción
- Retirado de placa
- Almacenamiento de placa

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento es fundamental en el buen estado de una planta de producción, si bien todos conocen del mantenimiento correctivo, es necesario buscar una solución para el mismo, pues este tipo de mantenimiento suele ser demasiado caro, la cultura de la prevención suele ser subestimada pero a mediano y largo plazo se ve realmente un ahorro respecto de gastos de mantenimiento.

- Explicación de tipos de mantenimiento
- Procesos de mantenimiento preventivo
- Beneficios del mantenimiento preventivo

4.3. Resultados de capacitación

Los participantes de la capacitación respondieron bien a la misma, presentaron dudas y hubo gran participación de su parte. Con el paso de los días se observaron algunos cambios, dentro de los cuales destaca que los reportes de producción iban mejor elaborados y fueron presentados cuando se les requirió. También se observó que el área de trabajo de algunos de los operarios mostró mejoras, hubo una reorganización de la forma de trabajar. El tema central de la capacitación fue el trabajo en equipo, en este aspecto los operarios de Grupo Litográfico mostraron sobre todo un cambio de actitud y se observó que la mayoría de inconvenientes se daba por falta de comunicación, la cual es un pilar del trabajo en equipo. Al realizar entrevistas verbales no formales con el personal mencionaron que realmente se sienten motivados al observar que las autoridades de Grupo Litográfico están interesadas en mejorar las condiciones laborales de la empresa.

Figura 89. **Capacitación Grupo Litográfico**



Fuente: Grupo Litográfico

4.4. Costo de la propuesta

Tabla C. Costo de capacitación

Costos fijos				
Tema	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Trabajo en equipo	Encargado de capacitar	1	Q 250,00	Q 250,00
	Costos variables			
	Refacción	20	Q 7,50	Q 150,00
	Material de apoyo	0	Q 0,00	Q 0,00
Sub total				Q 400,00
Reportes de producción	Costos fijos			
	Encargado de capacitar	1	Q 250,00	Q 250,00
	Costos variables			
	Refacción	20	Q 7,50	Q 150,00
Material de apoyo	0	Q 0,00	Q 0,00	
Sub total				Q400,00
Orden y limpieza	Costos fijos			
	Encargado de capacitar	1	Q 250,00	Q 250,00
	Costos variables			
	Refacción	20	Q 7,50	Q 150,00
Material de apoyo	20	Q 1,00	Q 20,00	
TOTAL				Q1.220,00

Fuente: elaboración propia

La capacitación de trabajo en equipo, reportes de producción y trabajo con orden y limpieza se trabajó junta, tuvo un costo total de Q1.220,00. La capacitación fue impartida a un grupo de 20 personas.

Tabla CI. Costo de capacitaciones propuestas

	Costos fijos			
Tema	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Manipulación de tintas	Encargado de capacitar	1	Q 450,00	Q 450,00
	Costos variables			
	Refacción	20	Q 22,50	Q 450,00
	Material de apoyo	20	Q 3,00	Q 60,00
Sub total				Q 960,00
Manipulación de placas	Costos fijos			
	Encargado de capacitar	1	Q 400,00	Q 400,00
	Costos variables			
	Refacción	20	Q 22,50	Q 450,00
Material de apoyo	20	Q 1,00	Q 20,00	
Sub total				Q 870,00
Mantenimiento preventivo	Costos fijos			
	Encargado de capacitar	1	Q 400,00	Q 400,00
	Costos variables			
	Refacción	20	Q 22,50	Q 450,00
Material de apoyo	20	Q 1,00	Q 20,00	
Sub total				Q 870,00
TOTAL				Q 2.700,00

Fuente: elaboración propia

Se contactó con el resto de personas que darían el resto de capacitaciones, siendo algunos de los expositores los mismos trabajadores de Grupo Litográfico, exceptuando a Eskolor, que daría la capacitación sobre manipulación de tintas.

La capacitación está planificada para un grupo de 20 operarios de producción de Grupo Litográfico.

CONCLUSIONES

1. Se implementó un sistema de indicadores TTR, los cuales arrojaron información sobre la eficiencia de las máquinas, la disponibilidad de tiempo que estas tenían y la calidad con la que trabajaban antes y después de implementar las mejoras al procedimiento sugeridas, los índices son importantes porque muestran el panorama real de la situación actual que se está evaluando. Por medio de los indicadores TTR se pudo determinar de forma cuantitativa el impacto de no realizar bien las operaciones cotidianas, también se pudieron cuantificar las mejoras al proceso. Una parte vital del proyecto fue implementar un sistema de mantenimiento preventivo, el cual sirvió para disminuir el tiempo de pausas innecesarias en producción y también permitió identificar futuras fallas dentro de los sistemas de las máquinas de impresión *offset*.
2. Se realizó un análisis operativo del departamento de producción, específicamente del equipo utilizado para imprimir, por medio de realizar visitas a la planta se realizaron diagramas de árbol de problemas y objetivos, los cuales sirvieron para identificar las necesidades principales que existían en la planta de producción. También se realizó una lista de las máquinas de impresión y las máquinas de apoyo, es decir aquellas que se utilizan para realizar procesos complementarios para finalizar el producto.
3. Por medio de los diagramas de árbol realizados y las visitas a la planta de producción de Grupo Litográfico se logró identificar que la falta de controladores en el departamento de producción no permitía identificar las necesidades reales existentes, por ello se llegó a la conclusión que era de

vital importancia contar con un sistema de indicadores de eficiencia, disponibilidad y calidad. También se observó que gran parte de la problemática era que solamente se implementaba un plan de mantenimiento correctivo y las fallas ocasionaban que la maquinaria no funcionara de la forma en que debía.

4. El sistema de indicadores elegido fue el TTR (Tasa Total de Retorno). Con dicho sistema se evaluó la eficiencia, disponibilidad, calidad y por último un índice general que combinaba los tres anteriores, el cálculo de los índices se realizó previo a la implementación de la propuesta. Los resultados mostraron que los procedimientos implementados, la contratación del supervisor y el plan de mantenimiento preventivo han mejorado las condiciones de trabajo en el departamento de producción de Grupo Litográfico.
5. El plan de mantenimiento preventivo contiene las fichas individuales de todas las máquinas de impresión con sus características generales, dichas fichas contienen información sobre el tamaño de papel que pueden contener las máquinas y la velocidad a la que pueden trabajar. También se definen las operaciones de mantenimiento preventivo para todos los sistemas que componen las máquinas, por último, se muestra la planificación del mantenimiento preventivo de todas las máquinas. Con este mantenimiento se logró identificar futuras fallas que en su momento habrían significado demoras en el trabajo.
6. El sistema de indicadores TTR muestra de forma cuantitativa las mejoras en cuanto a la eficiencia, disponibilidad y calidad del trabajo realizado en cada una de las prensas *offset* de Grupo Litográfico. El promedio en la mejora de eficiencia es de 13,18 %, disponibilidad 11,64 %, calidad 2,87 % y el índice general 14,28 %.

7. El plan de ahorro de energía contiene la propuesta de sustituir el sistema de iluminación actual por un sistema de iluminación led con el cual se busca reducir los costos de energía eléctrica en un 22 %, se prevé que la inversión de adquirir el sistema de iluminación led se recupere en 5 años a partir de la compra.

8. El plan de capacitación logró fomentar una cultura de trabajo en equipo, utilización de herramientas y trabajo limpio (metodología 5 S), la idea principal de implementar este plan fue brindar al personal mayores conocimientos sobre temas relacionados a su labor diaria, permitiéndole tomar mejores decisiones sobre los trabajos que realizan.

RECOMENDACIONES

1. En el departamento de producción de Grupo Litográfico es importante organizar los proyectos de forma adecuada y aplicar a ellos la planificación con tiempo, es decir, tomarse el tiempo para cada etapa del proyecto.
2. En el departamento de producción muchas veces el orden es subestimado y no se le pone la atención necesaria, por eso es necesario planificar cualquier tipo de acciones que se necesiten llevar a cabo en la industria.
3. A las autoridades de Grupo Litográfico se recuerda que los indicadores de eficiencia, disponibilidad, calidad y productividad son muy importantes, siempre y cuando estos se actualicen constantemente y se lleven a cabo acciones enfocadas a los resultados que se obtuvieron. La planificación de mantenimiento preventivo tendrá un impacto considerable en el desarrollo del departamento de producción de Grupo Litográfico, ya que con este plan se busca reducir el tiempo perdido en reparaciones y prevenir el gasto excesivo por falta de control del estado de las máquinas de impresión.
4. A las autoridades de Grupo Litográfico se recuerda que, si bien es cierto que realizar un cambio en el sistema de iluminación o capacitar al personal significa un desembolso considerable de dinero, se debe ver como una inversión a mediano y largo plazo, pues los beneficios de dichas

propuestas tendrán un alto impacto que compensará la inversión inicial realizada.

BIBLIOGRAFÍA

1. BARNES, Ralph. *Estudio de movimientos y tiempos*. 1a ed. España: Aguilar. 1962. 575 p.
2. GONZALES, Fernando. *OEE, Factor de éxito*. [en línea]. <<http://www.visionindustrial.com.mx/industria/operacion-industrial/oe-factor-de-exito>>. [Consulta: 21 de septiembre de 2016].
3. GUERRERO, Julio. *Lean roots Productividad, OEE*. [en línea]. <<http://leanroots.com/OEE.html>>. [Consulta: 21 de septiembre de 2016].
4. GUERRERO, Julio. *Que es el OEE*. [en línea]. <<http://leanroots.com/OEE.html>>. [Consulta: 21 de septiembre de 2016].
5. KOCH, Arno. *OEE for the production team*. 1a ed. Estados Unidos: Full Fact, 2008. 184 p.
6. OPTIMAGRID. *Buenas prácticas para el ahorro de energía en la empresa*. [en línea]. <<http://4.interreg-sudoe.eu/contenido-dinamico/libreria-ficheros/11268EB8-CE46-5D93-D5CC-6F82D70A6841.pdf>>. [Consulta: 21 de septiembre de 2016].

7. RETANA, Brenda. Técnicas de registro y análisis. [en línea]. <<http://educommons.anahuac.mx:8080/eduCommons/ingenieria-de-procesos-de-fabricacion/ingenieria-de-metodos/unidad-2-ocw>>. [Consulta. 21 de septiembre de 2016].
8. RIQUELME, Matías. La pirámide de Maslow y su influencia en la empresa. [en línea]. <<http://www.webyempresas.com/la-piramide-de-maslow-y-su-influencia-en-la-empresa/>>. [Consulta. 21 de septiembre de 2016].
9. SALAZAR, Bryan. Técnicas para registrar los hechos. [en línea]. <<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/t%C3%A9cnicas-de-registro-de-la-informaci%C3%B3n/>>. [Consulta: 21 de septiembre de 2016].
10. SALAZAR, Bryan. Estudio de tiempos y herramientas. [en línea]. <<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/t%C3%A9cnicas-de-registro-de-la-informaci%C3%B3n/>>. [Consulta: 21 de septiembre de 2016].
11. SANCHEZ, Rocío. *Modelo Estocástico para la eficiencia global de los equipos (OEE): Consideraciones prácticas para su utilización*. Trabajo de Graduación de Maestría en Ingeniería Industrial. Universidad Distrital de Bogotá, Facultad de Ingeniería. 2016. 86 p.
12. TRIOLA, Mario. *Estadística*. 2a ed. México: Pearson, 2004. 874 p.