



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Disminución de la rotación de personal usando Diseño de Experimentos

Jefferson David Román Uribe

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas
Medellín, Colombia
2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Disminución de la rotación de personal usando Diseño de Experimentos

Jefferson David Román Uribe

Tesis de investigación presentada como requisito para optar al título de:
Magíster en Ingeniería Industrial

Director:

Alexander Alberto Correa Espinal, Ph.D.

Codirectora:

Derly Faviana Gutiérrez Rôa, Ms.c.

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas
Medellín, Colombia
2016

"Daría todo lo que sé por la mitad de lo que ignoro."

René Descartes

Agradecimientos

Principalmente a Dios, por darme la fortaleza para superar los obstáculos y otorgarme la lucidez necesaria en la toma de decisiones durante este proceso de formación.

A mis padres, por creer en mí y por brindarme su apoyo de manera incondicional.

A mi pareja, quien con su amor y paciencia incondicional me acompañó y apoyó en las horas de arduo trabajo.

A la sede de Medellín de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, por abrirme las puertas de la institución y darme facilidades para culminar de forma satisfactoria éste proceso de formación.

A mi director de tesis, profesor Alexander Alberto Correa Espinal, Ph.D. por su paciencia, por su tiempo y por compartir conmigo una parte de su amplio conocimiento y experiencia.

A mi codirectora de tesis, profesora Derly Faviana Gutiérrez Rôa, MS.c, por su tiempo y sus valiosos consejos.

A mis jurados de tesis: profesora Nelfi Gertrudis Gonzalez Alvarez, Ph.D. y a la profesora Carmen Elena Patiño Rodríguez, Ph.D. por sus valiosos comentarios que contribuyeron a mejorar la calidad de este trabajo.

A las directivas de *Papers S.A.*, por abrirme las puertas de su organización y permitirme aplicar los conocimientos adquiridos.

Al personal operativo de *Papers S.A.*, por acogerme de buena manera en sus procesos y por creer en este proyecto.

Resumen

La rotación de personal es un tema ampliamente abordado en la literatura. Durante años, empresarios y académicos han diseñado estrategias encaminadas a disminuir los niveles de rotación de personal en las empresas por medio de estrategias tales como ofrecer mejores salarios, otorgar posibilidades de ascenso a sus empleados o mejorar el nivel de comunicación entre los compañeros de trabajo. Planteamientos recientes, han promovido estrategias al interior de las empresas tales como otorgar horarios flexibles, promover estilos de supervisión que generen confianza en sus empleados, seleccionar el personal de acuerdo a ciertos rasgos de personalidad o distribuir equitativamente la carga laboral. No obstante, estas estrategias han tenido dificultades al momento de su implementación, ya que requieren de inversiones muy significativas para las empresas y no aseguran que se reduzca la rotación de personal ni que se perciba un aumento en los niveles de eficiencia de los procesos. En este sentido, el presente trabajo de tesis de maestría tiene como objetivo mostrar la relación existente entre los conceptos de rotación de personal, ambigüedad de rol e ineficiencia organizacional y proponer una metodología que permita disminuir la rotación de personal en un proceso de manufactura, por medio del establecimiento de condiciones claras de operación que ayuden a reducir la ambigüedad de rol y generen un aumento en la eficiencia general del proceso. Adicionalmente, se propone aplicar dicha metodología en un caso de estudio, con el fin de evidenciar su aplicabilidad y el impacto que su implementación puede tener sobre la ambigüedad de rol, la rotación de personal y la eficiencia.

Una vez finalizado el trabajo, se logran correlacionar los conceptos de ineficiencia organizacional, rotación de personal y ambigüedad de rol por medio de la revisión del estado del arte; mostrando cómo la ambigüedad de rol conlleva a un aumento en rotación de personal y cómo ésta a su vez, ocasiona altos niveles de ineficiencia en las organizaciones. Adicionalmente, se propone una metodología para establecer las condiciones de operación en un proceso de manufactura, con el fin de reducir la rotación de personal, en condiciones donde hay presencia de ambigüedad de rol, por medio del diseño de experimentos. Como resultado de la implementación de la metodología, se logra establecer en un proceso de manufactura, por medio del Diseño de Experimentos, las condiciones de operación que reducen la ambigüedad de rol en el proceso y aumentan la motivación en los empleados logrando reducir de esta manera, el nivel de rotación de personal del proceso abordado en 72% con respecto al año 2015. Además de esto, se obtienen mejoras significativas en los niveles de eficiencia del proceso, mejorando con respecto al trimestre inmediatamente anterior al trabajo desarrollado, en 19% el indicador de tiempos de cambio, 10% el indicador de productividad y 21% el indicador de rebobinado. Finalmente, se realiza un diseño y análisis del puesto Operario de impresión para actuar de forma proactiva frente a la rotación de personal.

Palabras Clave:

Rotación de personal, Motivación, Diseño de Experimentos, Estresores, Diseño de puesto, Impresión rotograbado.

Abstract

Staff turnover is an issue widely discussed in the literature. For years, entrepreneurs and academics have designed strategies to reduce levels of staff turnover in companies through strategies such as offering better wages, provide opportunities for promotion to employees or improve the level of communication between co-workers. Recent approaches have promoted strategies within companies such as flextime grant, promote supervisory styles that build trust in their employees, select the staff according to certain personality traits or distribute the workload evenly. However, these strategies have had difficulties when its implementation because they require very significant investments for companies and do not ensure that staff turnover is reduced or that an increase in perceived levels of process efficiency. In this sense, this work master's thesis aims to show the relationship between the concepts of turnover, role ambiguity and organizational inefficiency and propose a methodology to reduce staff turnover in a manufacturing process, for through the establishment of clear operating conditions that help reduce role ambiguity and generate an increase in the overall process efficiency. Additionally, it is proposed to apply the methodology in a case study in order to demonstrate their applicability and the impact that their implementation can have on the role ambiguity, staff turnover and efficiency.

Upon completion of the work, are achieved correlate the concepts of organizational inefficiency, staff turnover and role ambiguity by reviewing the state of the art; showing how the role ambiguity leads to an increase in staff turnover and how this in turn causes high levels of inefficiency in organizations. In addition, a methodology is proposed to establish the operating conditions in a manufacturing process in order to reduce staff turnover in conditions where there is presence of role ambiguity, through the design of experiments. As a result of the implementation of the methodology it is successful in a manufacturing process, through the design of experiments, the operating conditions that reduce role ambiguity in the process and increase motivation in employees achieving thereby reduce the level of staff turnover process addressed in 72% compared to 2015. in addition, significant improvements are obtained in levels of process efficiency, improving with respect to work performed immediately preceding quarter, 19% times change indicator, the indicator 10% 21% productivity and rewinding indicator. Finally, a design and job analysis of printing worker is done to act proactively against staff turnover is done.

Key Words:

Staff turnover, Motivation, Design of Experiments, Stressors, Job design, Rotogravure printing

Contenido

CAPÍTULO 1	20
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.1 INTRODUCCIÓN	20
1.2 OBJETIVOS	22
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	23
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	23
CAPÍTULO 2	26
2. ESTADO DEL ARTE	26
2.1 LA NOCIÓN DE EFICIENCIA	26
2.2 MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA	27
2.2.1 EFICIENCIA X	28
2.3 ROTACIÓN DE PERSONAL	29
2.3.1 CONCEPTO DE ROTACIÓN DE PERSONAL	29
2.3.2 ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL	30
2.3.2.1 FACTORES ORGANIZACIONALES	30
2.3.2.2 FACTORES DEL AMBIENTE DE TRABAJO	31
2.3.2.3 FACTORES PERSONALES	31
2.3.2.4 FACTORES RELACIONADOS CON LA LABOR	32
CAPÍTULO 3	35
3. MARCO TEÓRICO	35
3.1 ÍNDICE ROTACIÓN DE PERSONAL	35
3.2 COSTOS DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL	37
3.2.1 COSTOS PRIMARIOS DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL	37
3.2.2 COSTOS SECUNDARIOS DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL	38
3.2.3 COSTOS TERCIARIOS DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL	39
3.2 ESTRÉS EN EL TRABAJO	40
3.3 TEORÍA MOTIVACIONAL	42
3.3.1 QUE SE ENTIENDE POR MOTIVACIÓN EN EL TRABAJO	42
3.3.1.1 VARIABLES MOTIVACIONALES EXTERNAS	42

3.3.1.2	VARIABLES MOTIVACIONALES INTERNAS	43
3.3.2	PRINCIPALES TEORÍAS MOTIVACIONALES.....	44
3.4	CÍRCULOS DE CALIDAD	46
3.5	ANÁLISIS CAUSA-EFECTO.....	47
3.6	DISEÑO DE EXPERIMENTOS-DOE (<i>DESIGN OF EXPERIMENTS</i>).....	48
3.6.1	TIPOS DE VARIABILIDAD	48
3.6.2	PLANIFICACIÓN DE UN EXPERIMENTO.....	49
3.6.3	TÉRMINOS EMPLEADOS POR EL DISEÑO DE EXPERIMENTOS.....	51
3.7	DISEÑO Y ANÁLISIS DE PUESTOS DE TRABAJO	52
CAPÍTULO 4	54
4.	PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA REDUCCIÓN DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL Y ESTUDIO DE CASO	54
4.1	PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA REDUCCIÓN DE ROTACIÓN DE PERSONAL USANDO DISEÑO DE EXPERIMENTOS	54
4.1.1	PASO 1: DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL.....	54
4.1.2	PASO 2: SELECCIÓN DEL PROCESO	55
4.1.3	PASO 3: DIAGNÓSTICO DE LA AMBIGÜEDAD DE ROL	55
4.1.4	PASO 4: SELECCIÓN DE ESTRESORES.....	55
4.1.5	PASO 5: MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA.....	56
4.1.6	PASO 6: SOCIALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE ESTRESORES	57
4.1.7	PASO 7: IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN Y DEFINICIÓN DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS	57
4.1.8	PASO 8: VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS RESPECTO A LA AMBIGÜEDAD DE ROL, LA ROTACIÓN DE PERSONAL Y EFICIENCIA GENERAL DEL PROCESO	58
4.1.9	PASO 9: DISEÑO Y ANÁLISIS DEL PUESTO DE TRABAJO	58
4.2	ESTUDIO DE CASO	60
4.2.1	ANTECEDENTES	60
4.2.2	ACERCA DE LA EMPRESA: <i>PAPERS S.A.</i>	60
4.2.3	APLICACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA	61
4.2.4	PASO 1: DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL.....	62
4.2.5	PASO 2: SELECCIÓN DEL PROCESO	62
4.2.6	PASO 3: DIAGNÓSTICO DE AMBIGÜEDAD DE ROL	65
4.2.7	PASO 4: SELECCIÓN DE ESTRESORES.....	67
4.2.8	PASO 5: MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA.....	75

4.2.9 PASO 6: SOCIALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE ESTRESORES	78
4.2.10 PASO 7: IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN Y DEFINICIÓN DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS	84
4.2.11 PASO 8: VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS RESPECTO A LA AMBIGÜEDAD DE ROL, LA ROTACIÓN DE PERSONAL Y LA EFICIENCIA GENERAL DEL PROCESO	111
4.2.12 PASO 9: DISEÑO Y ANÁLISIS DE PUESTO	115
CAPÍTULO 5	120
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	120
5.1 CONCLUSIONES	120
5.2 RECOMENDACIONES	121
5.3 TRABAJOS FUTUROS.....	122
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123

Lista de Figuras

Figura 1 Causas de rotación de personal.....	22
Figura 2 Tasa de rotación de personal en Colombia 2002-2009.....	24
Figura 3 Distribución PEA por grado de formación.....	25
Figura 4 Mapa mental del estado del arte.....	34
Figura 5 Costos de la rotación de personal	40
Figura 6 Estrés en el trabajo	41
Figura 7 Diagrama causa-efecto	47
Figura 8 Diseño vs Análisis del puesto	52
Figura 9 Propuesta Metodológica	59
Figura 10 Papel Tipping	61
Figura 11 Rotación de personal <i>Papers S.A.</i>	62
Figura 12 Proceso de Impresión	63
Figura 13 Proceso de Impresión <i>Papers S.A.</i>	64
Figura 14 Estresores del proceso de impresión.....	66
Figura 15 Arrugas.....	69
Figura 16 Desregistro de Impresión	70
Figura 17 Estresores Tiempos muertos.	71
Figura 18 Estresores Impacto económico.....	72
Figura 19 Estresores Frecuencia de ocurrencia.	72
Figura 20 Estresores Nivel de Riesgo.....	73
Figura 21 Estresores Nivel de Estrés.....	74
Figura 22 Selección final de estresores	75
Figura 23 Diagrama Causa-efecto cambios de producción.....	80
Figura 24 Diagrama Causa-Efecto, Manchas/Rayas en Impresión.....	81
Figura 25 Carrito.....	85
Figura 26 Soportes para fijación de cilindros de impresión	86
Figura 27 Implementación de rache.....	86
Figura 28 Adquisición de herramientas.....	87
Figura 29 Acondicionamiento de estaciones	87
Figura 30 Solución de limpieza	88
Figura 31 Capacitación	88
Figura 32 Comparación de histograma de datos	90
Figura 33 Normalidad T1.....	93
Figura 34 Normalidad T2.....	93
Figura 35 Pareto inicial.....	102
Figura 36 Pareto final	103
Figura 37 Experimento Manchas/ Rayas-Gráfica de efectos principales	105
Figura 38 Experimento Manchas/ Rayas-Gráfica de interacciones.....	105
Figura 39 Experimento Manchas/ Rayas-Gráficas de residuos.....	107
Figura 40 Test de normalidad Manchas/rayas en impresión	108
Figura 41 Test para igualdad de varianzas factores ABD	109
Figura 42 Test para igualdad de varianzas factores CDE	109
Figura 43 Residual vs Orden de corrida	110
Figura 44 Índice de rotación de personal <i>Papers S.A.</i> (Enero-Julio / 2016).....	112
Figura 45 Organigrama <i>Papers S.A.</i>	116
Figura 46 Bobinas reprocesadas por Manchas/ Rayas 2014-2015.....	131
Figura 47 Análisis causa-efecto, Revientes de papel	132

Figura 48 Causas reviente de papel	132
Figura 49 Bobinas reprocesadas Arrugas 2014-2015	133
Figura 50 Bobinas reprocesadas desregistro 2014-2015	134
Figura 51 Reunión círculo de calidad.....	135

Lista de tablas

Tabla 1% Rotación 2014 por sectores Estados Unidos.....	24
Tabla 2 Pasos para análisis causa-efecto	48
Tabla 3 Cuestionario para medir Ambigüedad de rol e identificar estresores	65
Tabla 4 Calificación total de los estresores.....	74
Tabla 5 Indicador Tiempos de cambio	76
Tabla 6 Resultados tiempo de cambio antes	76
Tabla 7 Nivel de productividad	77
Tabla 8 Resultados Nivel de productividad antes	77
Tabla 9 Porcentaje de Rebobinado.....	78
Tabla 10 Resultados Porcentaje de rebobinado antes	78
Tabla 11 Integrantes equipo COI	79
Tabla 12 Causas de Manchas/Rayas en impresión.....	81
Tabla 13 Condiciones de Operación	83
Tabla 14 Factores del proceso.....	83
Tabla 15 Muestra de tiempos de cambio T1	84
Tabla 16 Tiempos de cambio T2.....	90
Tabla 17 Factores y niveles Manchas/rayas.....	95
Tabla 18 Experimento Manchas/Rayas - Hipótesis basadas en los factores principales	97
Tabla 19 Experimento Manchas/Rayas - Hipótesis basadas en las interacciones dobles.....	97
Tabla 20 Hoja de registro corridas experimentales.....	99
Tabla 21 Experimento Manchas/ Rayas- ANOVA	104
Tabla 22 Experimento Manchas/ Rayas- Resumen del modelo.....	104
Tabla 23 Experimento Manchas/ Rayas- Tratamiento ganador	106
Tabla 24 Test de Barlett factores ABD.....	109
Tabla 25 Test de Barlett factores CDE	110
Tabla 26 Prueba Durbin-Watson.....	111
Tabla 27 Resultados tiempos de cambio	113
Tabla 28 Resultados Nivel de productividad.....	114
Tabla 29 Resultados porcentaje de rebobinado	115
Tabla 30 Cuestionario para medir Ambigüedad de Rol	130
Tabla 31 Resultados ambigüedad de rol	139
Tabla 32 Actividades de cambio de producción.....	140
Tabla 33 Validación de resultados sobre la Ambigüedad de Rol	141
Tabla 34 Residuales del experimento	142

Lista de Anexos

Anexo 1 Ambigüedad de Rol.....	130
Anexo 2 Manchas/ Rayas en Impresión	131
Anexo 3 Revientes de Papel	132
Anexo 4 Arrugas.....	133
Anexo 5 Desregistro de Impresión	134
Anexo 6 Reunión círculo de calidad-COI	135
Anexo 7 Diseño de experimentos_ Manchas/Rayas de impresión.....	136
Anexo 8 Formato entrevista	138
Anexo 9 Resultados diagnóstico de Ambigüedad de Rol	139
Anexo 10 Actividades Cambio de producción.....	140
Anexo 11 Validación de resultados sobre la Ambigüedad de Rol	141
Anexo 12 Residuales del experimento.....	142

CAPÍTULO 1

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“Puedes diseñar y crear, y construir el lugar más maravilloso del mundo, pero se necesita gente para hacer el sueño realidad”. Walt Disney

En el presente capítulo se plantea de manera introductoria las motivaciones y problemáticas que incentivaron la realización de la investigación plasmada en esta tesis de maestría. Para tal efecto, se destaca en un primer momento la importancia que tiene el empleo en la vida del ser humano y cómo las situaciones de estrés en el empleo tienen directa relación con la rotación de personal en las empresas. Posteriormente, se presenta el tema de rotación de personal, contextualizándolo en el entorno actual, midiendo el impacto que tiene en las organizaciones y esbozando las causas que distintos autores han propuesto como respuesta a esta problemática y se explica cómo ésta tesis de maestría contribuye de manera novedosa al abordaje de esta problemática. Finalmente, se plantean el objetivo general, los objetivos específicos que se persiguen con este trabajo y se muestran algunos datos y cifras sociodemográficas y económicas que soportan la investigación y le añaden relevancia al trabajo desarrollado.

1.1 INTRODUCCIÓN

Trabajar es una de las actividades más importantes en la vida del ser humano (Benedicto *et al.*, 2008). Las personas invierten gran parte de su vida en actividades relacionadas con el empleo, tal como lo muestra la última Encuesta Nacional de Uso del Tiempo - ENUT realizada por el departamento nacional de estadística- DANE la cual mostró que en Colombia, las personas pasan más del 37% del tiempo de sus vidas actividades relacionadas con el trabajo (DANE, 2013). A nivel individual, el trabajo actúa como elemento de integración social, permite la mejora de los estándares de vida y de bienestar social, en definitiva permite a las personas llevar una vida más digna (Sociólogos, 2013).

No obstante, pese a lo relevante que es el empleo en la vida de las personas, no todas tienen la posibilidad de acceder a él, ni todos los que trabajan encuentran en sus empleos situaciones placenteras. Por el contrario, muchas personas experimentan fuertes grados de tensión en sus empleos, lo cual afecta no solo su desempeño laboral, sino además su contexto familiar, social y afectivo (Sauter *et al.*, 2001). Sin embargo, ¿debe ser el trabajo una actividad estresante y poco placentera?

Si se formulara esta pregunta hace unos treinta años, muy seguramente la respuesta sería que sí, y que ésta es la razón por la cual se recibe algún tipo de compensación económica; no obstante, el trabajo ha cambiado, y si bien “hace unas décadas, que el trabajo diera de comer ya era bastante. Hoy se le pide mucho más, casi que de sentido a una vida” (Benedicto *et al.*, 2008). En este nuevo contexto, aspectos que anteriormente se consideraban irrelevantes, tales como horarios flexibles, planes de carrera y condiciones claras de operación, han cobrado mayor importancia para las personas, al punto de convertirse en factores determinantes al momento de tomar la decisión de abandonar o permanecer en una organización.

Uno de los aspectos que tiene directa relación con el estrés vivido por las personas en sus puestos de trabajo, es el aumento considerable de las tasas de rotación de personal en las empresas. “Es recurrente que cuando una persona comienza a sentir estrés permanente, al tiempo busque una nueva oportunidad de trabajo (Muñoz, 2014)”.

La rotación de personal es una de las problemáticas empresariales que más ha recibido atención durante las últimas décadas, tanto en la academia como en el mundo organizacional, debido principalmente al alto impacto que tiene sobre los procesos y a la gran cantidad de variables que influyen para que ésta se genere a mayor o menor escala (Cotton & Tuttle, 1986; Ramzan, 2013). Entendida de una manera muy simple, como el grado en el que los empleados tienden a permanecer o salir de las organizaciones (Anvari, Jianfu & Hosseinpour, 2013); la rotación de personal ha sido un problema que ha estado presente en las empresas desde su nacimiento; no obstante, el vertiginoso crecimiento tecnológico de los últimos años, sumado a la globalización de las economías, han cambiado las condiciones del mercado laboral y han aumentado los niveles de fluctuación de personas entre las distintas empresas, volviendo cada vez más complejo para las organizaciones, el retener a los empleados talentosos y fortalecer el *know-how* al interior de sus procesos.

Las compañías invierten mucho tiempo y dinero en sus empleados, en términos de inducción, capacitación, mantenimiento y desarrollo, con el fin de conformar equipos de trabajo sólidos que les permitan obtener ventajas competitivas en sus distintos mercados (Jins & Radhakrishnan, 2012). Sin embargo, estos esfuerzos no se ven muchas veces compensados cuando los empleados deciden abandonar las organizaciones por cualquier motivo, generando no solo cuantiosas pérdidas para las empresas, sino afectando considerablemente el rendimiento general de las mismas. Investigadores como Fidalgo & Gouveia (2012), han sido categóricos al afirmar que “la rotación de personal es uno de los problemas más importantes que afrontan las organizaciones”, mientras que Ramzan (2013) y Riley (2006) han planteado que la rotación de personal es uno de los principales problemas que afectan ampliamente la eficiencia global de las empresas. No obstante, las consecuencias que la rotación de personal trae a las organizaciones suelen ser mucho más tangibles que sus causas, pues al parecer “no existe una razón clara por la cual las personas dejan una organización” (Ongori, 2007).

Las causas que dan origen a la rotación de personal pueden clasificarse en los siguientes cuatro grupos de factores (ver figura 1): a) Factores organizacionales, donde se encuentran variables como el nivel salarial, la cultura organizacional, la ausencia de canales de comunicación, la percepción de trato injusto o las políticas de contratación, promoción y entrenamiento; b) Factores del ambiente de trabajo, donde se destacan aspectos como el estilo de supervisión, el tamaño de la empresa y el grado de interacción entre los miembros del equipo de trabajo; c) Factores personales, donde se ubican la edad, el género y los rasgos de personalidad, y d) Factores relacionados con la labor, entre los que se encuentran el conflicto de rol, la sobrecarga laboral y la ambigüedad de rol (Stigler, 1976).

Tanto los factores organizacionales, los del ambiente de trabajo y personales, han sido ampliamente analizados por distintos ámbitos del conocimiento; sin embargo, respecto a los factores relacionados con la labor, a excepción de la ambigüedad de rol, la mayoría de los análisis se han hecho desde la percepción de la persona hacia determinados aspectos de la organización y, al ser ésta subjetiva y propia de cada individuo, resulta complejo su abordaje.

La ambigüedad de rol, entendida como la falta de información disponible para realizar efectivamente una responsabilidad, ha sido un tema trabajado en la literatura, desde la perspectiva de medir el impacto que ésta tiene sobre los procesos (Kahn et al., 1964). Recientemente, Yesiltas (2014) encontró que la ambigüedad de rol ocasiona fuertes cambios en el comportamiento de las personas, mientras que Judeh (2011) demostró que la ambigüedad de rol tiene una gran relación con los procesos de socialización de los nuevos empleados y el grado de compromiso que éstos desarrollan hacia las organizaciones. No obstante, éstas investigaciones han abordado este tema desde un punto de vista descriptivo y se han enfocado en correlacionar el fenómeno con diversos aspectos

organizacionales, sin establecer los efectos que generan sobre la rotación de personal en las empresas, ni determinar de manera práctica las condiciones que minimizan dicha ambigüedad.

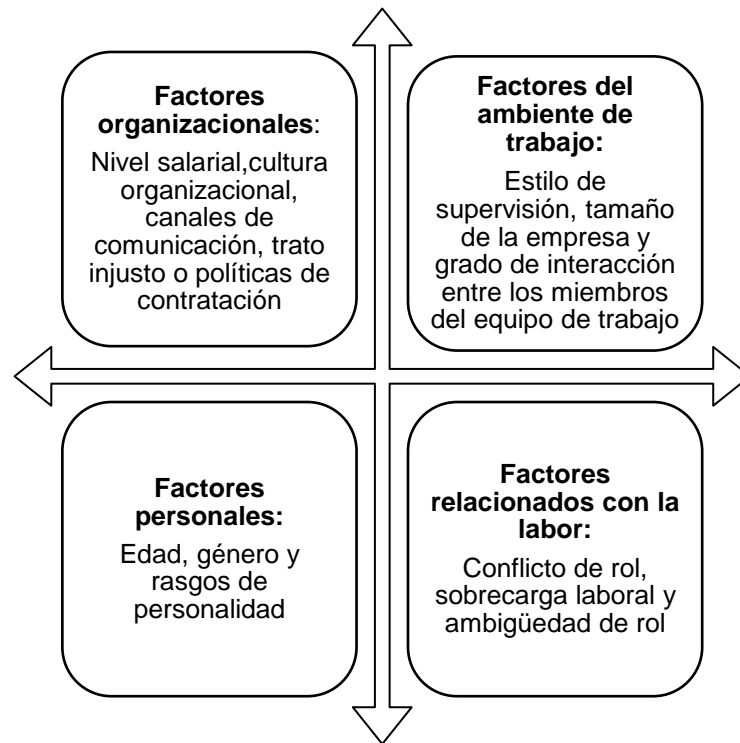


Figura 1 Causas de rotación de personal.

Fuente: Elaboración propia

En este sentido, el aporte de la presente tesis radica en abordar el problema de la rotación de personal desde las condiciones del puesto de trabajo y no desde las percepciones de la persona como se ha hecho tradicionalmente; por medio del establecimiento de condiciones claras de operación y haciendo uso de herramientas de la ingeniería, que ayuden a reducir de la ambigüedad de rol en el proceso y le otorguen control a los responsables del mismo, de tal modo que logre disminuir la rotación de personal y aumentar los niveles de eficiencia. Para llevarlo a cabo, se propone una metodología práctica y sencilla, compuesta por nueve pasos por medio de los cuales, se diagnóstica la ambigüedad de rol, se implementan acciones que ayudan a disminuirla, se valida el impacto de estas acciones sobre la rotación de personal y la eficiencia general del proceso y se proponen acciones para atacar el problema de manera preventiva antes de que se manifieste por medio del diseño y análisis de los puestos de trabajo.

1.2 OBJETIVOS

A continuación se muestran el objetivo general y los objetivos específicos de la presente investigación.

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer una metodología para establecer las condiciones de operación en un proceso de manufactura, que permitan reducir la ambigüedad de rol, con el fin de disminuir la rotación de personal, por medio del diseño de experimentos.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar los conceptos de rotación de personal, ambigüedad de rol e ineficiencia organizacional y determinar la relación existente entre éstos a través de la revisión del estado del arte.
- Proponer una metodología que permita:
 - Determinar los principales factores que generan la rotación de personal en un proceso de manufactura, cuando ésta se debe a la ambigüedad de rol.
 - Definir las condiciones de operación del proceso de manufactura, para disminuir la ambigüedad de rol, a través del diseño de experimentos.
- Aplicar la metodología propuesta en un caso de estudio.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La rotación de personal es un problema global que afecta a todas las organizaciones alrededor del mundo (Anvari *et al.*, 2013). No obstante, pese a ser una problemática de carácter mundial, existen diferencias significativas entre los niveles y la manera como es abordada en los distintos países.

Un estudio publicado recientemente por la página de internet *Compensation Force*¹ compila los resultados presentados en una popular encuesta realizada en Estados Unidos en el año 2014 (*BenchmarkPro Survey*²), la cual agrupó información de cerca de 30,000 empresas de diversos sectores de la economía en distintos aspectos organizacionales, entre los que se encuentra la rotación de personal. La información es presentada en la Tabla 1³.

¹ Disponible en: <http://www.compensationforce.com/2015/03/2014-turnover-rates-by-industry.html>

² *Benchmark Surveys* es una compañía consultora estadounidense la cual es reconocida por emitir encuestas periódicamente relacionadas diferentes aspectos económicos de más de 30,000 empresas estadounidenses de diferentes sectores económicos.

³ La rotación es calculada como el porcentaje de trabajadores (por sector) que llevan menos de un año en sus empleos vs el total de trabajadores del sector

Tabla 1% Rotación 2014 por sectores Estados Unidos

Sector	Porcentaje
Finanza y Banca	17.4%
Ciencias de la salud	17.5%
Sector hospitalario	27.6%
Seguros	11.7%
Manufactura y distribución	13.7%
ONG	15.6%
Servicios	12.5%
Sector público	8.6%

Fuente: (Compensation Force, 2015)

En Colombia, en el año 2010 López publicó un estudio similar, el cual analizaba la tendencia del mercado laboral colombiano, las condiciones educativas de los trabajadores y la influencia que la política había tenido en el mercado laboral hasta el año 2009⁴ (López, 2010). Los resultados en lo relacionado con rotación de personal se presentan en la figura 2.

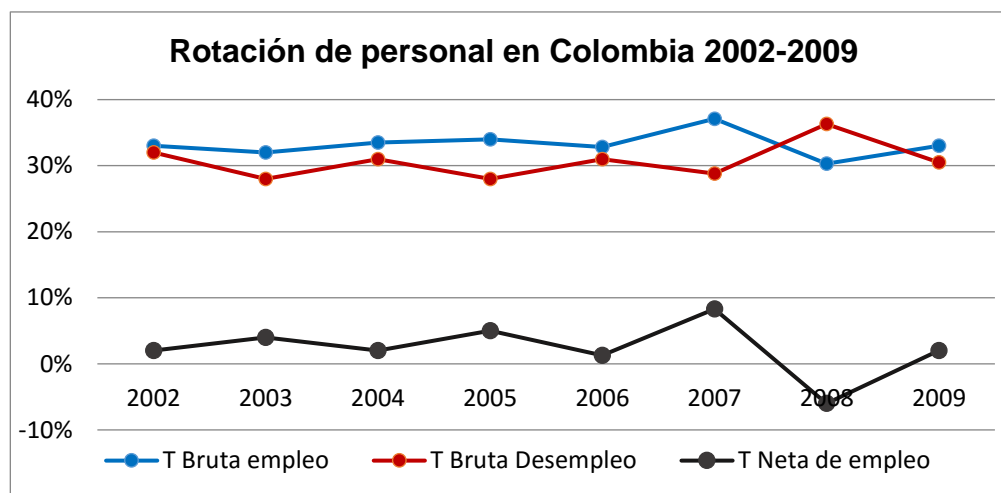


Figura 2 Tasa de rotación de personal en Colombia 2002-2009

Fuente: López, (2010)

Tal como puede observarse en la figura 2, la rotación anual del personal asalariado ha sido superior en Colombia, con respecto a las cifras reportadas en las empresas estadounidenses (presentadas en la Tabla 1). Durante el periodo 2002 – 2009 la tasa anual bruta de contrataciones fue en promedio 33%, mientras que, la tasa bruta de despidos de 30.6%. Un aspecto a resaltar es que durante el año 2007, un año de intensa generación neta de empleo (8.3%), esas tasas fueron del 37.1% (contrataciones), 28.8% (despidos) y 32.9% (rotación). Cabe señalar, que la tasa de rotación de

⁴ La información fue recolectada por el Departamento Nacional de Estadística – DANE y el Banco de la república en Medellín y 13 ciudades colombianas más, agrupando información de más de 2000 empresas.

personal ha sido particularmente elevada para los obreros y empleados sin educación superior (37.0% en 2002-2009) y mucho más moderada para quienes cuentan con educación superior (16.5%) (López, 2010).

El más reciente reporte del mercado laboral colombiano, publicado por el Departamento Nacional de Estadística (DANE) muestra la distribución de la Población Económicamente Activa (PEA) en cuanto al último grado de formación académica alcanzado. Los resultados muestran que el 82% de los hombres de la PEA tienen un grado de formación básico o bachiller, mientras que en las mujeres esta cifra es de 73% (ver figura 3).

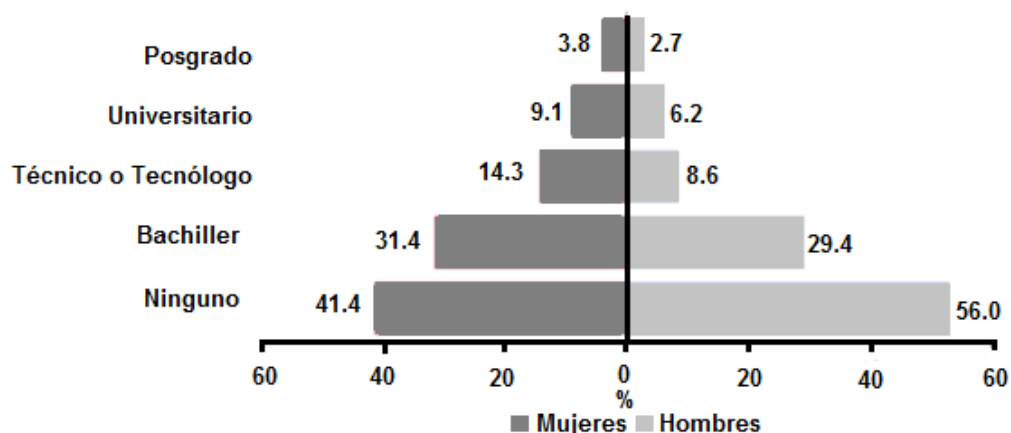


Figura 3 Distribución PEA por grado de formación

Fuente: DANE. (2015)

Esta situación refleja en gran medida las características del mercado laboral al que acceden las empresas colombianas: una población poco formada, con baja remuneración económica en sus puestos de trabajo y dispuesta a migrar de organización en organización en búsqueda de mejores condiciones laborales, convirtiendo a la rotación de personal, en “el principal problema de las compañías (especialmente en trabajos de baja remuneración)” (Anvari *et al.*, 2013), al tiempo que se disminuye la competitividad de la economía nacional frente al resto del mundo.

Una vez considerado lo anterior, se hace necesario proponer nuevos abordajes que permitan reducir la rotación de personal en las empresas, no solo para aumentar la eficiencia de los procesos productivos, sino además, para fortalecer la competitividad de la industria colombiana en el contexto internacional. Por tal motivo, la presente tesis de maestría, pretende realizar un aporte a esta problemática por medio de la aplicación del diseño experimental que permita establecer las condiciones de operación que minimicen la ambigüedad de rol en los procesos y reduzcan la rotación de personal en las empresas.

CAPÍTULO 2

2. ESTADO DEL ARTE

“Para ser un buscador real de la verdad es necesario que al menos una vez en tu vida dudes, tanto como sea posible, de todas las cosas.” René Descartes

En este capítulo, se presenta la evolución que ha tenido la rotación de personal en la literatura y los aportes que han realizado los diferentes autores al tema de estudio, abordados desde lo general a lo particular. Para tal efecto, se comienza introduciendo el concepto de ineficiencia, como uno de los principales impactos de la rotación de personal en las organizaciones, la forma como se mide y las distintas clasificaciones de ésta, prestando especial atención a la eficiencia X, como intersección entre los temas eficiencia y rotación de personal. Luego, se exponen los principales conceptos de la rotación de personal y se presentan de manera detallada las distintas causas que la originan, entre las que se destaca la ambigüedad de rol como una de las causas principales de la rotación de personal, que no depende de la percepción del empleado hacia determinados aspectos de la organización. Al final del capítulo, se presenta de manera esquemática, los principales temas y autores que definieron la ruta empleada por el autor para explicar y correlacionar los distintos tópicos.

2.1 LA NOCIÓN DE EFICIENCIA

La eficiencia es un concepto que posee diversas interpretaciones, por lo que se hace importante delimitar la acepción que se pretende utilizar en una investigación. En este sentido, es pertinente en primera instancia diferenciarla del concepto de eficacia, por lo que llamaremos eficacia a la “capacidad de establecer y lograr metas preestablecidas” (Fuentes, 2000), mientras que, entenderemos eficiencia (solo con el ánimo de distinguirla de eficacia y sin entorpecer futuras definiciones presentadas en este trabajo), como el “grado en que se cumplen los objetivos de una iniciativa al menor costo posible” (Mokate, 2001).

Por otro lado, parece existir una falta de consenso en la literatura, relacionada con la definición de eficiencia. Para evidenciarlo, se presentan en primera instancia las definiciones del término que ofrecen los principales diccionarios del mundo. Es así, como el Diccionario de la Real Academia de la lengua Española (RAE, 2001) indica que eficiencia es la “virtud y facultad para lograr un efecto determinado”, lo que permitiría pensar que la eficacia y la eficiencia son sinónimas; mientras que Maria moliner (2007) presenta una definición ligeramente diferente, en la que sugiere que la eficiencia califica la manera en que los objetivos son alcanzados; de modo que señala que la eficiencia “se aplica a lo que realiza cumplidamente la función para la que está destinado”. El Diccionario *Larousse* (1998) explícitamente incluye en su definición tanto los insumos utilizados como los resultados logrados, señalando que la eficiencia consiste en “La virtud para lograr algo. Relación existente entre el trabajo desarrollado, el tiempo invertido, la inversión realizada en hacer algo y el resultado logrado. Productividad”. El *Webster* (2014), por su parte sugiere que algo es eficiente si se caracteriza “por la capacidad para seleccionar y usar los medios más efectivos y de menor desperdicio con el fin de llevar a cabo una tarea o lograr un propósito”. Curiosamente, todos los diccionarios del inglés consultados, incorporan la relación medios-fines en su definición de eficiencia, aunque muchos diccionarios del español no incluyen ninguna referencia al uso de insumos o recursos. Para efectos del presente trabajo de tesis, entenderemos eficiencia como la utilización óptima de un conjunto de recursos para la realización de una actividad determinada.

Una de las ideas más amplias que se puede encontrar acerca de eficiencia es el concepto óptimo de Pareto, el cual indica que una asignación de recursos “A” es preferida a otra “B” si y sólo si, con la segunda, al menos algún individuo mejora y nadie empeora, es decir, un óptimo paretiano es una asignación de recursos que no puede modificarse para mejorar la situación de alguien sin empeorar la de otro(s). Lindbeck (1971), planteó tres clasificaciones para el concepto de eficiencia las cuales denominó como: eficiencia asignativa, eficiencia técnica y eficiencia del costo (teniendo las dos primeras, además, dimensiones estáticas y dinámicas). La eficiencia asignativa, en su versión estática, coincide con el óptimo planteado por Pareto, explicado anteriormente, mientras que, en su versión dinámica obliga a que las entradas se agrupen de acuerdo a los gustos de los individuos. La eficiencia técnica por su lado, surge de la interpretación de la función de producción como el conjunto de los puntos frontera de dicha función, quedando particionado así, el espacio entre asignaciones eficientes (las ubicadas justo sobre la función de producción), las ineficientes (las situadas debajo de la misma) y las imposibles (las localizadas más allá). En este punto, se trata de un concepto puramente técnico puesto que contempla únicamente la relación entre las cantidades de insumos y productos y no sus valores. Finalmente, la eficiencia del costo supone lograr el costo mínimo de producción de una cantidad determinada de *output* al considerar las relaciones proporcionales de los *inputs* utilizados, en función de sus precios y productividades marginales (Fuentes, 2000).

2.2 MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA

Dado el papel crucial que ha desempeñado el concepto de eficiencia en la teoría organizacional, es natural que haya existido desde hace bastante tiempo, una alta preocupación por determinar la manera adecuada de medirla. Una de las primeras y más utilizadas técnicas para medir la eficiencia fue el “Análisis de Grupo”, la cual consistía en hacer una clasificación, dentro de un grupo de empresas, mediante el cálculo de determinados índices de productividad que analizaban posteriormente las diferencias entre las empresas y las clasificaban como empresas cabeza y cola dependiendo de sus resultados (Rodríguez, 2006).

Sin embargo, esta metodología no perduró mucho tiempo, pues a inicios de los años 50, Koopmans ofreció una medición formal de eficiencia, considerando un punto eficiente como aquella combinación de producto neto que, siendo factible, posee la propiedad de que cualquier incremento en una de sus coordenadas puede ser lograda solo a costa de disminuir al menos una de las restantes (Koopmans, 1951). Del mismo modo, Debreu acotó mucho más el concepto y planteó la medición de la eficiencia mediante un ratio que cuantificaba la proporción en que una economía se alejaba de su estado óptimo, considerando como tal “aquel estado en el que no es posible aumentar la satisfacción de algún individuo sin, al menos, disminuir la de otro” (Debreu, 1951). No obstante, es a M.J. Farrell a quien se le atribuye la creación del marco teórico para medir la eficiencia, el cual, basándose en los trabajos previos de Koopmans y Debreu, propone que se visualice la eficiencia desde una perspectiva real y no ideal, donde cada empresa o unidad productiva sea evaluada en relación con otras tomadas de un grupo representativo y homogéneo. De esta manera, la medida de la eficiencia sería relativa y no absoluta, donde el valor logrado de eficiencia para una empresa determinada corresponde a una expresión de la desviación observada respecto a aquellas consideradas como eficientes (Arzubi & Berbel, 2002). Además de esto, el autor descompone la eficiencia en tres tipos: eficiencia técnica, eficiencia asignativa y eficiencia de escala. La eficiencia técnica está relacionada con la productividad alcanzada dada una serie de *inputs*, “según la teoría de la producción un proceso es ineficiente si existe otra combinación de factores que permita obtener el mismo nivel de producción con un menor consumo de factores, o más producto con el mismo nivel de factores de la función de producción”. La eficiencia asignativa está ligada al beneficio obtenido por unidad de costos utilizada, según esta idea “cuando ya no se puede aumentar el beneficio monetario o social mediante la traslación de recursos de una actividad a otra, o entre distintas

empresas se dice que se ha alcanzado la eficiencia en la asignación que incorpora la idea de óptimo de Pareto. La eficiencia de escala, la cual consiste en lograr un tamaño óptimo para la explotación (Farrell, 1957). No obstante, la herramienta empleada en la actualidad por defecto (que emplearemos en el desarrollo de esa tesis), para medir y hacer control de la eficiencia en las organizaciones las constituyen los indicadores de gestión, los cuales evalúan la relación entre los recursos empleados por los procesos y el grado de aprovechamiento por parte de los mismos (Rodríguez *et al.*, 2012).

2.2.1 EFICIENCIA X

Un tipo específico de eficiencia asignativa de especial importancia en la teoría económica es la eficiencia X. El concepto de eficiencia X fue introducido por primera vez en el año 1966 por el economista Harvey Leibenstein, quien lo empleó para hacer referencia a la relación existente entre los *outputs* generados por un proceso y los recursos empleados en el mismo, en condiciones en las que el operador del proceso no emplea el máximo de sus esfuerzos. Bajo este concepto, una asignación también se consideraría ineficiente por emplear más factores de los necesarios o producir menos *output* del posible, pero los motivos no se basarían en el tipo de técnica empleada en la producción, sino en el comportamiento de los individuos que forman parte de la unidad productiva (Leibenstein, 1966).

Desde el punto de vista organizacional, el autor señala que puede haber una alta variación en los *outputs* de dos procesos, aun cuando ambos posean cantidades similares de capital y el trabajo y la técnica también sean semejantes entre los dos. De acuerdo con el autor, estas diferencias, que en algunos casos pueden ser bastante significativas, pueden atribuirse a un fenómeno denominado ineficiencia X, el cual puede generarse principalmente por cuatro factores: (1) cuando se tienen contratos laborales confusos o incompletos, (2) cuando la función de producción del proceso no está completamente especificada o es desconocida, (3) cuando todos los recursos no están disponibles en igual cantidad para los actores del mercado y (4) cuando debido a la incertidumbre de los mercados, los competidores cooperan entre sí e imitan cierto grado de la técnica de los demás (Leibenstein, 1966).

La teoría de la eficiencia X ha generado numerosos defensores y detractores desde su aparición a mediados de los años 60's. Stigler (1976) por ejemplo, manifestó que no existe tal concepto o que éste simplemente no tiene ningún impacto sobre el bienestar social. Adicionalmente, lanzó fuertes críticas sobre este concepto argumentando que lo que Leibenstein denomina ineficiencia X realmente corresponde a un tipo de *output* motivacional considerado en la función de producción en la que se incluyen variables tales como el ocio y la salud mental. No obstante, expertos como Lofthouse (1974) han justificado su existencia desde la óptica de la estructura de los mercados, demostrando cómo en condiciones de monopolio se propicia más la ineficiencia X, o explicando profundamente los altos costos que trae consigo la ineficiencia X para la sociedad (Frantz, 1997; Naughton & Frantz, 1991). De hecho, investigadores como Perelman (2011) han planteado que uno de los principales retos para la economía y el estudio de la eficiencia organizacional, es la consideración de la motivación y los factores comportamentales de los agentes que generan ineficiencia X; planteamiento similar al de Frantz (2015) quien expresa que los administradores del momento, deben propender por tener la mejor tecnología disponible, o estar en un ambiente de desregulación que produzca niveles más bajos de ineficiencia X. Para el presente trabajo de tesis, no solo se considera la existencia de la eficiencia X, sino la gran importancia que ésta tiene en la teoría económica y organizacional moderna.

Estudiosos de la ineficiencia X como Frantz (2015) han considerado las siguientes cuatro razones por las cuales ésta se genera en las organizaciones: la primera de éstas es que, desde la teoría del psicoanálisis, la personalidad humana posee dos partes: un ELLO y SÚPER YO. Este último, desea

trabajar fuerte, superarse a sí mismo, hacer las cosas correctamente, encontrar soluciones a los problemas usando un proceso de toma de decisiones racional; mientras el ELLO por su parte, desea estar libre de trabajar y emplea reglas de decisión con trabajo moderado. Esta disonancia entre ambas partes ocasiona que el resultado final de nuestras acciones no emplee el máximo de nuestros esfuerzos. La segunda razón, se debe a que pocas veces, los administradores son los dueños de los negocios, lo que desencadena un “problema de agencia” entre los intereses de los administradores y lo mejor para las empresas. La tercera razón, se produce debido a que los trabajadores por lo general son discretos sobre los niveles de trabajo necesarios para una labor, y cuarto, a que en mercados de monopolio, se crea un ambiente para los empleados en el que pueden perseguir sus propios intereses y no los intereses de la empresa. Los efectos de esta falta de sincronización entre los intereses de las personas y los de las organizaciones no solo se ven reflejados en marcados niveles de ineficiencia X, sino que dan origen a otra problemática de gran impacto para las empresas: la rotación de personal.

2.3 ROTACIÓN DE PERSONAL

Controlar el problema de la rotación de personal es fundamental para cualquier organización que quiera mantener su competitividad (Anvari *et al.*, 2013). La administración, supervisión y gestión de la rotación de personal, son esenciales para la conformación de empresas altamente eficientes que deseen competir en los mercados modernos, agregando el máximo valor a sus productos al mínimo costo posible.

La rotación de personal está lejos de ser un tema nuevo en la literatura, de hecho es un fenómeno bastante estudiado (Shaw, Delery, Jenkins & Gupta, 1998). Desde los famosos experimentos de *Hawthorne* (dirigidos en 1927 por Elton Mayo) hasta nuestros días, la rotación de personal ha sido un tema trabajado desde algunas áreas del conocimiento tales como psicología, sociología, administración de empresas, administración de negocios, etc. No obstante, son pocos los aportes que pueden encontrarse desde la ingeniería a este tema de estudio. A continuación se presentarán los principales conceptos y causas de la rotación de personal presentes en la literatura.

2.3.1 CONCEPTO DE ROTACIÓN DE PERSONAL

De manera simple, la rotación de personal puede definirse como el grado en el que los empleados tienden a permanecer o salir de las organizaciones (Anvari *et al.*, 2013). Frecuentemente, los empresarios entienden la rotación de personal como el proceso entero que trae consigo ocupar una vacante (Ongori, 2007), mientras que algunos investigadores entienden la rotación de personal como la “migración constante de los trabajadores a través de todo el mercado de trabajo” (Abbasii & Hollman, 2000), o como “la fluctuación de personal entre una organización y su ambiente” (Chiavenato, 2007). Otras definiciones que pueden encontrarse del término en la literatura, consideran la rotación de personal como el “movimiento individual de los empleados a través de las fronteras de las distintas organizaciones” (Bilau, Ajagbe, Sholanke, & Sani, 2015) o como la “relación entre el número de trabajadores que dejan una organización durante el periodo que está siendo analizado, dividido por el número promedio de personas que pertenecieron a esa organización durante ese periodo” (Price, 1978).

Para efectos del presente trabajo, entenderemos rotación de personal como la relación entre los empleados que abandonan, voluntaria o involuntariamente, una organización y el número total de empleados que la conforman en un periodo de tiempo dado.

2.3.2 ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL

A lo largo de los años, empresarios y académicos han abordado el tema de la rotación de personal tratando de responder la pregunta: ¿cuáles son las razones por las que las personas abandonan una organización?, la respuesta a esta pregunta puede ser de carácter muy variado, pues al parecer “no existe una razón clara por la cual las personas dejan una organización” (Ongori, 2007). No obstante, Porter & Steers (1973) en su estudio proponen que las causas que originan la rotación de personal pueden agruparse en cuatro grupos de factores a mencionar: a) Factores Organizacionales, b) Factores del ambiente de trabajo inmediato, c) Factores personales y d) Factores relacionados con la labor. A continuación se explican de manera detallada cada uno de ellos.

2.3.2.1 FACTORES ORGANIZACIONALES

La inestabilidad en las organizaciones ha demostrado tener un alto impacto sobre la rotación de personal. Hay indicios de que los empleados tienen más probabilidades de quedarse en una empresa cuando hay un ambiente de trabajo predecible y tienden a retirarse cuando perciben incertidumbre. Por otro lado, los empleados tienden a permanecer en aquellas organizaciones que logran altos índices de eficiencia (Ongori, 2007); algunos estudios han demostrado que, en organizaciones donde hay bajos niveles de eficiencia, por lo general hay altos índices de rotación de personal (Alexander, Bloom & Nuchols, 1991).

Por otra parte, uno de los factores organizacionales que tradicionalmente ha presentado mayor influencia sobre la rotación de personal se refiere a las condiciones de remuneración y promoción que ofrecen las organizaciones a sus empleados. No hay duda de que la remuneración desempeña un papel central en la retención de empleados de alta calidad (Bilau *et al.*, 2015). De hecho, tiene una gran influencia sobre la satisfacción en el trabajo, de modo que “cuando no se le da mucho énfasis al salario en una organización, no se consiguen altos niveles de productividad, debido a la insatisfacción laboral generada en los empleados” (Ogbeifun, 2011). No obstante, la importancia que las personas le otorgan a la remuneración económica ha disminuido con el correr de los años, que puede ser fruto de un vertiginoso auge tecnológico y de las nuevas condiciones de los mercados, que han modificado los estilos de vida en las personas, en los que el dinero no es el principal protagonista. Es por esto que, aspectos organizacionales que anteriormente no se consideraban como relevantes para las personas, han pasado a tener un papel fundamental al momento de tomar la decisión de abandonar una organización. Uno de estos aspectos, es el grado y calidad de la comunicación existente al interior de las compañías. Los trabajadores suelen decidirse a dejar una empresa cuando sienten que no existe un canal fuerte y sólido que les permita expresar a los directivos o jefes, sus puntos de vista u opiniones en torno a un determinado tema (Management Journal, 2014). Las organizaciones que poseen sistemas de comunicación sólidos suelen disfrutar de menor rotación del personal (Labov, 1997).

Además de estos aspectos organizacionales, es posible encontrar en la literatura otros que tienen relevancia sobre la rotación de personal y no menos importantes, tales como: recibir un trato justo (Khatri, Fern & Budhwar, 2001; Radzi *et al.*, 2009), hacer parte de una buena cultura organizacional (Bergman, 2006; Bilau *et al.*, 2015; Govaerts, Kyndt, Dochy & Baert, 2011; Yen Hsu, 2009) o contar

buenas políticas de contratación, promoción y entrenamiento (Chew & Chan, 2008; Jins & Radhakrishnan, 2012; Kundu, Malhan & Kumar, 2007).

2.3.2.2 FACTORES DEL AMBIENTE DE TRABAJO

Un segundo conjunto de factores que causan rotación de personal en las organizaciones, está compuesto por las situaciones en las que se encuentran envueltos los empleados en su lugar de trabajo. Hace muchos años, Brayfield y Crockett (1955) encontraron que las actitudes negativas de los empleados hacia su contexto de trabajo (sobre todo en los niveles más bajos), se relacionan significativamente con el ausentismo y la rotación de personal. Desde entonces, muchos han sido los investigadores que han buscado correlacionar los factores del ambiente de trabajo inmediato en los que se desenvuelve el trabajador, con la determinación de abandonar una organización. De estos factores, tres han presentado una relevancia importante en la literatura: a) el estilo de supervisión, b) el tamaño de la empresa y c) el grado de interacción entre los miembros del grupo de trabajo. A continuación se detallan brevemente cada uno de ellos

Numerosos estudios han avalado la relevancia que tiene el apoyo del supervisor sobre la intención de abandonar o no una organización por parte de un empleado (Arokiasamy, 2013; Eisenberger, Stinglhamber, Vandenberghe, Sucharski & Rhoades, 2002). Según éstos, el trato que perciban los empleados de su superior inmediato fortalecerá o debilitará los lazos de unión del empleado hacia la organización, al punto que cuando un empleado percibe un trato no equitativo, éste puede sentirse frustrado y no contribuirá con sus mejores esfuerzos hacia los objetivos principales de la organización (Telly, French & Scott, 1971).

Con relación a la influencia que tiene el tamaño de la organización sobre la rotación de personal, la literatura tiene dos puntos de vista encontrados: algunos investigadores han propuesto que las organizaciones más grandes muestran una relación débil de estos factores, dado que los grupos más grandes pueden amortiguar mejor las perturbaciones de la rotación (Bauer & Green, 1996; Kozlowski & Bell, 2008). Otros autores, han manifestado que las altas tasas de rotación causarán menos daño en las organizaciones más grandes, ya que pueden soportar mejor las pérdidas de información proporcionales (Carley, 1992). Por otra parte, otros autores han argumentado que las organizaciones más grandes mostrarán relaciones negativas más fuertes que las entidades más pequeñas, debido a que éstas últimas pueden manejar mejor socialización entre sus empleados y ajustar los procesos de manera más eficiente (Hausknecht, Trevor & Howard, 2009).

Finalmente, uno de los aspectos más relevantes en el proceso de socialización dentro de una organización es la interacción entre el individuo y sus compañeros. Esta interacción puede proporcionar apoyo y refuerzo necesario para generar apego del trabajador al ambiente de trabajo, o por el contrario, dar lugar al abandono del mismo (Porter & Steers, 1973). Las opiniones de los compañeros de trabajo tienen un impacto significativo sobre los empleados al momento de dejar una organización (Arokiasamy, 2013). La investigación de Mishra (2013) mostró que el 85% de todas las dificultades en las organizaciones se derivan de las relaciones interpersonales, no de las competencias de los individuos. Estas relaciones tienen una gran influencia sobre el rendimiento general de las compañías, así como en los niveles de rotación de personal.

2.3.2.3 FACTORES PERSONALES

Los aspectos propios del ser humano tienen impacto significativo sobre la rotación de personal, de modo que aspectos como la edad, el género, los rasgos de personalidad, el contexto familiar y hasta

el número de integrantes de la familia, están presentes a lo largo de las investigaciones que tratan de explicar las causas de la rotación de personal (Porter & Steers, 1973). Algunas investigaciones muestran que la edad, por ejemplo, está significativamente relacionada con el compromiso que desarrollan las personas con su puesto de trabajo (Mathieu & Zajac, 1990), y otras investigaciones revelan una relación inversa entre el compromiso organizacional y la rotación de personal en personas que llevan más de un año en sus empleos (Werbel & Gould, 1984). Otros autores han encontrado que ésta relación es más fuerte para los empleados que se encuentran en etapas tempranas de su carrera (es decir, hasta treinta años), que los que están en etapas posteriores (Cohen, 1991).

Uno de los factores más estudiados como generador de altas tasas de rotación de personal es la personalidad (Pitt & Matz, 2009). Estudios recientes encontraron ciertos rasgos de personalidad que tienen mayor influencia para que las personas tomen la decisión de abandonar una institución. Al respecto, se determinaron cuatro dimensiones de personalidad que según los autores, influyen positivamente en la decisión de cambiar de organización: extroversión, amabilidad, responsabilidad y apertura (Mayende & Musenze, 2014).

2.3.2.4 FACTORES RELACIONADOS CON LA LABOR

En algunas ocasiones, las condiciones propias de la actividad que desarrollan las personas en las organizaciones, pueden ocasionarles altos grados de estrés y con esto aumentar la posibilidad de que abandonen sus puestos de trabajo. En este sentido, la actitud del trabajador (incluido el compromiso hacia la organización) y la satisfacción laboral está fuertemente influenciadas por las características del trabajo y de la tarea (Cotton & Tuttle, 1986).

Experimentar estrés en el trabajo promueve la falta de compromiso hacia las organizaciones y aumenta la insatisfacción laboral por parte de los empleados. Entre mayor sea el número de factores que le generan estrés al trabajador, más altos serán los índices de rotación de personal (Firth, Mellor, Moore & Loquet, 2004). Bilau *et al.* (2015) midió el impacto de la rotación sobre las pequeñas y medianas firmas constructoras y encontró que los niveles de rotación aumentan considerablemente cuando los empleados manifiestan sufrir de estrés laboral. Por otra parte, Sutherland & Cooper (1992), plantearon que hay tres factores que generan estrés en los empleados y que contribuyen a generar rotación de personal que son: conflicto de rol, sobrecarga laboral y la ambigüedad de rol. A continuación se explican cada uno de ellos.

El conflicto de rol puede ser definido como “la ocurrencia simultánea de dos (o más) grupos de presión, tales que el cumplimiento de uno hace más difícil el cumplimiento de los otros” (Kahn *et al.*, 1964; Lenka, 2015). En el ambiente de trabajo, hay varios tipos de problemas que pueden ocasionar este tipo de conflicto. Uno de los conflictos de rol más comunes en los empleados es el conflicto entre la familia y el trabajo, donde las exigencias de ambos no pueden ser alineadas entre sí (Greenhaus & Beutell, 1985); este conflicto puede presentarse en dos tipos: trabajar bajo la influencia de la familia (conflicto trabajo-familia), cuando el rol de trabajo interfiere con el rol de la familia y vivir en familia con influencia del trabajo (conflicto familia-trabajo), que se produce cuando los roles familiares interfieren con el rol del trabajo (Lee & Hong, 2005). Estos conflictos laborales y familiares pueden ocasionar altos niveles de presión y estrés en las personas, al punto de llevarlas a tomar la decisión de abandonar alguno de los factores que generan estrés (el trabajo o la familia). Podría decirse que el conflicto de rol es casi lo opuesto a la falta de responsabilidad, éste está condicionado a las percepciones del entorno y tiene influencia directa en el grado de compromiso que despierta en el empleado hacia la organización (Bilau *et al.*, 2015).

La sobrecarga de trabajo, por su parte, es uno de los factores de mayor influencia sobre la satisfacción laboral y por ende, sobre la rotación de personal. La sobrecarga laboral puede definirse como aquellas actividades extras que deben desempeñar los empleados, es decir, actividades adicionales a las que son capaces de desarrollar en un momento dado (Malik, Ghafoor & Iqbal, 2013). Diversos investigadores han mostrado los efectos negativos que tiene este factor en las organizaciones, tales como pobre desempeño de los empleados e insatisfacción de los mismos (Ali & Farooqi, 2014); así como, diversos problemas emocionales en los empleados, tales como cansancio y fatiga mental (Nirel *et al.*, 2008). Otros autores, han mostrado la alta relación existente entre sobrecarga laboral y rotación de personal, argumentando que los empleados que deben realizar más actividades de las necesarias en sus empleos deben ignorar ciertas características de su trabajo o su vida personal. Esta situación les origina altos niveles de frustración que los impulsa a abandonar sus puestos de trabajo (Spector & Jex, 1998).

En la teoría clásica del estudio de los puestos de trabajo, la ambigüedad de rol puede definirse como la falta de información disponible para realizar efectivamente una responsabilidad. Las personas que experimentan ambigüedad en su rol, carecen de información adecuada acerca de cuáles son sus responsabilidades y desconocen cómo deben realizarse los procesos (Kahn *et al.*, 1964). Otros autores, han planteado que la ambigüedad de rol puede ser comprendida con relación a los resultados esperados de las personas, así como la claridad que se tenga de los comportamientos apropiados para alcanzar dichos resultados (Rizzo, House & Lirtzman, 1970).

El estudio de la ambigüedad de rol, como factor determinante de la rotación de personal, ha sido abordado en múltiples investigaciones. Sin embargo, la mayoría de estas investigaciones corresponden a estudios de caso, o trabajos descriptivos, que han buscado correlacionar la ambigüedad de rol con algunos aspectos organizacionales. Algunas de estas, han asociado la rotación de personal con la ambigüedad de rol al plantear que en organizaciones donde las tareas no están estandarizadas y donde no existen procedimientos para transmitir el conocimiento a nuevos integrantes, existen niveles más altos de rotación de personal (Arokiasamy, 2013), mientras que, otros han demostrado la relación que tiene la ambigüedad de rol con los procesos de socialización de los nuevos empleados y el grado de compromiso que éstos desarrollan hacia las organizaciones (Judeh, 2011). Otros trabajos investigativos han encontrado que la ambigüedad en el rol esta negativamente relacionada con la efectividad con que las personas desarrollan su labor (Srikanth & Jomon, 2013) o mostrado como ésta afecta negativamente el comportamiento de las personas hacia el trabajo, especialmente cuando esta ambigüedad se encuentra presente a lo largo de toda la organización (Yesiltas, 2014).

No obstante, si bien estas publicaciones han sido importantes para comprender de mejor manera éste fenómeno, la mayoría de éstas provienen de áreas de estudio como la sociología, la economía y la administración, tal como lo indican Steel & Lounsbury (2009); y no ha sido posible encontrar en la literatura estudios que profundicen el abordaje de la ambigüedad de rol desde la ingeniería, con metodologías rigurosas que puedan aplicarse en cualquier tipo de organización, y que ayuden a disminuir los niveles de rotación de personal en las empresas. Por tal motivo, el presente trabajo de tesis pretende llenar este vacío encontrado en la literatura y realizar un aporte al estudio del problema de rotación de personal, por medio del desarrollo de una metodología que permita disminuir la ambigüedad de rol, y por consiguiente, impactar favorablemente los índices de rotación de personal en los procesos.

Para una mayor claridad del lector, se presenta en la figura 4 el mapa mental la ruta empleada por el autor para la búsqueda de los distintos temas.

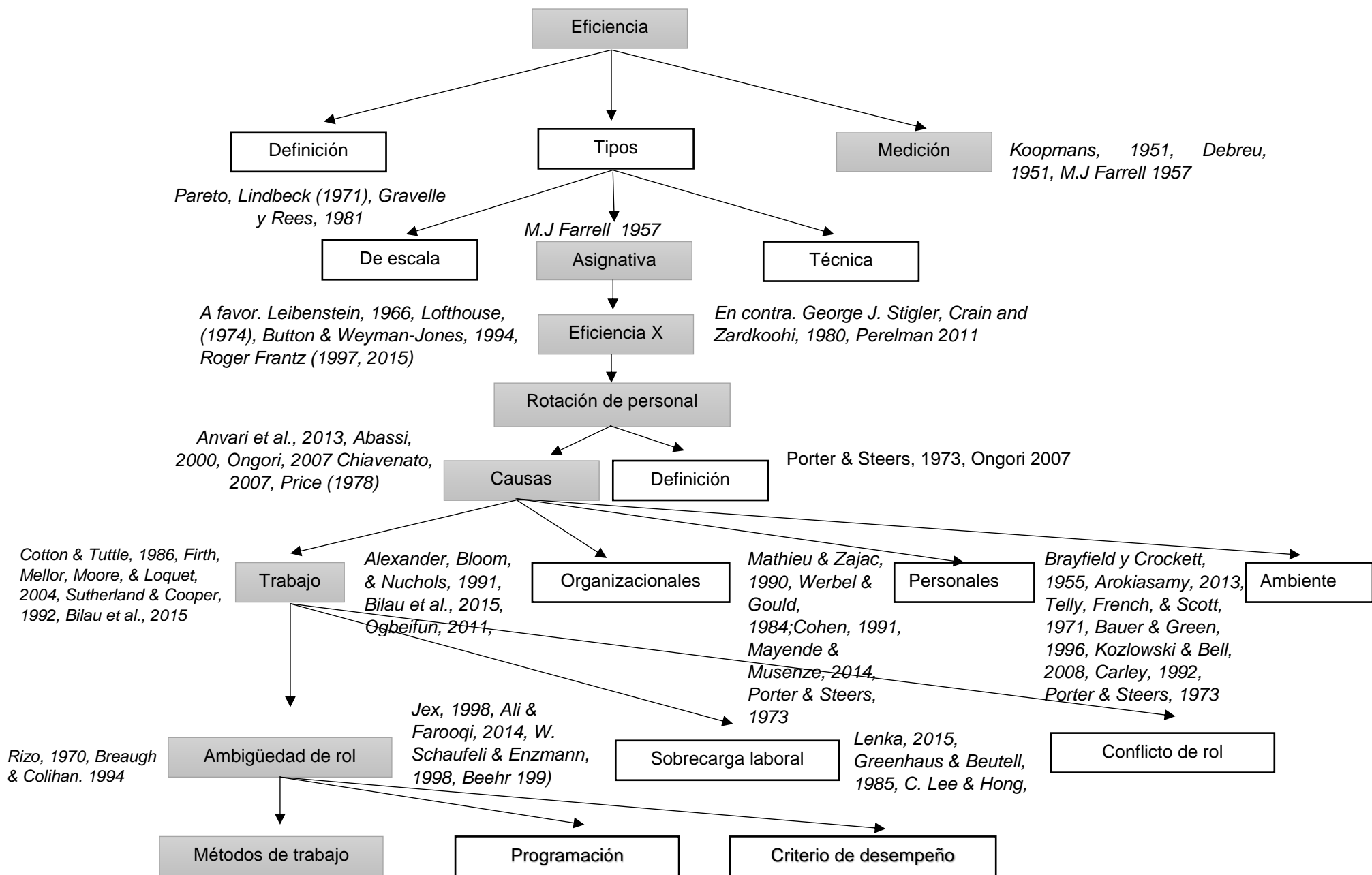


Figura 4 Mapa mental del estado del arte
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3

3. MARCO TEÓRICO

“La verdadera ignorancia no es la ausencia de conocimientos, sino el hecho de rehusarse a adquirirlos” Karl popper

El presente capítulo expone el marco teórico de los principales temas abordados en esta investigación tales como rotación de personal, estrés laboral, motivación laboral y diseño de experimentos. En este sentido se comienza exponiendo brevemente los principales conceptos del índice de rotación de personal y los costos que ésta representa para las organizaciones; posteriormente se plantean los conceptos más relevantes de estrés en el trabajo y se hace un breve recorrido por los distintos planteamientos que componen la teoría motivacional hasta hoy. En la parte final de capítulo, se plantean los aspectos más importantes del diseño de experimentos – DOE y su importancia para analizar la motivación, no desde las variables psicologías como se ha hecho hasta el momento, sino desde las condiciones del puesto de trabajo.

3.1 ÍNDICE ROTACIÓN DE PERSONAL

El cálculo del índice de rotación de personal está basado en el volumen de entradas y salidas de personal en relación con los recursos disponibles en cierta área de la organización, dentro de cierto periodo de tiempo y en términos porcentuales. Sin embargo, la forma de calcularlo puede variar según lo que se pretenda analizar. Autores como Chiavenato (2007), Lopez (2011), Andrade (2010) y Aguilar (2015) presentan algunas formas de calcularlo dependiendo del objetivo que se persiga.

3.1.1 PLANEACIÓN DEL RECURSO HUMANO

Cuando se trata de medir el índice de rotación de personal para planear el recurso humano necesario, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de rotación de personal} = \frac{\frac{I+S}{2} * 100}{PE} \quad (1)$$

Donde,

I= Número de personas contratadas en el periodo considerado (entradas).

S= Número de personas que salen de la empresa (tanto por iniciativa de la empresa como por iniciativa de los empleados) en el periodo considerado.

PE= Número promedio de empleados en el periodo considerado. Se obtiene con la suma de valores existentes al inicio y al final del periodo, dividida entre dos (Chiavenato, 2007).

Esta fórmula expresa el valor porcentual de empleados que circulan en la organización con relación al número promedio de empleados con los que cuenta la organización (Aguilar, 2015).

3.1.2 ANÁLISIS DE PERDIDAS DE PERSONAL

Cuando se trata de analizar las pérdidas de personal y sus causas, en el cálculo del índice de rotación de personal no se consideran los ingresos (entradas), sino solamente las separaciones, ya sea por iniciativa de la organización o de los empleados.

$$\text{Índice de rotación de personal} = \frac{S*100}{PE} \quad (2)$$

S= Número de personas que salen de la empresa (tanto por iniciativa de la empresa como por iniciativa de los empleados) en el periodo considerado.

PE= Número promedio de empleados en el periodo considerado.

Esta ecuación al ser parcial, puede ocultar los resultados por no considerar el ingreso de recursos humanos que fluye hacia la organización y que modifican el volumen de recursos humanos disponible (Lopez, 2011)

3.1.3 ANÁLISIS DE RENUNCIAS DEL PERSONAL

Cuando el objetivo es analizar las pérdidas de personal, para verificar los motivos que llevan a las personas a abandonar la organización, solo se consideran las separaciones por iniciativa de los empleados, despreciándose las separaciones provocadas por la organización. En este caso, el índice de rotación de personal cubre únicamente las separaciones debidas a la iniciativa de los empleados, lo cual permite que se puedan analizar las salidas que son consecuencia únicamente de las actitudes y conducta del personal, se distinguen así de las salidas propuestas por la organización.

$$\text{Índice de rotación de personal} = \frac{R*100}{\frac{(N_1+N_2+\dots+N_n)}{n}} \quad (3)$$

Dónde:

R= renuncias espontaneas a ser sustituidas.

$N_1 + N_2 + \dots + N_n$ = sumatoria del número de empleados al inicio de cada mes.

n=número de meses del periodo (Chiavenato, 2007).

Un índice de rotación de personal igual a cero no ocurre en la práctica ni sería benéfico para la organización, pues indicaría un estado de parálisis total de la organización. Por otra parte, tampoco sería conveniente uno muy elevado, ya que implicaría un estado de fluidez que no podría fijar ni asimilar los recursos humanos. El índice de rotación ideal sería el que permitiera a la organización

retener a su personal de buen rendimiento, reemplazando a los empleados que presentan distorsiones en su desempeño difíciles de corregir (Aguilar, 2015)

3.1.4 ÍNDICE DE ROTACIÓN POR DEPARTAMENTOS O DIVISIONES

Cuando se pretende evaluar la rotación de personal por departamentos o divisiones, consideradas como subsistemas de un sistema mayor, que es la organización, para cada subsistema debe haber un cálculo propio del índice de rotación de personal mediante la ecuación:

$$\text{Índice de rotación de personal} = \frac{\frac{I+S}{2} + R + T}{PE} \quad (4)$$

Dónde:

I= Número de personas contratadas en el periodo considerado (entradas).

S= Número de personas que salen de la empresa (tanto por iniciativa de la empresa como por iniciativa de los empleados) en el periodo considerado.

PE= Número promedio de empleados en el periodo considerado. Se obtiene con la suma de valores existentes al inicio y al final del periodo, dividida entre dos.

R= recibo de personal por transferencia de otros subsistemas (departamentos o divisiones).

T= transferencias de personal hacia otros subsistemas (departamentos o divisiones).

Este índice considera el flujo interno de personal por medio de los diversos subsistemas de la organización (Andrade, 2010)

3.2 COSTOS DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL

La rotación de personal implica grandes costos para las organizaciones. Autores como Mendoza (2003), Romero (2007) y Chiavenato (2007), dividen estos costos como: costos primarios, secundarios y terciarios (ver figura 5). A continuación se detallan cada uno de ellos.

3.2.1 COSTOS PRIMARIOS DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL

Son los costos relacionados directamente con la separación de cada empleado y su sustitución por otro; estos comprenden: costos de reclutamiento y selección, costos de registro y documentación, costos de capacitación y costos de separación (Mendoza, 2003). Para mayor comprensión del lector, se especifican a continuación cada uno de ellos.

3.2.1.1 COSTOS DE RECLUTAMIENTO Y SELECCIÓN

- Gastos de emisión y procesamiento de la requisición del empleado.

- Gastos de mantenimiento del departamento de reclutamiento y selección (salarios del personal de reclutamiento y selección, prestaciones sociales, horas extras, materiales de oficina, etc.)
- Gastos para anuncios en periódicos, folletos de reclutamiento, honorarios en las empresas de reclutamiento, material de reclutamiento, formatos, etc.
- Gastos en exámenes de selección y evaluación de candidatos.
- Gastos en servicio médico (salarios del personal de enfermería, prestaciones sociales, horas extras, etc.), divididos entre el número de candidatos sometidos a exámenes médicos de selección (Mendoza, 2003).

3.2.1.2 COSTOS DE REGISTRO Y DOCUMENTACIÓN

- Gastos de mantenimiento del departamento de registro y documentación del personal (salarios, prestaciones sociales, horas extras, material de oficina, etc.)
- Gastos en formatos, documentos, registros procesamiento de datos, apertura de cuentas bancarias, entre otros (Mendoza, 2003).

3.2.1.3 COSTOS DE CAPACITACIÓN

- Gastos del departamento de capacitación (si éste es el departamento responsable de la integración del personal recién ingresado en la organización, si la integración está descentralizada en los varios departamentos de recursos humanos de la organización – reclutamiento y selección, capacitación, remuneración, higiene y seguridad, etc.- se debe hacer la distribución por el tiempo proporcional aplicado al programa de integración de nuevos empleados), divididos entre el número de empleados sometidos al programa de integración.
- Costos del tiempo de supervisión del departamento solicitante aplicado a la adaptación del empleado recién ingresado a su división (Mendoza, 2003).

3.2.1.4 COSTOS DE SEPARACIÓN

- Gastos en el departamento de registro y documentación correspondientes al proceso de separación del empleado (anotaciones, registros, comparencias ante entidades laborales, etc.) divididos entre el número de empleados separados.
- Costos de las entrevistas de separación (tiempo que el supervisor dedica a las entrevistas de separación, costos de los formatos, de los informes posteriores etc.)
- Costos de los pagos por liquidación como parte proporcional de las vacaciones, parte proporcional del aguinaldo, prima, etc. (Mendoza, 2003).

3.2.2 COSTOS SECUNDARIOS DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL

Comprenden aspectos intangibles y difíciles de evaluar numéricamente, aspectos cualitativos de forma predominante. Éstos están directamente relacionados con la separación y la consecuente sustitución de un empleado por lo que comprenden: repercusiones en la producción, repercusiones en la actitud del personal, costo laboral extraordinario y costo operativo extraordinario (Romero, 2007). Para mayor claridad del lector, se detallan cada uno a continuación:

3.2.2.1 REPERCUSIONES EN LA PRODUCCIÓN

- Pérdida en la producción debido a la vacante dejada por el empleado separado, en tanto que éste no sea sustituido.
- Producción menor, por lo menos durante el periodo de adaptación del nuevo empleado en el puesto.
- Inseguridad inicial del nuevo empleado y su interferencia en el trabajo de sus compañeros (Romero, 2007).

3.2.2.2 REPERCUSIONES EN LA ACTITUD DEL PERSONAL

- Imagen, actitudes y predisposición que el empleado trasmite a sus compañeros debido a su separación.
- Imagen, actitudes y predisposición que el empleado nuevo trasmite a sus compañeros (Romero, 2007).

3.2.2.3 COSTO LABORAL EXTRAORDINARIO

- Gastos en personal extra o en horas extras necesarias para cubrir la vacante existente o para cubrir la ineficiencia inicial del nuevo empleado.
- Tiempo adicional de producción debido a la ineficiencia inicial del nuevo empleado.
- Incremento del costo unitario de producción debido a disminución de la eficiencia promedio causada por el nuevo empleado.
- Tiempo adicional invertido por el supervisor para la integración, capacitación del nuevo empleado (Romero, 2007).

3.2.2.4 COSTO OPERATIVO EXTRA

- Costo adicional de energía eléctrica, debido a un bajo índice productivo del nuevo empleado.
- Costo adicional de lubricación y combustible, debido a un bajo índice productivo del nuevo empleado.
- Costo adicional de los servicios de mantenimiento, planeación y control de la producción, entre otros, que se vuelven más elevados ante el reducido índice productivo del nuevo empleado.
- Incremento de accidentes, en consecuencia de sus costos directos e indirectos, ya que es mayor su probabilidad en el periodo de adaptación inicial de los nuevos empleados.
- Incremento de los errores, rechazos y problemas de control de calidad provocados por la inexperiencia del nuevo empleado (Romero, 2007).

3.2.3 COSTOS TERCIARIOS DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL

Están relacionados con los efectos colaterales mediatos de la rotación que se perciben del mediano al largo plazo. Mientras los costos primarios son cuantitativos y los costos secundarios son cualitativos, los costos terciarios solo son estimables e incluyen: costos de inversión adicionales y pérdidas en los negocios (Mendoza, 2003). A continuación se especifican cada uno de ellos.

3.2.3.1 COSTOS DE INVERSIÓN ADICIONALES

- Aumento proporcional de las tasas de seguros, depreciación del equipo, mantenimiento y reparaciones en relación con el volumen de la producción, que es menor mientras haya vacantes o durante el periodo de adaptación y entrenamiento de los recién contratados.
- Aumento en los salarios pagados a los nuevos empleados, con el consecuente reajuste a todos los demás empleados, cuando la situación del mercado de trabajo es de oferta con lo que la competencia y la oferta de salarios iniciales elevados en el mercado se intensifica (Mendoza, 2003).

3.2.3.2 PÉRDIDAS EN LOS NEGOCIOS

- Repercusiones en la imagen y en los negocios de la empresa, provocadas por la calidad de los productos o servicios con empleados sin experiencia y en la etapa de adaptación (Mendoza, 2003).

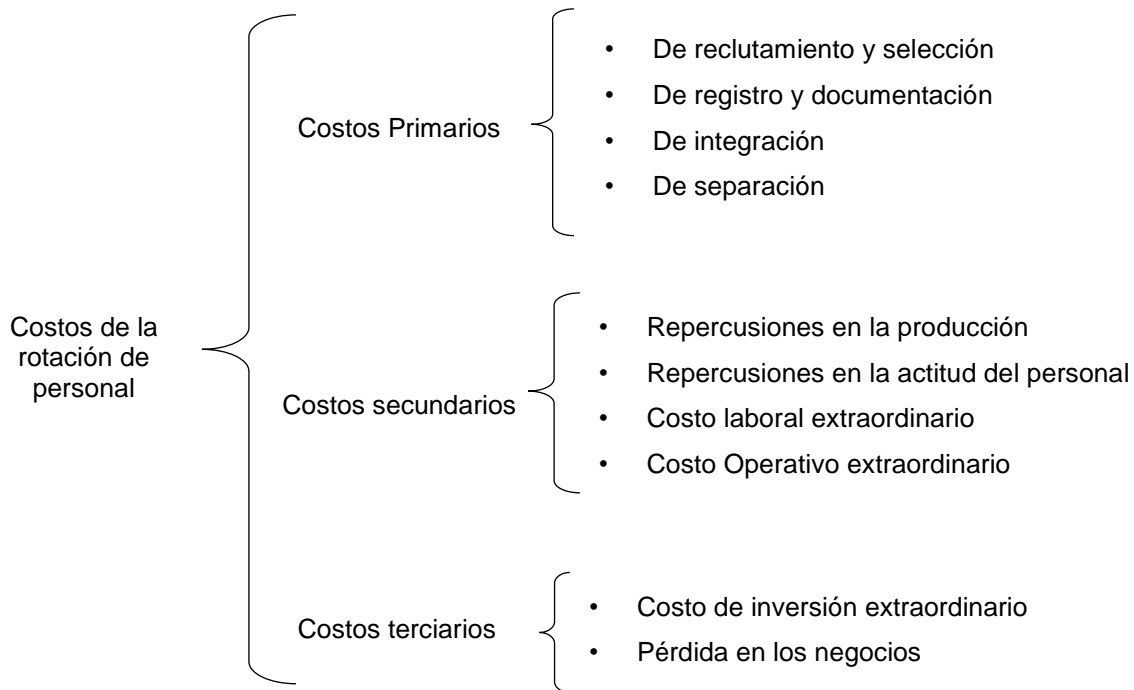


Figura 5 Costos de la rotación de personal

Fuente: Chiavenato, (2007)

3.2 ESTRÉS EN EL TRABAJO

El concepto de estrés laboral es apropiado comprenderlo desde su definición misma. Al respecto, Chiavenato (2009) definió el estrés laboral, como el “conjunto de reacciones físicas, químicas y

mentales de una persona que se derivan de estímulos o elementos de tensión que están presentes en el entorno. Una condición dinámica que surge cuando una persona enfrenta una oportunidad, restricción o demanda relacionada con lo que desea”. Por otra parte, Comín *et al.* (2001) plantearon que el estrés es “una respuesta fisiología, psicológica y del comportamiento del trabajador, para intentar adaptarse a los estímulos que le rodean”. De acuerdo con planteado estos autores, podría decirse que el estrés laboral es una reacción química del individuo hacia ciertos estímulos de su entorno, que impacta su comportamiento en el trabajo.

Según autores como Comín *et al.* (2001) y Porter & Steers (1973), se le puede denominar como “estresores” a aquellos estímulos que provocan el desencadenamiento de estrés en un momento determinado. Siguiendo con la misma idea Chiavenato, (2007) ha ampliado un más el tema y ha expresado que los factores principales de estrés en el trabajo (estresores) pueden ser de dos tipos: factores ambientales y factores personales (ver figura 6). Las causas ambientales abarcan toda una serie de factores externos y contextuales que pueden conducir al estrés en el trabajo e incluyen la programación del trabajo intensivo, la falta de tranquilidad en el trabajo, la inseguridad en el trabajo, ambigüedad de rol, etc.

Las causas personales abarcan una serie de características individuales que predisponen al estrés. En una misma situación, cada persona reacciona de distinta manera ante los factores ambientales que provocan el estrés. El presente trabajo de tesis se encuentra ubicado en lo relacionado con el tipo de estresor: factores ambientales, específicamente en lo que tiene que ver con la ambigüedad de rol.

El estrés en el trabajo provoca serias consecuencias, tanto para el colaborador como para la organización. Las condiciones humanas del estrés incluyen ansiedad, depresión, angustia y varias secuelas físicas, como males gástricos y cardiovasculares, dolor de cabeza, nerviosismo y accidentes. Por otra parte, el estrés también afecta negativamente a la organización, dado que interfiere en cantidad y calidad del trabajo, aumenta el ausentismo y la rotación de personal y predispone a quejas, reclamaciones, insatisfacción y huelgas (Chiavenato, 2009).

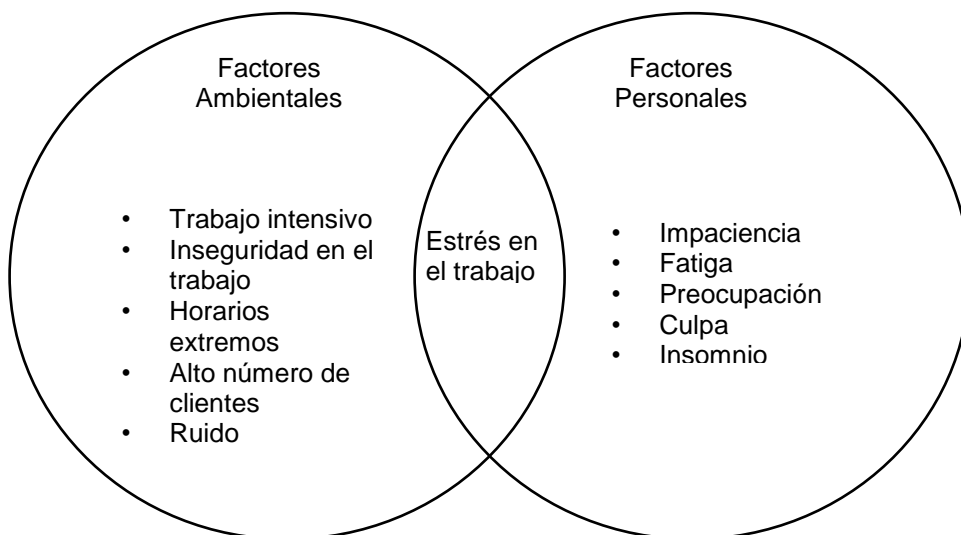


Figura 6 Estrés en el trabajo
Fuente: Elaboración propia

3.3 TEORÍA MOTIVACIONAL

Una manera de reducir el estrés en el trabajo y por ende, disminuir la rotación de personal es desarrollar estrategias motivacionales que ayuden a las personas a sentirse más cómodas en sus puestos de trabajo. A continuación, se presentan los principales conceptos y planteamientos que componen la teoría motivacional hasta hoy.

3.3.1 QUE SE ENTIENDE POR MOTIVACIÓN EN EL TRABAJO

La motivación es aquel aspecto de la realidad personal que nos mueve, que imprime orientación y energía a los deseos e intenciones del hombre hasta el punto de hacerlo actuar en la dirección del logro y la realización (Toro, 2002). Según esta idea, cualquier realidad externa a la persona o propia de su funcionamiento interno que mueve al individuo a experimentar preferencias, a persistir en una actuación dada, o a comprometer más o menos esfuerzo en ella; se considera una variable motivacional.

Hay muchas condiciones externas que son variables motivacionales. Vroom (1964) por ejemplo, llevó a cabo una revisión muy amplia de los estudios motivacionales realizados hasta la fecha de su publicación y encontró evidencia de una buena cantidad de variables externas motivacionales. Herzberg (1966) clasificó las condiciones externas en dos categorías que denominó: factores higiénicos, por tratarse de variables extrínsecas, no propias de la tarea pero con efectos sobre la motivación y factores motivadores: por tratarse de variables asociadas directamente a la tarea y con efectos evidentes sobre el interés y la motivación.

3.3.1.1 VARIABLES MOTIVACIONALES EXTERNAS

Podemos agrupar estas variables motivacionales externas en unas pocas categorías generales: Las condiciones físicas del puesto de trabajo, las características de la tarea, las condiciones organizacionales y administrativas y las condiciones sociales (Toro, 2002). A continuación se explican brevemente cada una de ellas:

3.3.1.1.1 CONDICIONES FÍSICAS DEL PUESTO DE TRABAJO

Aquí se agrupan variables como las condiciones de iluminación, temperatura, humedad, exposición a ruidos, exposición a sustancias contaminantes y demás aspectos de la realidad laboral que caracterizan el medio externo en que se desempeña la persona. Cada una de estas condiciones se convierte en una variable motivacional cuando influencia las preferencias de las actuaciones ocupacionales de alguien (Toro, 2002).

3.3.1.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA TAREA

Esta característica incluye condiciones como la variedad de las operaciones que debe efectuar, el desempeño de un puesto de trabajo, la permanencia o cambio de sitio de trabajo, el mayor o menor contacto con otras personas, la variedad de los estímulos que debe captar y atender el ocupante, la

posibilidad de decidir sobre los medios y recursos con que efectúa el trabajo o la posibilidad de emplear a discreción sus conocimientos y experiencias (Toro, 2002).

3.3.1.1.3 CONDICIONES ORGANIZACIONALES Y ADMINISTRATIVAS

En esta clasificación se consideran aspectos como el clima social del trabajo, la política de la empresa, las metas y objetivos, las características de la retribución y de los esquemas de incentivos, las posibilidades de promoción, los esquemas de evaluación y desarrollo, el estilo gerencial de los mandos, la organización funcional de las dependencias y servicios o la eficiencia de los procesos productivos. Todas esas son condiciones que pueden constituirse en variables motivacionales, en el mismo momento en que adquieren la capacidad de afectar las preferencias de las actuaciones laborales de una persona. (Toro, 2002)

3.3.1.1.4 CONDICIONES SOCIALES

Son aspectos de la realidad ocupacional como el contacto permanente con clientes, con colegas, compañeros de trabajo o con funcionarios de otras compañías. También se incluye el trabajo en aislamiento social, el trato con revisores, con proveedores, con personas del sindicato o las actividades de negociación, venta, atención de público o dirección, que tienen un componente social importante. El trabajo en grupos o con grupos y el trabajo en presencia de otros sin que se requiera una interacción especifican con ellos (Toro, 2002).

3.3.1.2 VARIABLES MOTIVACIONALES INTERNAS

Las condiciones personales, o propias del funcionamiento individual de alguien pueden ser variables motivacionales. Son realidades que se presentan a la percepción del individuo con grados diferentes de intensidad o magnitud. Son internas porque se ubican por dentro de las fronteras corporales, corresponden a estados psicológicos o fisiológicos propios del funcionamiento del individuo, como sus conceptos, intereses, valores y deseos (Arias, *et al*, 1998). Algunas clasificaciones de estas variables se presentan a continuación.

3.3.1.2.1 VARIABLES FISIOLÓGICAS

Corresponden las necesidades de alimento, de líquido y oxígeno, de intercambio sexual, de descanso y abrigo o todo otro requerimiento indispensable para que el organismo puede conservar su equilibrio homeostático. En la medida en que estas condiciones afectan las preferencias del comportamiento, se constituyen en variables motivacionales. (Arias, *et al*, 1998)

3.3.1.2.2 VARIABLES PSICOLÓGICAS

Involucran condiciones personales de carácter cognitivo o afectivo que permiten a la persona derivar conceptos o sentimientos de agrado o desagrado de su experiencia. Se incluyen aquí los conceptos y juicios de toda clase relacionados con la actividad ocupacional, los juicios acerca de si mismos y de los demás, expectativas, los valores, las aptitudes y creencias y todos los afectos y sentimientos relacionados consigo mismo, con los demás y con el trabajo, como los sentimientos de seguridad, autoestima, autorrealización o logro, ampliamente analizados por diversos enfoques teóricos (Arias, *et al*, 1998).

3.3.1.2.3 VARIABLES PSICOSOCIALES

Son condiciones internas cuyo carácter y naturaleza están dados por su origen en la interacción del individuo con los demás en la vida social. Se satisfacen en la relación interpersonal. Tienen una carga o connotación social intensa. Se incluyen aquí intereses como el reconocimiento, el deseo de afecto por parte de otros, el interés de poder y el de afiliación, también estudiados ampliamente por diversos teóricos de la motivación (Arias, *et al*, 1998).

3.3.2 PRINCIPALES TEORÍAS MOTIVACIONALES

Diferentes aproximaciones teóricas han buscado explicar la relación entre alguna variable motivacional, interna o externa, y algún tipo particular de desempeño. Estas teorías han logrado desarrollar explicaciones con cierto grado de acierto y de alguna manera han obtenido evidencias para sustentar, al menos parcialmente sus postulados. A continuación, se exponen las principales teorías motivacionales encontradas en la literatura:

3.3.2.1 JERARQUÍA DE LAS NECESIDADES BÁSICAS

Sin ser este esquema una teoría formal, propone algunas ideas acerca de las condiciones motivacionales internas, que logro bastante popularidad entre los administradores. Afirma Maslow (1943) que las necesidades internas insatisfechas determinan y regulan el comportamiento. Son motivacionales por consiguiente. Estas necesidades son de orden fisiológico, de seguridad, de autoestima, de aprecio por lo demás y autorrealización. Constituyen una jerarquía, de tal modo que solo se reacciona a las de mayor orden jerárquico cuando se ha logrado satisfacer las de más bajo nivel.

El autor logra proponer ciertas condiciones internas con carácter motivacional pero no logra explicar cómo influyen en el comportamiento ni producir evidencia suficiente para sustentar sus afirmaciones.

3.3.2.2 LOS FACTORES DE MOTIVACIÓN E HIGIENE

Centrando su atención en las condiciones laborales Herzberg (1966), menciona un conjunto de variables externas que tienen efectos sobre la motivación y satisfacción del hombre en el trabajo.

Propone que los factores intrínsecos al trabajo como completar exitosamente la tarea, la libertad de autonomía, el reconocimiento recibido de otros y el progreso alcanzado en el trabajo son factores motivacionales porque estimulan en buen rendimiento. Por otra parte, factores extrínsecos al puesto de trabajo como el salario, las circunstancias físicas y sociales del trabajo, la supervisión, la seguridad de empleo y las políticas empresariales son agentes de satisfacción pero no de motivación. Su presencia es higiénica porque evita la aparición de insatisfacción.

Este trabajo suscitó mucho interés y propicio el avance de la investigación motivacional, aunque el mismo no logra alcanzar los estándares de una teoría científica ni sustentar satisfactoriamente todas sus propuestas.

3.3.2.3 TEORÍA DE LA EQUIDAD

Adams (1965), propone que los juicios de inequidad que realiza una persona en relación con la retribución que obtiene por sus contribuciones en el trabajo son una variable motivacional. Esta determina preferencias de ciertas actuaciones en el trabajo dado que las personas buscan reducir las insatisfacciones y tensiones que genera una situación percibida de inequidad, actuando sobre sus propios juicios sobre otras personas o sobre circunstancias que la rodean en el trabajo. La variable motivacional propuesta es un concepto, un agente interno de carácter cognoscitivo.

Aunque no alcanza tanta popularidad como los anteriores enfoques cuenta con una estructura conceptual mucho más sólida y mejor sustentada empíricamente.

3.3.2.4 TEORÍA DE LA EXPECTATIVA

Aunque existen algunas diferencias en la formulación de los conceptos, Vroom (1964) y Lawler (1973), trabajando independientemente logran coincidir en los aspectos fundamentales. Proponen que las expectativas desarrolladas por una persona en el trabajo y la valoración o peso que le concede a ciertos resultados ocupacionales son variables motivacionales porque inciden en las preferencias del comportamiento laboral. El valor o valencia y la expectativa se relacionan multiplicativamente para determinar el comportamiento. Esta asociación entre un concepto (expectativa) y su valor, inciden en el desempeño dado que el concepto contiene una anticipación de los posibles efectos de una acción particular. Si tales efectos son de suficiente interés, la persona se involucra en las acciones que conducen a ellos, de lo contrario de abstiene de actuar.

Esta formulación también tiene bastante coherencia interna y ha logrado buenos soportes y alto valor predictivo. Acude también a un concepto y a una condición interna afectiva para explicar el comportamiento ocupacional motivado.

3.3.2.5 TEORÍA DE LAS NECESIDADES SOCIALES

Este enfoque propone la existencia de tres condiciones motivacionales internas que juegan un papel importante en la determinación del comportamiento social del hombre: logro, poder y afiliación. El logro es un interés por la excelencia y el éxito, el poder es interés por el dominio e influencia sobre otros y la afiliación es interés por mantener o establecer relaciones interpersonales cálidas. Cada una de estas condiciones conjuga un concepto y una valoración de naturaleza afectiva, induce preferencias del comportamiento social.

La formulación conceptual es clara y se cuenta con algún soporte, pero el mecanismo explicativo que la relaciona con el desempeño social no se ha desarrollado a satisfacción.

3.3.2.6 TECNOLOGÍA DE METAS

Esta línea de investigación ha mostrado abundantes evidencias alrededor de la idea de que una meta de trabajo, comprendida y aceptada por una persona es un poderoso agente motivador porque ella misma contiene la definición de una preferencia y estimula persistencia y vigor del comportamiento orientado a su logro. La meta es también una variable motivacional de naturaleza cognoscitiva. Su poder motivacional consiste en que es un promotor de la acción al especificar su efecto o resultado, siempre que satisfaga ciertos conceptos desarrollados por la teoría.

3.3.2.7 SINTESIS CONCEPTUAL DE PRINCIPIOS DE MOTIVACIÓN

El modelo de síntesis propuesto por Toro y Cabrera (1985), sugiere la existencia de un conjunto de condiciones motivacionales internas que inducen preferencias, persistencia y vigor. Estas condiciones se articulan e interactúan en las condiciones externas que rodean a la persona en el trabajo y que tienen valor motivacional. Ni las condiciones internas ni las externas, independientemente, consiguen su efecto motivacional. Este aparece cuando se logran articular una con otra de alguna manera significativa para la persona.

Una de las herramientas empleadas en la actualidad para soportar las teorías descritas anteriormente y fortalecer la motivación de los empleados en las organizaciones está dada por los círculos de calidad.

3.4 CÍRCULOS DE CALIDAD

Los círculos de calidad pueden ser definidos como “grupos de personas provenientes de una misma área de trabajo, quienes bajo condiciones voluntarias, deciden juntarse y conformar un Círculo para discutir y analizar problemas afines” (Melgar, 1985); éstos se basan en un clima de confianza y credibilidad en donde la opinión de cada integrante es valorada de la misma forma.

Melgar (1985), planteó cuatro ventajas por las cuales los círculos de calidad fortalecen la personalidad de las personas tanto moral como técnicamente, estas son:

- **Identificación con el trabajo:** Esta identificación hace que el trabajador, no solo logre conocimiento pleno de sus labores técnicas, sino también se dé cuenta de que éstas representan una parte importante dentro del proceso general de las operaciones de su unidad.
- **Motivación:** Este aspecto, crucial en el desarrollo de los círculos de calidad, está identificado como la autorrealización de las personas en relación a sus objetivos individuales emanados de su ego. Un empleado, satisfecho por las tareas realizadas, las cuales obedecen a sus sentimientos vocacionales estará más en disposición de aportar, que aquel desorientado y desubicado en su posición actual.

- **Comunicación:** Fortalecer la comunicación entre los miembros del equipo de trabajo acarrea grandes beneficios tanto para la empresa como para sus integrantes; tales como permitir que los trabajadores de una sección conozcan las tareas de sus compañeros y sepan cómo contribuir para que ellos puedan realizar su labor, logra mejorar y crear relaciones armoniosas entre los trabajadores y los gerentes e inspira un mejor trabajo en equipo en el cual, compañeros, supervisores y jefes están en el mismo nivel y con los mismos objetivos por alcanzar.
- **Aumento de la calidad:** “El énfasis primordial de los círculos de calidad, recae en la capacidad de analizar los problemas” (Melgar, 1985). Para poder reducir los errores, será necesario analizar los problemas presentados y prevenir aquellos que se puedan presentar en el futuro.

Si bien todas las teorías descritas anteriormente han contribuido a desarrollar lo que hasta hoy se conoce de la motivación organizacional y su relación con la rotación de personal, todas ellas comparten la idea de abordar el problema desde los aspectos psicológicos que rodean al ser humano, es decir, han buscado motivar a las personas desde aspectos personales y han dejado de lado o mencionado muy superficialmente las variables del puesto de trabajo y el impacto que éstas tienen sobre la motivación. Una de las herramientas empleada con frecuencia en los círculos de calidad, que permite analizar las condiciones del puesto de trabajo es el análisis causa-efecto.

3.5 ANÁLISIS CAUSA-EFECTO

El análisis causa efecto “es una técnica sencilla y flexible para la identificación y análisis de las causas y efectos de un problema, consiste en construir e interpretar el diagrama causa-efecto, también conocido como espina de pescado (ver figura 7). El diagrama causa*efecto fue inicialmente desarrollado por el profesor Kaoru Ishikawa de la Universidad de Tokyo y fue utilizado por primera vez en 1953 en Japón por la compañía Acerera Kawasaki; años después en la universidad de Oregon, fueron generadas algunas extensiones del mismo. Actualmente, ésta técnica es ampliamente citada y usada durante el proceso de solución de problemas (Sánchez, 2003).

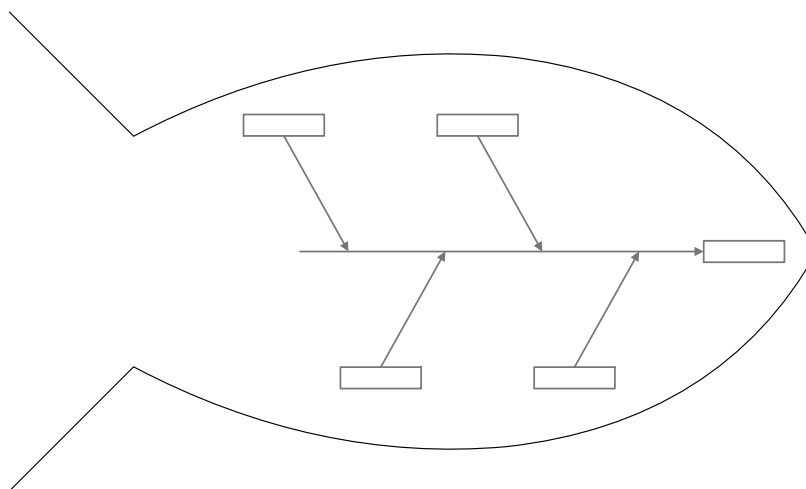


Figura 7 Diagrama causa-efecto

Fuente: Elaboración propia

Según Montgomery (2009), el análisis causa-efecto es una herramienta extremadamente poderosa que puede servir como una ayuda eficaz en la solución de problemas. Para realizarlos, el autor plantea siete pasos a seguir los cuales son presentados en la tabla 2

Tabla 2 Pasos para análisis causa-efecto

Cómo construir una Causa y efecto Diagrama	
1	Defina el problema o efecto a analizar.
2	Conforme un equipo para realizar el análisis. Por lo general, el equipo descubre las causas potenciales a través de intercambio de ideas.
3	Dibuje el cuadro de efecto y la línea central.
4	Especifique las principales categorías de causas potenciales y conéctelos a la línea central en forma de cajas.
5	Identifique las posibles causas y clasifíquelos en las categorías seleccionadas en el paso 4.
6	Ordene las causas para identificar aquellas que tengan más probabilidad de tener un mayor impacto del problema.
7	Tome acciones correctivas.

Fuente: Montgomery (2009)

Una de las herramientas ampliamente utilizada (en conjunto con el análisis causa-efecto) para analizar de forma práctica y eficaz las causas asociadas a un problema, es el Diseño de Experimentos o DOE (por sus siglas en inglés). Por tal motivo, se presentan a continuación los principales conceptos del DOE, como una metodología que nos permitirá analizar las condiciones de los puestos de trabajo y desarrollar a partir de allí, nuevos planteamientos que ayuden a disminuir la rotación de personal en las empresas.

3.6 DISEÑO DE EXPERIMENTOS-DOE (*DESIGN OF EXPERIMENTS*)

Un experimento diseñado es una “prueba o serie de pruebas en las cuales se introducen cambios deliberados en las variables de entrada que forman el proceso, de manera que sea posible observar e identificar las causas de los cambios en la variable de salida” (Montgomery, 2001). Otra definición plantea que el diseño de experimentos “es la aplicación del método científico para generar conocimiento acerca de un sistema o proceso, por medio de pruebas planeadas adecuadamente. Esta metodología se ha ido consolidando como un conjunto de técnicas estadísticas y de ingeniería, que permiten entender mejor situaciones complejas de relación causa-efecto” (Gutiérrez & De la vara, 2012).

3.6.1 TIPOS DE VARIABILIDAD

Uno de los principales objetivos de los modelos estadísticos y, en particular, de los modelos de diseño de experimentos, es controlar la variabilidad de un proceso aleatorio que puede tener diferente origen (Monzón, 1992). De hecho, los resultados de cualquier experimento están sometidos

a tres tipos de variabilidad: variabilidad sistemática y planificada, variabilidad típica y variabilidad sistemática y no planificada. Las características de cada una, son presentadas a continuación:

3.6.1.1 VARIABILIDAD SISTEMÁTICA Y PLANIFICADA

Esta variabilidad viene originada por la posible dispersión de los resultados debida a diferencias sistemáticas entre las distintas condiciones experimentales impuestas en el diseño por expreso deseo del experimentador. Es el tipo de variabilidad que se intenta identificar con el diseño estadístico. Cuando este tipo de variabilidad está presente y tiene un tamaño importante, se espera que las respuestas tiendan a agruparse formando grupos (*clústeres*). Es deseable que exista esta variabilidad y que sea identificada y cuantificada por el modelo (Monzón, 1992).

3.6.1.2 VARIABILIDAD TÍPICA DE LA NATURALEZA DEL PROBLEMA Y DEL EXPERIMENTO

Es la variabilidad debida al ruido aleatorio. Este término incluye, entre otros, a la componente de variabilidad no planificada denominada error de medida. Es una variabilidad impredecible e inevitable. Esta variabilidad es la causante de que si en un laboratorio se toman medidas repetidas de un mismo objeto ocurra que, en muchos casos, la segunda medida no sea igual a la primera y, más aún, no se puede predecir sin error el valor de la tercera. Sin embargo, bajo el aparente caos, existe un patrón regular de comportamiento en esas medidas: todas ellas tenderán a fluctuar en torno a un valor central y siguiendo un modelo de probabilidad que será importante estimar. Esta variabilidad es inevitable pero, si el experimento ha sido bien planificado, es posible estimar (medir) su valor, lo que es de gran importancia para obtener conclusiones y poder hacer predicciones. Es una variabilidad que va a estar siempre presente pero que es tolerable.

3.6.1.3 VARIABILIDAD SISTEMÁTICA Y NO PLANIFICADA

Esta variabilidad produce una variación sistemática en los resultados y es debida a causas desconocidas y no planificadas. En otras palabras, los resultados están siendo sesgados sistemáticamente por causas desconocidas. La presencia de esta variabilidad supone la principal causa de conclusiones erróneas y estudios incorrectos al ajustar un modelo estadístico. Este tipo de variabilidad debe de intentar evitarse y su presencia lleva a conclusiones erróneas. (Monzón, 1992).

3.6.2 PLANIFICACIÓN DE UN EXPERIMENTO

La experimentación forma parte natural de la mayoría de las investigaciones científicas e industriales, en muchas de las cuales, los resultados del proceso de interés se ven afectados por la presencia de distintos factores, cuya influencia puede estar oculta por la variabilidad de los resultados muestrales. Es fundamental conocer los factores que influyen realmente y estimar esta influencia. Para conseguir esto es necesario experimentar, variar las condiciones que afectan a las unidades experimentales y observar la variable respuesta. Del análisis y estudio de la información recogida se obtienen las conclusiones. La forma tradicional que se utilizaba en la experimentación, para el estudio de estos problemas, se basa en estudiar los factores uno a uno, esto es, variar los niveles de un factor permaneciendo fijos los demás. Esta metodología presenta grandes inconvenientes:

- Es necesario un gran número de pruebas.
- Las conclusiones obtenidas en el estudio de cada factor tiene un campo de validez muy restringido.
- No es posible estudiar la existencia de interacción entre los factores.
- Es inviable, en muchos casos, por problemas de tiempo o costo.

Las técnicas de diseño de experimentos se basan en estudiar simultáneamente los efectos de todos los factores de interés, son más eficaces y proporcionan mejores resultados con un menor coste (Monzón, 1992). De acuerdo con Montgomery (2001), las etapas que deben seguirse de manera secuencial para una correcta planificación de un diseño experimental son las siguientes:

1. **Reconocimiento y planteamiento del problema:** Pese a que puede parecer un paso obvio, en la práctica no siempre es fácil reconocer que un problema requiere experimentación, para hacerlo es fundamental establecer las preguntas de investigación y definir los objetivos que se persiguen con la investigación contando con la opinión de todas las partes interesadas.
2. **Selección de factores y niveles:** Cuando se consideran los factores que pueden influenciar el rendimiento del proceso, el experimentador usualmente descubre que esos factores pueden ser clasificados como factores potenciales del experimento o factores de ruido. Los primeros son aquellos que se quieren variar al momento del experimento y los segundos son aquellos que pueden influir sobre la variable respuesta pero no se tiene interés en ellos. Una vez se seleccionen los factores potenciales del diseño, el experimentador debe seleccionar los rangos entre los cuales desea que varíen esos factores.
3. **Selección de variable respuesta:** En la selección de la variable respuesta el experimentador debe tener certeza de que ésta provee información útil acerca del problema de estudio. Es importante identificar posibles inconvenientes relacionados con las variables de interés y asegurar que se cuenta con todo lo necesario para realizar las mediciones.
4. **Selección del diseño experimental:** seleccionar el diseño experimental implica la consideración del tamaño de la muestra, la selección del orden de las corridas y si existe alguno tipo de restricción en la aleatorización de las mismas. Una vez se tiene claridad sobre estos aspectos, se procede a seleccionar el tipo de diseño que mejor se ajuste al presupuesto y al nivel de confianza esperado por el investigador.
5. **Ejecución del experimento:** Cuando se está ejecutando el experimento es de vital importancia que se esté monitoreando cuidadosamente que todo se esté realizando de acuerdo al plan. Los errores en la ejecución de la experimentación por lo general destruyen la validez del experimento.
6. **Análisis estadístico de los datos:** Los experimentadores suelen usar paquetes estadísticos para realizar los análisis de datos una vez concluida la fase de experimentación. Si la experimentación se realizó correctamente y de acuerdo al diseño, los métodos requeridos para el análisis de los datos no son muy elaborados.
7. **Conclusiones y recomendaciones:** Una vez analizada la información, el experimentador debe emitir las conclusiones del trabajo y recomendar algunos planes de acción que refuercen los resultados alcanzados.

3.6.3 TÉRMINOS EMPLEADOS POR EL DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Antes de presentar la propuesta metodológica de la presente tesis, se hace necesario listar una parte de terminología común, utilizada en la teoría del diseño de experimentos, con el fin de que el lector pueda comprender mejor algunas de las ideas desarrolladas durante la ejecución de este trabajo.

- **Condiciones de operación:** Son aspectos del proceso que no es posible variar, o que el experimentador determina que conservarán una posición fija dentro del experimento.
- **Diseño equilibrado o balanceado:** es el diseño en el que todos los tratamientos son asignados a un número igual de unidades experimentales.
- **Factor:** son las variables independientes que pueden influir en la variabilidad de la variable de interés.
- **Factor tratamiento:** es un factor del que interesa conocer su influencia en la respuesta.
- **Factor bloque:** es un factor en el que no se está interesado en conocer su influencia en la respuesta pero se supone que ésta existe y se quiere controlar para disminuir la variabilidad residual.
- **Interacción de factores:** existe interacción entre dos factores F_1 y F_2 si el efecto de algún nivel de F_1 cambia al cambiar de nivel en F_2 . Esta definición puede hacerse de forma simétrica y se puede generalizar a interacciones de orden tres o superior.
- **Niveles:** cada uno de los resultados de un factor. Según sean elegidos por el experimentador o elegidos al azar de una amplia población se denominan factores de efectos fijos o factores de efectos aleatorios.
- **Observación experimental:** es cada medición de la variable respuesta.
- **Tamaño del Experimento:** es el número total de observaciones recogidas en el diseño.
- **Tratamiento:** es una combinación específica de los niveles de los factores en estudio. Son, por tanto, las condiciones experimentales que se desean comparar en el experimento. En un diseño con un único factor son los distintos niveles del factor y en un diseño con varios factores son las distintas combinaciones de niveles de los factores.
- **Unidad experimental:** son los objetos, individuos, intervalos de espacio o tiempo sobre los que se experimenta.
- **Variable de interés o respuesta:** es la variable que se desea estudiar y controlar su variabilidad.

Dentro de los principales alcances del diseño de experimentos, se encuentra la estandarización de las actividades en los procesos y la identificación de condiciones óptimas de trabajo que permiten mejorar la utilización de los recursos al interior de las empresas. En este sentido, considerar éstas condiciones en el diseño y análisis de los puestos de trabajo, es una manera de prolongar la permanencia de los resultados alcanzados a través del DOE. A continuación, se presentan los aspectos más relevantes del diseño y análisis de los puestos de trabajo.

3.7 DISEÑO Y ANÁLISIS DE PUESTOS DE TRABAJO

Los puestos de trabajo abarcan todas las actividades que desempeña una persona (ocupante) dentro de la organización, este define su nivel jerárquico, el grado de subordinación (ante quien es responsable), los subordinados (sobre quien ejerce autoridad) y el departamento o la división donde se localiza (Chiavenato, 2009). Cada puesto exige ciertas competencias de su ocupante para que lo desempeñe bien. Estas competencias varían conforme al puesto, el nivel jerárquico y el área de actuación. Exigen que el ocupante sepa manejar recursos, relaciones interpersonales, información, sistemas y tecnología con diferentes grados de intensidad. No obstante, en cada uno de estos es posible identificar aspectos intrínsecos (diseño del puesto) y extrínsecos (análisis del puesto) que permiten clasificar, comparar y evaluar los puestos de trabajo (Bachenheimer, 2012). La figura 8 muestra esquemáticamente esta información.

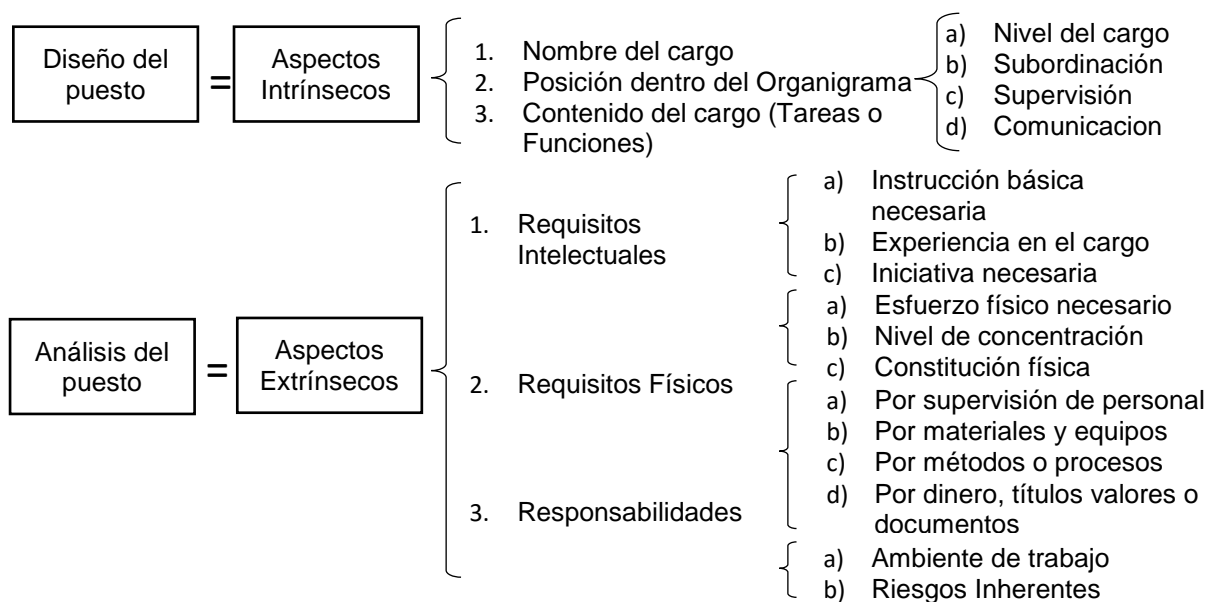


Figura 8 Diseño vs Análisis del puesto

Fuente (Bachenheimer, 2012)

Una vez presentados los aspectos teóricos considerados en esta tesis, es posible evidenciar que la rotación de personal es un problema que acarrea altos costos para las organizaciones, el cual es ocasionado entre otras cosas, por condiciones del puesto de trabajo que generan estrés en los trabajadores (también llamados estresores). Adicionalmente, se puede evidenciar que existen múltiples teorías motivacionales, que han tratado de hacer frente a este problema, principalmente desde enfoques psicológicos, las cuales han estado soportadas bajo el uso de herramientas como los círculos de calidad, pero han dejado de lado las condiciones del puesto de trabajo que

desencadenan los estresores en el trabajador. En este sentido, esta tesis no pretende ir en contra de lo que se ha manejado hasta el momento, sino complementar el análisis de la rotación de personal, no desde la percepción de las personas como se ha realizado hasta el momento, sino desde las condiciones del puesto de trabajo y soportados en herramientas ampliamente utilizadas en la ingeniería industrial como lo son los círculos de calidad, el análisis causa-efecto, el diseño de experimentos, entre otras.

CAPÍTULO 4

4. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA REDUCCIÓN DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL Y ESTUDIO DE CASO

“Una experiencia nunca es un fracaso, pues siempre viene a demostrar algo.”

Thomas Alva Edison

Este capítulo presenta una propuesta metodológica para reducir la rotación de personal en las empresas, en condiciones donde hay presencia de ambigüedad de rol en los procesos, utilizando el diseño de experimentos. Esta propuesta metodológica se caracteriza por ser sintética, de fácil implementación y por hacer uso de herramientas ampliamente conocidas en la gestión de calidad cuyo uso dista de ser exclusivo y específico para este tipo de aplicaciones. En este sentido, se presenta en la primera parte del capítulo, los distintos pasos que componen la metodología y se recomiendan algunas herramientas y textos complementarios que sirven de apoyo en cada uno de los pasos desarrollados.

En la segunda parte del capítulo, se presenta un ejercicio de aplicación de la metodología propuesta en una empresa manufacturera de papel *tipping* (envoltura del filtro del cigarrillo), que para efectos de esta tesis, denominaremos: *Papers S.A.* Para tal efecto se contextualizan en un primer momento las características que definen el mercado del tabaco en la actualidad, se brinda información básica de la empresa y se expone paso a paso los resultados obtenidos en el ejercicio de aplicación.

4.1 PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA REDUCCIÓN DE ROTACIÓN DE PERSONAL USANDO DISEÑO DE EXPERIMENTOS

A continuación se presentan los nueve pasos que componen la metodología propuesta, para reducir la rotación de personal por medio del diseño de experimentos, en situaciones donde existe ambigüedad de rol en el proceso.

4.1.1 PASO 1: DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL

Calcule el índice de rotación de personal de la empresa y de las divisiones o departamentos que la componen, obteniendo la información relacionada con las separaciones del personal de la empresa (tanto por voluntad del empleado como por decisión de la empresa), así como de los traslados entre los distintos procesos o divisiones; ya que, para reducir la rotación de personal primero hay que estar consciente de su existencia. Para este paso puede hacer uso de lo explicado en el numeral 3.1.2, en donde se presenta el cálculo del índice de rotación de personal.

4.1.2 PASO 2: SELECCIÓN DEL PROCESO

Seleccione el o los proceso(s) sobre los cuales se va a focalizar el análisis. En esta etapa pueden existir diversos criterios, como la criticidad de los procesos dentro de las operaciones de la compañía, el impacto sobre la eficiencia o los costos que conlleva la rotación de personal, que ayuden a seleccionar sobre qué área o proceso se debe concentrar. Dichos criterios pueden variar sustancialmente dependiendo del enfoque y de los objetivos perseguidos por la organización, de modo que si la organización tiene un enfoque hacia la rentabilidad, podría interesarse en abordar el problema desde aquellos procesos en los que la rotación de personal tiene un mayor impacto en términos de costos (Romero, 2007), pero si por el contrario, la empresa orienta sus objetivos hacia la calidad de sus productos, debería atender la rotación de personal en el/ los proceso(s) que pueda afectar significativamente la calidad final de sus productos (Saldivia, 2013). Por tal motivo, es recomendable que la decisión final del proceso a intervenir sea consensuada con las directivas de la organización.

4.1.3 PASO 3: DIAGNÓSTICO DE LA AMBIGÜEDAD DE ROL

Realice un diagnóstico en el proceso seleccionado para encontrar las causas que podrían estar generando ambigüedad de rol. Para esto, es conveniente indagar con todos los responsables del área o proceso sobre el grado de conocimiento que poseen en sus puestos de trabajo y aquellas actividades que las personas desconocen, evitan y/o les generan situaciones de estrés dentro de la organización. En este paso se recomienda recolectar información de todos los responsables del proceso y utilizar tanto preguntas abiertas, como preguntas cerradas (del estilo SI/NO). Con las preguntas cerradas se pretende determinar el nivel de ambigüedad de rol en el proceso, mientras que con las preguntas abiertas, se espera obtener información acerca de los estresores que generan dicha ambigüedad.

Las preguntas pares del cuestionario planteado por Rizzo *et al.* (1970) puede ser de gran utilidad para medir la ambigüedad de rol en las organizaciones (ver Anexo 1), complementado con otras técnicas de recolección de datos ampliamente utilizadas en investigación, tales como encuestas (Anguita & Labrador, 2003), entrevistas (Peláez *et al.*, 2014) y trabajos de observación (Campos & Lule, 2012); de tal modo que éstas le permitan detectar las causas que originan estrés (estresores) en los responsables del proceso.

El resultado de este paso, será el porcentaje de ambigüedad de rol reportado por el proceso⁵ y el listado de variables o condiciones reportadas por el proceso como estresores.

4.1.4 PASO 4: SELECCIÓN DE ESTRESORES

Analice la información recolectada en el paso 3, y seleccione aquellos estresores que presentan mayor relevancia para el proceso. Recuerde que se entiende como estresores, aquellos “estímulos que provocan el desencadenamiento de estrés en un momento determinado” (Porter & Steers, 1973). Para este propósito, se recomienda clasificar los resultados encontrados en el diagnóstico de ambigüedad de rol y generar una lista inicial con todos los estresores reportados. Esta lista de estresores y sus respectivas frecuencias, permite concentrar la atención en los aspectos más

⁵ El porcentaje de ambigüedad de rol corresponde a la relación entre las preguntas en las cuales se reportó desconocimiento o ambigüedad, dividido por el total de preguntas realizadas

relevantes para el proceso y no en situaciones específicas de cada individuo. Una vez consolidada esta lista, se recomienda realizar un análisis de Pareto y descartar aquellos estresores que se encuentran al final del gráfico de Pareto explicando solo el 20% o menos del problema⁶. Este tipo de análisis suele emplearse en procesos de mejoramiento de calidad ayudando a detectar las causas que tienen mayor impacto sobre la calidad del producto. (Montgomery, 2009). En este sentido, realizar este tipo de análisis ayuda a que las actividades que se desarrollen tengan un impacto favorable sobre la rotación de personal, evitando desgastes innecesarios por abordar problemáticas individuales, perspectivas o paradigmas erróneos

De los estresores que poseen frecuencias relevantes según los datos reportados, se selecciona el/los estresor(es) que tienen mayor impacto sobre la ambigüedad de rol y por consiguiente sobre la rotación de personal. Para esto, establezca los criterios con los cuales se realiza la selección. En este paso se recomienda emplear distintos criterios de selección tales como: productividad, impacto en costos, frecuencia de ocurrencia, relevancia otorgada por el empleado, higiene y seguridad industrial, entre otros que la organización considere importantes. Adicionalmente, establezca las escalas con las que se debe medir cada uno de los criterios anteriormente seleccionados.

Una vez establecidos los criterios y las escalas, se procede a calificar cada uno de los estresores resultantes (luego de la primera depuración) de acuerdo a dichos criterios. En este punto, se recomienda hacer uso del análisis de Pareto, con el fin de establecer la relación 80:20 entre los estresores y su impacto sobre los distintos criterios⁷.

Finalmente, sume los porcentajes obtenidos en los Paretos de los distintos criterios para cada uno de los estresores, y realice un análisis de Pareto final en el que seleccione los estresores (según el principio 80:20) que serán abordados en los pasos posteriores.

4.1.5 PASO 5: MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA

Seleccione o implemente (en el caso de que no existan), algunos indicadores de gestión que le permitan medir la eficiencia del (los) proceso(s) donde se reportaron estresores de mayor criticidad (de acuerdo a lo establecido en el paso 4)⁸. Dado que no es viable evaluar el efecto de la implementación de esta metodología directamente sobre la rotación de personal, se opta por abordarlo desde la eficiencia X, conforme a lo propuesto en la literatura (ver numeral 2.2.1). De acuerdo con Murillo (2012), manejar indicadores en los procesos es importante puesto que permiten medir los cambios en los procesos ante determinada situación o a través del tiempo. En este sentido, los indicadores de gestión son un buen referente para medir los impactos de la presente metodología sobre la eficiencia, así que procure que los indicadores seleccionados tengan una relación directa con los estresores seleccionados en el paso 4, esto permitirá medir el impacto que tiene la intervención de dichos estresores sobre la eficiencia general del proceso.

Una vez seleccionados o implementados los indicadores de gestión con los que se piensa medir el impacto de los estresores intervenidos, calcule los resultados actuales de los mismos, de tal modo

⁶ Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema. Para mayor información acerca de cómo construir y analizar gráficas de Pareto puede consultar el texto de Montgomery (2009): *Introduction to statistical quality control*

⁷ Para mayor información acerca de cómo construir análisis de Pareto puede consultar el texto de Montgomery (2009): *Introduction to statistical quality control*

⁸ Para profundizar acerca de cómo construir indicadores consulte el manual de indicadores del Departamento Nacional de Estadística- DANE (2009). Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/control_participacion/planes_institucionales/Manual_Indicadores_2008.pdf

que estos sirvan como punto de partida para medir el impacto sobre la eficiencia, de las actividades desarrolladas en los pasos posteriores de esta metodología.

4.1.6 PASO 6: SOCIALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE ESTRESORES

Socialice con los responsables del proceso y demás empleados los estresores seleccionados en el paso 4. Es importante que las personas comprendan los motivos por los cuales se seleccionaron éstos estresores y sientan que sus opiniones y aportaciones fueron incluidas en dicha decisión. Posteriormente, con todos los participantes conforme un Círculo de Calidad⁹ (de acuerdo a lo explicado en el numeral 3.4), donde profundice el análisis de los estresores detectados, con el fin de encontrar las distintas causas que los originan.

Dado que se precisa de la participación libre y activa de los participantes para obtener la mayor cantidad de información posible, se sugiere que emplee una metodología de lluvia de ideas para este propósito. No obstante, este paso se puede complementar con otras herramientas como AMEF, 5 porqués, entre otras¹⁰.

Una vez discutidas las distintas causas que originan los estresores, clasifíquelas en compañía de los integrantes del Círculo de Calidad y realice un análisis causa-efecto¹¹ (de acuerdo a lo explicado en el numeral 3.5) para cada uno de los estresores seleccionados en el paso 4, con el fin de generar agrupaciones que puedan facilitar el establecimiento de planes de acción. Posteriormente, seleccione, con el apoyo del Círculo de Calidad, las causas-raíz resultantes del análisis causa-efecto, que tengan directa relación con condiciones de operación del proceso. Para este propósito, puede usar las causas agrupadas en las categorías: método y máquina pero sin limitarse exclusivamente a ellas.

Es importante resaltar, que se debe mantener comunicación constante y fluida con las personas que integran este Círculo de Calidad, asegurando que éstas se encuentren comprometidas con las actividades desarrolladas y estén conscientes de los beneficios para sus puestos de trabajo. Por esta razón, se recomienda realizar reuniones periódicas donde se vayan evaluando las actividades realizadas.

4.1.7 PASO 7: IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN Y DEFINICIÓN DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Con la información de causas-raíz seleccionadas en el paso 6, diseñe, ejecute y analice experimentos que permitan encontrar las condiciones de operación que minimicen la ambigüedad presente en los estresores seleccionados en el paso 4¹²; para ello, se recomienda seguir las etapas propuestas por Montgomery (2001) y explicados en el numeral 3.4 de esta tesis, para el diseño y análisis de experimentos. Cuente con colaboración del Círculo de Calidad en el monitoreo de la

⁹ Para ampliar la información relacionada con los círculos de calidad puede consultar el libro de Kaname Okada: Manual de Administración de la Calidad Total y Círculos de Control de Calidad- Volumen II disponible en http://www.inacal.org.uy/files/userfiles/file/VII_%20ManualACTyCCC.pdf

¹⁰ Para ampliar la información de estas herramientas se recomienda el texto de Reyes (2009)

¹¹ Para mayor información acerca de cómo construir el diagrama causa-efecto puede consultar el texto de Montgomery (2009): *Introduction to statistical quality control*

¹² Para mayor información acerca de cómo diseñar de experimentos se recomienda consultar el texto de Montgomery (2001): *Design and Analysis*

ejecución de las distintas corridas experimentales ya que esto le garantizará que los experimentos se realicen de acuerdo a lo planeado. También se recomienda elaborar y divulgar un protocolo de experimentación que asegure la adecuada ejecución de los experimentos.

Una vez realizadas las corridas experimentales, realice el análisis estadístico de la información y evalúe la significancia de los resultados obtenidos. Para esto, es recomendable emplear un *software* estadístico que facilite el análisis de los datos. Si no se obtuvieron resultados significativos, diseñe nuevamente otro plan experimental con la ayuda de los responsables del proceso, en donde incorpore los elementos que de dejaron por fuera en el primer plan experimental. Repita este proceso hasta que obtenga resultados significativos.

Una vez obtenidos los resultados, determine el tratamiento apropiado y socialícelo con los responsables del proceso.

4.1.8 PASO 8: VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS RESPECTO A LA AMBIGÜEDAD DE ROL, LA ROTACIÓN DE PERSONAL Y EFICIENCIA GENERAL DEL PROCESO

Una vez implementados y ejecutados los primeros 7 pasos de la metodología, valide el impacto de las acciones implementadas sobre la ambigüedad de rol, la rotación de personal y la eficiencia general del proceso. Para hacerlo calcule nuevamente el nivel de ambigüedad de rol en el proceso (haciendo uso de la herramienta empleada en el paso 3) y calcule la variación de dicho nivel de ambigüedad. Posteriormente, halle el índice de rotación de personal de acuerdo a lo explicado en el numeral 3.1.2. Adicionalmente, valide el impacto de las condiciones de operación obtenidas en los empleados directamente relacionados con el proceso. Para esto, se recomienda realizar entrevistas que permitan conocer las impresiones, reacciones y demás efectos percibidos relacionados con los estresores definidos en el paso 4. En esta parte se recomienda realizar preguntas abiertas a los responsables del proceso ya sea de manera individual o grupal, de modo que las personas puedan expresar abiertamente sus opiniones acerca del impacto que el trabajo realizado tuvo sobre sus niveles de motivación (Ver anexo 8). No obstante, dado que el impacto obtenido sobre la rotación de personal sólo se hace evidente con el pasar del tiempo y no es posible medir de forma precisa los resultados inmediatos de las acciones tomadas, se recomienda hacer mediciones periódicas de seguimiento (al comienzo mensual, después semestral y por último anual)¹³. Finalmente, haga uso de los indicadores de gestión definidos en el paso 5 y calcule nuevamente el valor de los indicadores posterior a la implementación de la(s) solución(es). Con esta información, calcule la variación que presentó cada uno de los indicadores y evalúe el impacto de las medidas tomadas sobre la eficiencia general del proceso.

En esta última parte se pretende corroborar cómo la reducción de la ambigüedad de rol, traducida en condiciones de operación claras y precisas, reduce los niveles de estrés en las personas, generando motivación e impactando favorablemente la rotación de personal y la eficiencia general del proceso.

4.1.9 PASO 9: DISEÑO Y ANÁLISIS DEL PUESTO DE TRABAJO

Considere modificar el diseño y análisis de los puestos de trabajo directamente implicados, según las condiciones de operación obtenidas durante los ocho pasos anteriores. Para esto, describa de

¹³ Dependiendo del volumen de ingresos de personal al proceso, estos seguimientos pueden realizarse de formas más periódica.

manera explícita los aspectos intrínsecos (Nombre del cargo, posición y contenido del cargo) y aspectos extrínsecos (Requisitos intelectuales, requisitos físicos y responsabilidades) del puesto de trabajo tal como se explica en el numeral 3.7. Incluya las condiciones de operación obtenidas dentro del contenido del cargo, y cerciórese de que los aspectos extrínsecos del puesto de trabajo ayuden a que dichas condiciones se mantengan a lo largo del proceso. Finalmente, comparta esta información con el área de gestión humana de la organización de tal modo que pueda ésta se convierta en una herramienta en los procesos de reclutamiento, selección y entrenamiento del personal; actuando de forma proactiva frente a la rotación de personal.

La figura 9, presenta de una manera esquemática, los distintos pasos propuestos dentro de la metodología propuesta en esta de tesis:

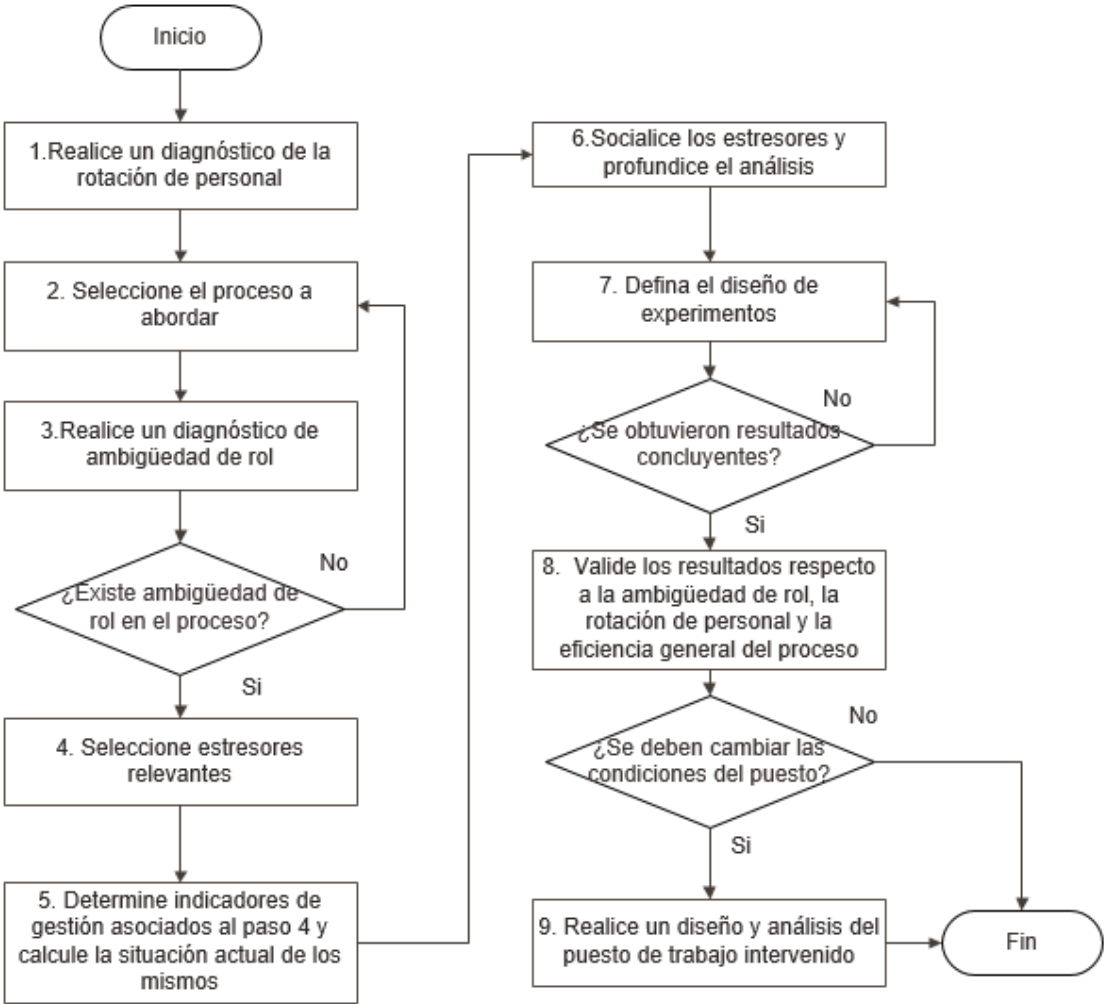


Figura 9 Propuesta Metodológica

Fuente: Elaboración propia

Nota: Cabe aclarar que, dado que la implementación de esta metodología puede modificar los procesos y alterar la forma de trabajar de los colaboradores puede existir una alta resistencia al

cambio por parte de los mismos, de modo que la permanencia de los resultados obtenidos depende en gran medida del grado de acompañamiento por parte del equipo de trabajo que la implementa.

4.2 ESTUDIO DE CASO

Una vez presentados los distintos pasos que componen la metodología propuesta en esta tesis, se presenta a continuación un caso de estudio, en donde se aplicó dicha metodología para disminuir la ambigüedad de rol en un proceso de manufactura e impactar positivamente los niveles de rotación de personal y la eficiencia general del proceso.

4.2.1 ANTECEDENTES

Durante los últimos veinte años, la industria del tabaco ha sido un mercado que ha sufrido cambios significativos a lo largo de toda su cadena productiva (Pascual & Vicéns, 2004). Desde el Convenio Marco para el control del Tabaco, liderado en 2006 por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se ha desatado a nivel mundial un sinnúmero de campañas, normas y resoluciones con el objetivo de poner fin a lo que la OMS denomina: la epidemia del tabaquismo, por medio de medidas como el “aumento de los impuestos a los productores, la prohibición de aditivos en los productos del tabaco, la prohibición de publicidad en los puntos de venta, advertencias sanitarias grandes en las cajetillas, empaquetado genérico de los productos y el uso de tecnologías móviles e Internet para la promoción de dejar de fumar” (OMS, 2014). Esta serie de regulaciones y medidas internacionales, han transformado los procesos y han cambiado drásticamente la forma de trabajar de todas las empresas relacionadas esta industria, obligándolas a encontrar nuevos métodos de trabajo que les permita cumplir con las exigentes regulaciones, pero al mismo tiempo ser suficientemente eficientes para mantenerse en el mercado y generar rentabilidad.

No obstante, gestionar procesos de cambio de manera rápida y eficaz en un mercado tradicionalmente estable como el tabaco no ha sido una tarea fácil y un efecto casi natural vivido en las distintas industrias que componen este mercado ha sido elevadas tasas de rotación de personal en las empresas, en donde las personas que no han asimilado de buena manera estos cambios. Por tal motivo, los actores de este mercado han debido realizar grandes inversiones tecnológicas e incurrir en cuantiosos gastos de capacitación y entrenamiento con el objetivo de robustecer sus procesos productivos y conformar equipos de trabajo sólidos que se adapten fácilmente a situaciones cambiantes. Uno de los actores importantes de este mercado en Latinoamérica es *Papers S.A.*

4.2.2 ACERCA DE LA EMPRESA: PAPERS S.A.

Fundada en el año 1980 y ubicada en el departamento de Antioquia, *Papers S.A.* es una empresa de origen austriaco, con compañías hermanas en Canadá, Alemania, Reino Unido, Filipinas, China y Malasia, la cual ha permanecido en el mercado latinoamericano por más de treinta años como uno de los principales aliados estratégicos de la industria tabacalera. Siguiendo la línea principal de su casa matriz en el mundo, *Papers S.A.* se inició en el país con la fabricación de papeles especiales para el filtro de cigarrillo (producto que comercializa hoy a nivel nacional e internacional) llegando a convertirse en corto tiempo en un referente del mercado latinoamericano por sus altos estándares de calidad y servicio; comercializando sus productos en países como Venezuela, Ecuador, Chile, Bolivia, Argentina, Trinidad y Tobago, México y Honduras.

No obstante, pese a que la empresa cuenta con buen posicionamiento en el mercado y alta calidad en sus productos, la última década (2006 – 2016) no ha sido fácil para la compañía y ha traído consigo grandes retos en materia de procesos como resultado de la fuerte oleada de campañas y regulaciones internacionales que han afectado a sus clientes y les han obligado a realizar grandes y constantes cambios a sus productos con el objetivo de capturar la atención de los consumidores. Dentro de estas inversiones, el diseño de distintos materiales como el papel *Tipping*¹⁴ (ver figura 10) ha desempeñado un importante rol. Este contexto le ha exigido a la empresa, renovar constantemente sus procesos e invertir en tecnología de punta que le permita responder a las exigentes necesidades de sus clientes, al tiempo que ha requerido de la conformación de un equipo de trabajo sólido que asimile dichos cambios de manera natural, y mantenga altos niveles de productividad y calidad en sus procesos.

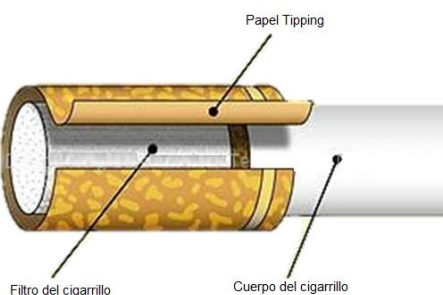


Figura 10 Papel Tipping

Fuente: Zhang (2014)

No obstante, la reacción del personal a estos procesos de renovación y expansión no ha sido la esperada por las directivas, sino que por el contrario ha venido acompañada de cifras de rotación de personal superiores al 15%, principalmente en los niveles productivos, que han afectado negativamente el *Know-how* de la compañía, la implementación de nuevas mejoras tecnológicas y la especialización de las personas, por lo que la empresa ha tenido que invertir millonarias cifras en gastos de contratación, capacitación y entrenamiento con el fin de mantener el normal funcionamiento de los procesos y responder a las necesidades del mercado.

4.2.3 APLICACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA

Para *Papers S.A.* encontrar una forma de reducir sus niveles de rotación de personal no solo se ha convertido en una prioridad para sus directivos, sino que a su vez es una necesidad para reaccionar a las exigentes regulaciones que plantea la región, en países de gran importancia para la empresa como Chile, Venezuela y Colombia. En este sentido, la implementación exitosa de esta metodología plantea posibilidades para la empresa de ampliar sus mercados de una manera más ágil y responder de una mejor manera a las necesidades de sus clientes internos y externos. A continuación, se presentan los distintos pasos que se siguieron en la implementación de la metodología propuesta.

¹⁴ Tipping es el nombre que recibe en la industria tabacalera el papel que envuelve el filtro del cigarrillo

4.2.4 PASO 1: DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA ROTACIÓN DE PERSONAL

Durante los últimos años, directivos de la empresa han visto con preocupación cómo los niveles de rotación de personal han aumentado de manera considerable, pasando de 12% en 2014 a 23% en 2015. Analizando internamente los distintos procesos de la organización (ver figura 11) se ha encontrado que los niveles más altos de rotación de personal se encuentran en el principal proceso misional de la compañía: El proceso de impresión, el cual reportó un índice de rotación de personal del 35% en 2014 y del 60% en 2015; los demás procesos de la empresa: Corte, Perforación y las actividades administrativas presentaron rotación de personal del 17%, 12% y 13%, respectivamente en el mismo año¹⁵.

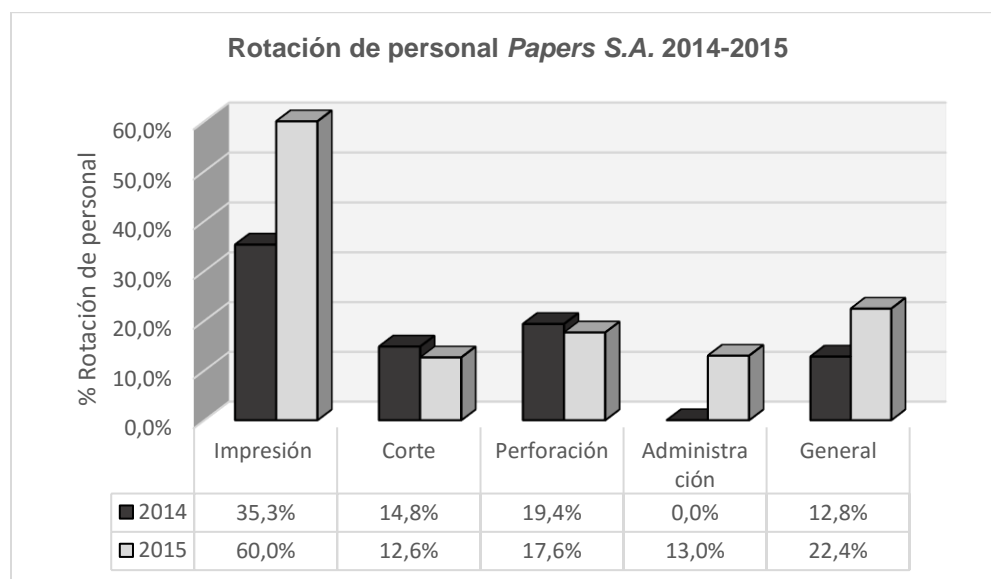


Figura 11 Rotación de personal *Papers S.A.*

Fuente: Elaboración propia

Una vez considerado lo anterior, es posible percibir que los niveles de rotación de personal en la empresa son significativamente altas, en especial en el proceso de impresión; considerando las cifras manejadas a nivel nacional e internacional para este sector (explicadas en el numeral 1.3).

4.2.5 PASO 2: SELECCIÓN DEL PROCESO

Analizando los datos reportados en el paso 1, se ha evidenciado que los procesos que poseen mayores niveles de rotación son impresión y perforación; no obstante, dada la importancia que tiene el proceso de impresión dentro de los procesos misionales de la compañía y considerando la altas

¹⁵ La rotación de personal está calculada empleando la fórmula explicada en el numeral 3.1.3 para el análisis de renuncias del personal.

cifras de rotación de personal reportadas en el paso anterior, se ha determinado que es Impresión el proceso seleccionado para abordar ésta problemática.

Con el objetivo de conocer con mayor detalle los motivos por los cuales las personas abandonan (voluntaria o involuntariamente) el proceso de impresión, se ha considerado pertinente explicar a continuación el funcionamiento del mismo.

El proceso de impresión es el primer proceso productivo de la compañía, éste se encarga de transformar las materias primas en rollos de papel impresos los cuales son cortados, perforados y embalados en procesos posteriores. Este proceso comienza antes de que se detenga la maquina impresora con el alistamiento de los elementos necesarios para la producción lo cual incluye actividades como ubicar en cada estación de trabajo trapos de limpieza, herramientas para el desmonte, rodillos de caucho, cuchillas y cilindros/mangas de impresión, además de alistar el papel para prueba, papel para producción y la tinta que se va a utilizar durante la nueva producción.

Una vez se detiene la maquina (la cual es similar a la presentada en la figura 12) se procede con el aseo y desmonte de la producción anterior, esto incluye el retiro y limpieza de todos los elementos que no se van a emplear en la nueva producción tales como regadores, guardas y protectores de tinta, cilindros/mangas de impresión, rodillos de caucho, además de quitar el enhebrado de las estaciones que no se utilizarán en la siguiente producción. Posteriormente, se inicia el montaje de las distintas estaciones que se utilizarán en la producción lo cual implica montar los rodillos de caucho, ubicar los cilindros o mangas de impresión en la máquina, además de los regadores, guardas, cuchillas y protectores de tintas; adicionalmente, es necesario agregar la tinta para la nueva producción (la cual es preparada en un proceso aparte) y montar el papel para prueba el cual permanece enhebrado todo el tiempo en la máquina (a menos que se reviente en cuyo caso se enhebra manualmente) y se une con un empate a cada rollo que se monta en la máquina ajustándolo hacia la izquierda o derecha de acuerdo al cilindro/manga de impresión utilizado.



Figura 12 Proceso de Impresión

Fuente: (Corbin, 2016)

Una vez realizadas estas actividades, se enciende la máquina para pasar el material enhebrado del pedido anterior y se ajustan variables como tensión, calefacción y registro entre estaciones (de

acuerdo al diseño trabajado)¹⁶. Finalmente, se procede a ajustar la tonalidad y viscosidad del color de acuerdo con las especificaciones del cliente. En este proceso, el control de la viscosidad es de suma importancia dado que si la viscosidad de la tinta es muy alta, la impresión aparecerá porosa y entonces se debe disminuir agregándole solvente hasta que la impresión sea más nítida; si por el contrario, la viscosidad está muy baja la tinta se verá regada, y será necesario aumentarla adicionándole tinta base o barniz. El control de la viscosidad se lleva cada 15 minutos en producciones que usan papel blanco y para producciones que usan papel corcho se toma al inicio, en la mitad y al final de cada rollo.

Cuando la tinta está lista para imprimir se extrae una muestra para verificar el color y la impresión versus el color o pantone aprobado por el cliente. Si existen variaciones significativas (Delta E¹⁷ mayor a 2), se realizan los ajustes necesarios y nuevamente se pasa la muestra al jefe o supervisor de producción para que sea aprobada. Una vez aprobada la tinta, el operario de Impresión coloca una señal en el rollo indicándole al proceso posterior el lugar donde comenzó la impresión de óptima calidad. El proceso de aprobación de la muestra física se repite para cada rollo y se verifican variables como apariencia, color y adherencia de la tinta. Cada rollo que se imprime, se embala con plástico, se identifica y se ubica posteriormente en la zona de corte.

Para una mayor comprensión, se presenta a continuación el flujograma que resume las actividades del proceso (ver figura 13).

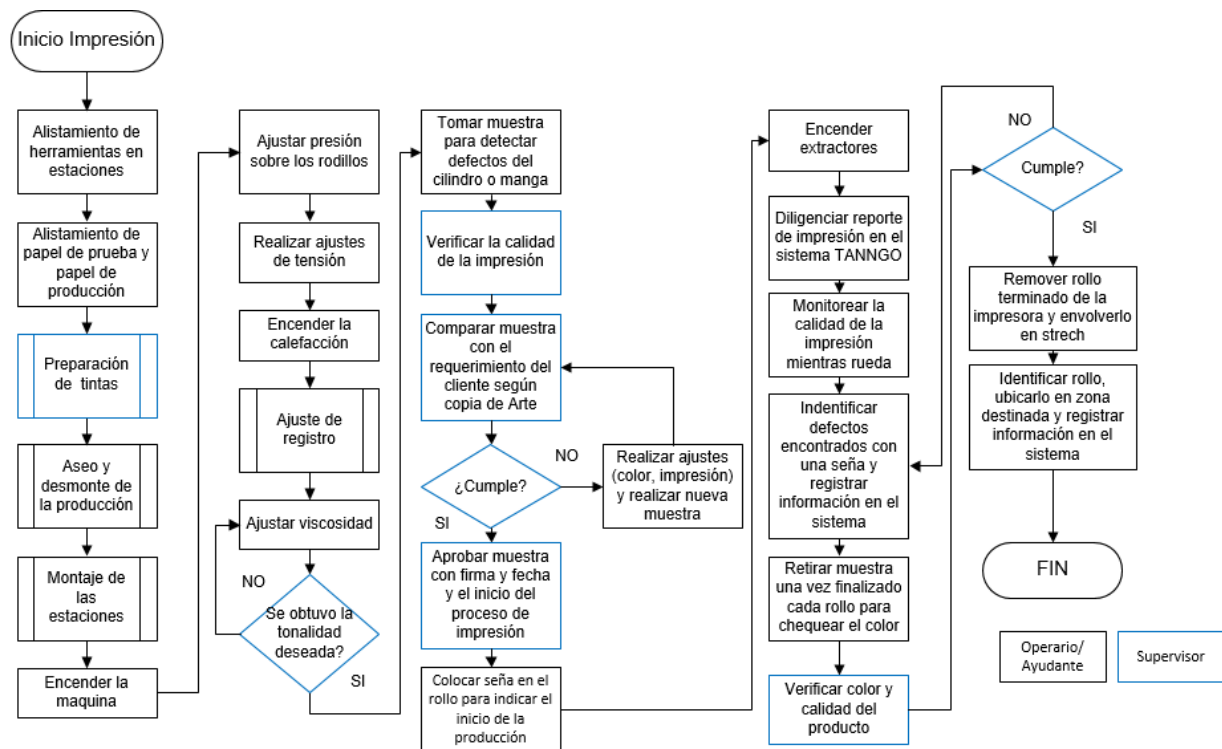


Figura 13 Proceso de Impresión *Papers S.A.*

Fuente: Elaboración propia

¹⁶ Se denomina registro el correcto posicionamiento todos los elementos en la impresión tanto lateral como longitudinalmente.

¹⁷ Delta E es una medida para entender cómo el ojo humano percibe la diferencia de color. El término delta proviene de las matemáticas, es decir, el cambio en una variable o función.

4.2.6 PASO 3: DIAGNÓSTICO DE AMBIGÜEDAD DE ROL

De acuerdo con Stigler (1976), una de las principales causas de rotación de personal en las empresas es la ambigüedad de rol. Aquellas situaciones en las que la persona no conoce con detalle lo que debe realizar generan altos niveles de estrés en las personas, llevándolas al punto de abandonar sus puestos de trabajo. Siguiendo en esa misma línea, Chiavenato (2009), ha planteado que dichas causas de estrés en el trabajo son de dos tipos: causas personales y causas ambientales. Las primeras abarcan una serie de características individuales que predisponen al estrés, mientras que las segundas consideran toda una serie de factores externos y contextuales que pueden conducir al estrés e incluyen aspectos como la programación del trabajo intensivo, la falta de tranquilidad en el trabajo, la inseguridad en el trabajo, y la ambigüedad de rol.

Con el objetivo de conocer los distintos estresores e identificar el nivel de ambigüedad de rol en el proceso de impresión, se realizaron entrevistas a todos los responsables del proceso. Para hacerlo se construyó un cuestionario compuesto por 15 preguntas cerradas, tomando como punto de partida las preguntas pares del cuestionario propuesto por Rizo, *et al.* (1970) para medir la ambigüedad de rol (Ver anexo 1), y dos preguntas abiertas con las cuales se pretendía conocer los estresores que existían en el proceso. El cuestionario empleado para hacer la medición se presenta en la tabla 3:

Tabla 3 Cuestionario para medir Ambigüedad de rol e identificar estresores¹⁸

Cuestionario para la medición de ambigüedad de rol			
N°	Pregunta	SI	NO
1	Tengo claridad en el nivel de autoridad que tengo en mi puesto de trabajo.		
2	Conozco cuales son los objetivos y metas que tengo en mi trabajo.		
3	Poseo políticas y guías que me ayudan en mi trabajo.		
4	Reconozco los motivos cuando me felicitan o me corrigen.		
5	Sé que estoy haciendo una buena utilización del tiempo.		
6	Sé cuáles son mis responsabilidades.		
7	Poseo un método claro para realizar mis responsabilidades.		
8	Sé con certeza como seré evaluado para obtener un ascenso o gratificación.		
9	Sé cómo debo distribuir mi tiempo.		
10	Tengo claridad de lo que se espera de mí.		
11	Conozco con certeza a quien afecta mi trabajo.		
12	Me dicen con frecuencia que tan bien estoy haciendo mi trabajo.		
13	Me explican con claridad que es lo que debo hacer.		
14	Desarrollo mi trabajo bajo directrices claras.		
15	Estoy seguro que mi trabajo será aceptado por mi jefe.		
<p>¿Si pudiera cambiar una actividad o aspecto de su proceso cual sería y por qué?</p>			

¹⁸ El nivel de la ambigüedad de rol es calculado sumando el número de veces en las que las personas respondieron "NO" a los cuestionamientos, dividido por el total de preguntas respondidas.

De 1 a 5, ¿Qué es lo que más le causa estrés en su proceso, siendo 1 lo que más le genera estrés y 5 los que menos?

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Fuente: Adaptado de Rizo, *et al* (1970)

Una vez analizados los resultados (ver anexo 9), se encontró que existe un nivel de ambigüedad de rol en el proceso de 73%, lo que indica que el 73% de las respuestas entregadas por el personal entrevistado, manifestaron desconocimiento y negación de que exista claridad en algún aspecto de las actividades que realiza en su puesto de trabajo. Según Rizo, *et al* (1970) existe ambigüedad de rol, si más del 50% de las preguntas generadas obtienen respuesta negativa por parte de las personas entrevistadas. En este sentido podemos dar por sentado de que existe ambigüedad de rol en el proceso. Con relación a los estresores, se consideraron la respuestas a las preguntas: ¿Si pudiera cambiar una actividad o aspecto de su proceso cual sería y por qué? y los numerales 1 y 2 de las respuestas a la pregunta: De 1 a 5, ¿Qué es lo que más le causa estrés en su proceso, siendo 1 lo que más le genera estrés y 5 los que menos? Los estresores reportados, y el número de personas que respondieron aspectos relacionados con cada estresor son presentados en la figura 14, la cual muestra adicionalmente el análisis de Pareto de los estresores reportados por los responsables del proceso.

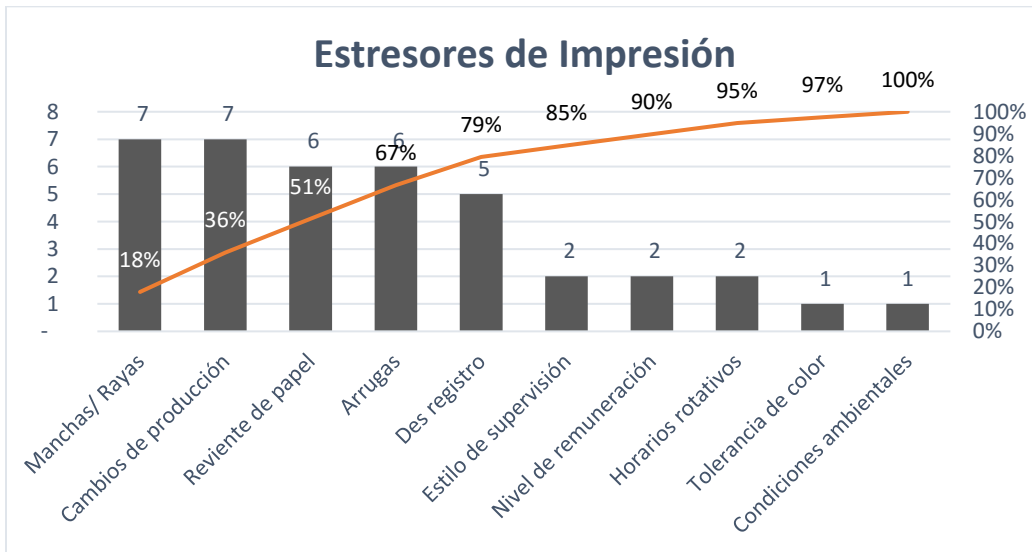


Figura 14 Estresores del proceso de impresión

Fuente: Elaboración propia

4.2.7 PASO 4: SELECCIÓN DE ESTRESORES

Una vez realizado el diagnóstico de ambigüedad de rol en el paso 3, se encontró que el 80% de las causas reportadas se encontraban concentradas en los siguientes 5 estresores: Cambios de producción, Manchas/rayas, Reviente de papel, Arrugas y Desregistro de Impresión. En este sentido, se optó por descartar los estresores: Estilo de Supervisión, Nivel de remuneración, Horarios rotativos, Tolerancia de color y Condiciones ambientales; al considerarse como percepciones individuales no representativas. Con el objetivo de comprender de una mejor manera estos cinco estresores se presenta a continuación una explicación detallada de cada uno de ellos:

- Cambios de producción

Un cambio de producción, es el “conjunto de actividades desarrolladas en el tiempo transcurrido entre la producción de la última pieza buena de una referencia, y la primera buena de la siguiente producción a la velocidad adecuada” (Karim, 2013).

“Los tiempos de cambio han sido siempre un factor crítico para las empresas de manufactura”. (Guzman & Salonitis, 2013). Para sobrevivir en un mundo cada vez más competitivo, hay una necesidad de mejora continua en todo tipo de industria. La globalización ha desarrollado el transporte y la comunicación, ocasionando que hoy en día, los clientes exijan una amplia gama de productos entregados con alta calidad, tiempos de respuesta más rápidos y vendidos a precios razonables. Con la misma demanda de los años anteriores, las empresas se ven obligadas a producir lotes más pequeños sin afectar su productividad global. (Guzman & Salonitis, 2013). Sin embargo, la producción de más productos en lotes más pequeños, exige la realización de más cambios de referencia, por lo que una capacidad de cambio rápido es crítica para ser capaz de producir pequeñas cantidades de una gran diversidad de productos.

Van gouvergen & Lockhart (2003), indicaron tres razones principales por las cuales la reducción de tiempos de cambio es necesaria para cualquier empresa:

- a) Para aumentar su flexibilidad al ser capaz de realizar de más cambios y reducir el tamaño del lote.
- b) Para minimizar los cuellos de botella y maximizar la disponibilidad de la línea de producción.
- c) Para reducir costos, ya que los costes de producción están relacionados con la efectividad del equipo.

En *Papers S.A.*, los cambios de referencia significan un gran generador de estrés para los operarios del proceso de impresión debido principalmente al esfuerzo físico que requieren y a la presión percibida por los operadores en el afán por cumplir con las fechas de despacho. Esta situación, sumada a la tendencia de los clientes de realizar mayor cantidad de pedidos en menores cantidades, ha ocasionado que la carga de trabajo en este proceso aumente considerablemente con el tiempo y por consiguiente los niveles de estrés para los operarios, quienes deben realizar cambios de referencia con mayor frecuencia en menor tiempo. Las distintas actividades que comprende un cambio de producción en la empresa *Papers S.A.* son presentadas en el Anexo 10

- Manchas/Rayas

Se denominan manchas/rayas en el proceso de impresión aquellas imperfecciones generadas por salpicaduras o traspaso anormal de tinta hacia el papel. Estos son defectos típicos de la impresión

en hueco grabado y una buena parte son provenientes de la acción de la racleta, debido a pequeñas partículas atrapadas en ella (Terradas, 2012).

Una actividad compleja en el proceso de impresión es la detección y corrección imperfecciones. En muchas empresas como *Papers S.A.*, el proceso de inspección es realizado por el operador del proceso quien debe monitorear (con la ayuda de una luz estroboscópica) la impresión que corre a más de 150 metros por minuto. En estas condiciones es difícil asegurar una inspección de calidad y es bajo el porcentaje de defectos que logran ser detectados por los operadores del proceso.

“Los problemas de calidad de impresión son una realidad que impacta a un gran número de organizaciones, afectando no solo la imagen de estas con sus clientes, sino también su poder competitivo y la motivación en los procesos que se llevan a cabo de manera interna” (You & Zhang, 2009). *Papers S.A.* no es ajena a esta situación, y durante los últimos años, ha tratado de analizar las causas que generan estos defectos que comprometen la calidad de las distintas referencias. Dichos análisis (Ver anexo 2), han evidenciado la multicausalidad del problema y el gran volumen de defectos que presenta el proceso ocasionado no sólo altos volúmenes de desperdicio para la compañía, sino además diversos reprocesos en actividades posteriores y un aumento en la rotación de personal fruto de las condiciones de estrés que genera en los operarios, la incertidumbre de desconocer en qué momento y en qué lugar se presentará el defecto.

- Reviente de papel

Los revientes de papel representan costos significativos para los proveedores e impresores de papel. “Son pocos los avances que se han tenido en el estudio de este fenómeno, debido principalmente a los altos costos de experimentación y a que están influenciados por muchos parámetros del papel y la máquina que no son fáciles de controlar” (D. T. Hristopulos & Uesaka, 2002). No obstante algunos estudios como Uesaka (2004) y Deng, *et al* (2007) han demostrado que el factor humano y las variaciones de tensión son aspectos cruciales para que se generen revientes de papel, sin embargo, es el factor humano en donde se han encontrado mayores oportunidades de mejora, pues la medición de las variaciones de tensión ha tenido diversas dificultades para las empresas entre las que se encuentra la falta de un método confiable y preciso (D. T. Hristopulos & Uesaka, 2002).

Papers S.A. no es ajena a esta realidad, y en cada reviente de papel los operarios de impresión deben retornar el proceso a la mayor brevedad posible por medio de actividades como: detener la máquina, retirar el papel de desperdicio, realizar el empalme de papel, enhebrar la maquina nuevamente y ajustar las distintas variables del proceso con el fin de no afectar negativamente el desperdicio del pedido ni afectar el flujo de trabajo en los procesos posteriores. Esta tarea puede ser bastante dispendiosa dependiendo del grado de complejidad de la producción trabajada.

En el año 2015, la empresa realizó algunos análisis (ver anexo 3) para determinar el origen de los revientes de papel y encontró que, pese a que las causas pueden provenir de muchos frentes, el sistema de cambio de rollo automático de la maquina representaba más del 80% de los revientes de papel, por lo que decidió intervenir electrónicamente éste subsistema para tratar dar solución a este inconveniente.

- Arrugas

Las arrugas, son un defecto común y costoso encontrado en la manufactura e impresión de distintos sustratos, papel, películas y textiles (Most, 1996). Definidas de una manera simple, las arrugas pueden catalogarse como “cualquier desviación de la plenitud absoluta de una superficie”; estas pueden variar desde una simple deformidad apenas perceptible por el ojo humano, hasta marcados dobleces que quiebran el papel hasta romperlo. Pese a que son pocos los estudios que se han

adelantado para explicar este fenómeno, algunos como J. Brown (2008) y Eggen (2011) han explicado sistemáticamente las razones de su formación y han sugerido algunas soluciones prácticas relacionadas con la tensión del papel y la alineación de los rodillos transportadores (ver figura 15).

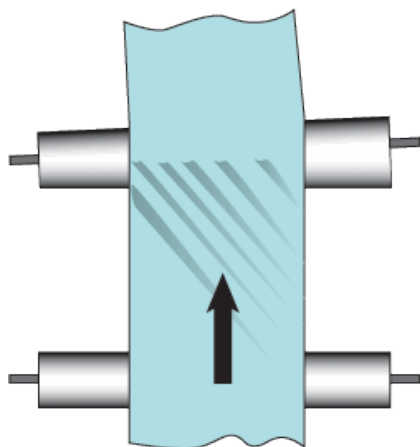


Figura 15 Arrugas

Fuente: Brown (2008)

En *Papers S.A.* los problemas de arrugas no son tan usuales (ver anexo 4). No obstante, la corrección de este tipo de defectos plantea unas condiciones inseguras para los operarios del proceso ya que requiere de la introducción de papel entre el sustrato y el rodillo transportador (en movimiento) que compense el desnivel o problema de tensión, creando así un alto riesgo de atrapamiento.

- Desregistro de impresión

En el mundo de la impresión, el registro es un importante criterio para medir la calidad de los productos finales. El termino registro puede definirse como la “relación espacial entre dos o más elementos de una pieza final impresa” (Formax printing, 2010). Un registro apropiado indica que cualquier impresión sobre el papel se realiza en la posición en la que fue concebida, por el contrario, un registro inapropiado o “desregistro” indica que al menos un elemento de la impresión está posicionado en el lugar incorrecto o esta desalineado (ver figura 16).

Las empresas suelen posicionar unas marcas de registro a los extremos de la impresión (algo similares a un blanco de rifle) que les permite saber si los distintos elementos que se encuentran en la impresión están registrados o no. No obstante, asegurar un registro perfecto en un proceso de impresión es una condición compleja, puesto que éste depende tanto del buen funcionamiento de la máquina como de la experticia de la persona ya que, ante cualquier movimiento que se genere en el papel, algún elemento de los que componen el diseño pierde su posición ideal y hace que el trabajo de impresión se vea arruinado.



Figura 16 Desregistro de Impresión

Fuente: Formax printing (2010)

En *Papers S.A.*, ajustar el registro es un proceso complejo que implica varias horas de trabajo durante las cuales, el operador del proceso trata de controlar distintas condiciones del ambiente y de la máquina que interfieren en la posición de los distintos elementos en los diseños trabajados. Esta actividad, puede aumentar considerablemente los niveles de estrés en las personas puesto que la continuidad del trabajo en los procesos posteriores depende de lo rápido que las variables de registro sean controladas y se dé comienzo a la impresión de óptima calidad.

No obstante, las nuevas condiciones del mercado del tabaco han ocasionado que los clientes cada vez requieran de nuevos diseños de papel *tiping* más exigentes en términos de registro, generando no solo cuellos de botella en los procesos misionales de la compañía, sino además aumentando el grado de tensión en las personas al tener que lidiar con las distintas condiciones climáticas que afectan las producciones.

4.2.7.1 Criterios de selección

Una vez analizados los principales generadores de estrés reportados por los responsables del proceso de impresión, se procedió a determinar los criterios empleados para la selección definitiva de los estresores abordados en los pasos posteriores. Dichos criterios fueron establecidos en común acuerdo con las directivas de la empresa, con base a los objetivos planteados por la organización para el presente año y a los resultados del diagnóstico realizado en el paso 3. Los criterios se presentan a continuación:

- Criterio de productividad: Corresponde al tiempo promedio/mes en el que se detienen los distintos procesos (medido en horas) como resultado de la materialización de los distintos factores de análisis.
- Impacto económico: Corresponde al costo, tanto de los materiales como del tiempo, que se pierden por la materialización de los distintos factores de análisis (medido en pesos colombianos).

- Frecuencia de ocurrencia: Corresponde al número de ocasiones (promedio por mes) en los que se presentan cada uno de los factores de análisis.
- Nivel de riesgo: Hace alusión al grado en el que el operador del proceso pone en riesgo su salud física y mental, ante la materialización de los distintos factores de análisis, de acuerdo a la calificación otorgada por un experto en el tema.
- Nivel de estrés: Hace alusión al grado de estrés manifestado por el operario en las entrevistas individuales, ante la materialización de los distintos factores de análisis.

Una vez establecidos los criterios se evaluaron los distintos estresores bajo el principio de Pareto, según los distintos criterios de análisis. Los resultados se presentan a continuación¹⁹.

- Criterio de productividad

Para la medición de este criterio se consideraron las horas en las que se detiene, tanto el proceso de impresión como los demás procesos de la compañía cada vez que se materializa cada uno de los estresores. La figura 17, muestra la cantidad de horas en promedio, que se detienen mensualmente los procesos por motivo de los distintos estresores. La información fue suministrada por el analista de producción de la empresa.

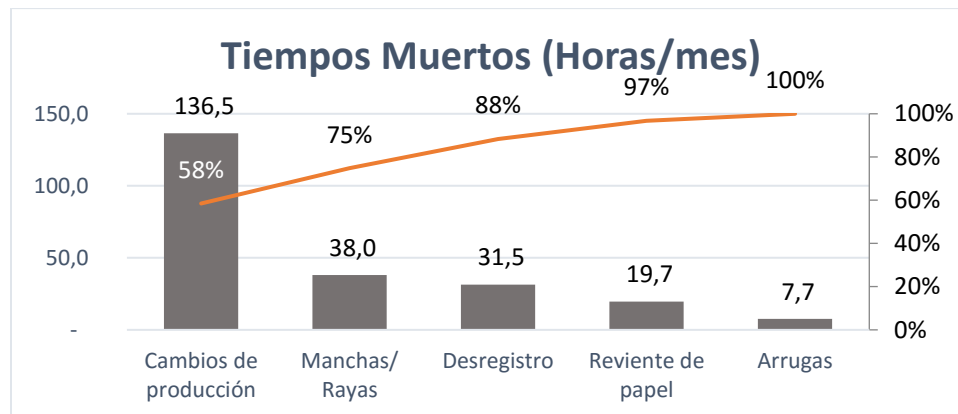


Figura 17 Estresores Tiempos muertos.

Fuente: Elaboración propia

- Impacto económico

Para la medición de este criterio se consideraron tanto los costos de materia prima, como los costos de hora-hombre, en los que se incurre tanto en el proceso de impresión como los demás procesos de la compañía, cada vez que se materializa cada uno de los estresores. La figura 18 muestra el costo promedio mensual (medido en millones de pesos colombianos) en los que incurre la empresa por actividades relacionadas con los distintos estresores. La información fue suministrada por el área contable de la empresa y es la suma tanto del costo por horas de inactividad de los proceso, como

¹⁹ Los datos manejados en el análisis corresponden a cifras actualizadas al año 2015

de los materiales de desperdicio generado por cada uno de los estresores en los distintos procesos de la empresa.

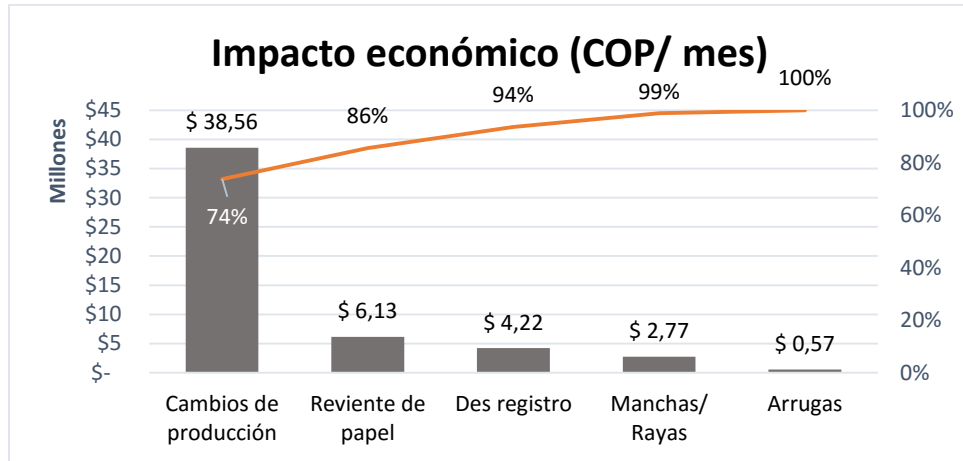


Figura 18 Estresores Impacto económico.

Fuente: Elaboración propia

- Frecuencia de ocurrencia

Para la medición de este criterio se consideraron todas las ocasiones cuando se materializa cada uno de los estresores. La información fue suministrada por el analista de producción de la empresa con base a la información entregada por el *software* de producción manejado por compañía. La figura 19 muestra el promedio de situaciones presentadas cada mes, para cada uno de los estresores analizados.

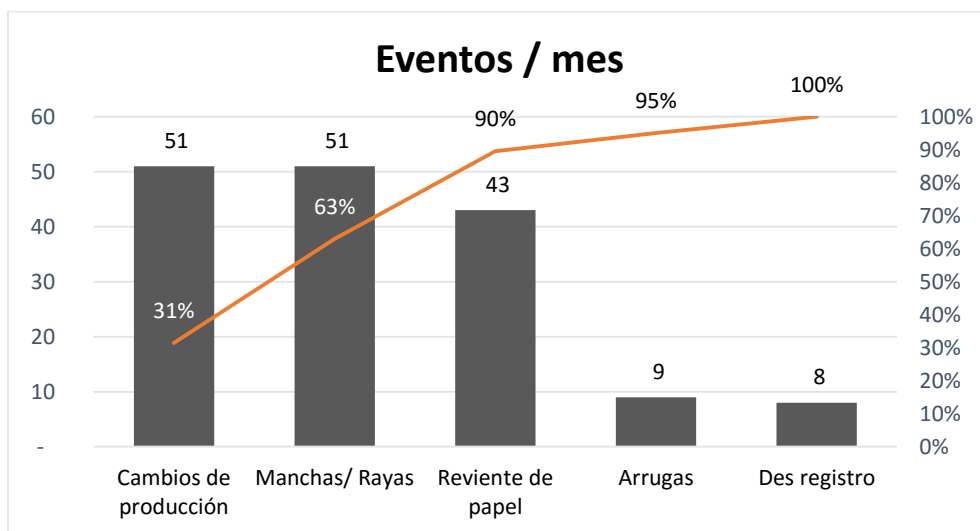


Figura 19 Estresores Frecuencia de ocurrencia.

Fuente: Elaboración propia

- Nivel de riesgo

Para la calificación del nivel de riesgo de cada uno de los estresores sobre la salud física y mental de los operarios fue empleado el criterio del coordinador de seguridad y salud en el trabajo de la empresa y un asesor externo de la ARL manejada por la compañía. Estas personas fueron los encargados de calificar cada estresor de acuerdo a la siguiente escala: 3= Riesgo alto, 2= Riesgo medio y 1= Riesgo bajo. La figura 20, muestra la calificación otorgada por el coordinador de seguridad y salud en el trabajo de la empresa y el asesor externo de la ARL (en común acuerdo), para cada uno de los estresores analizados.

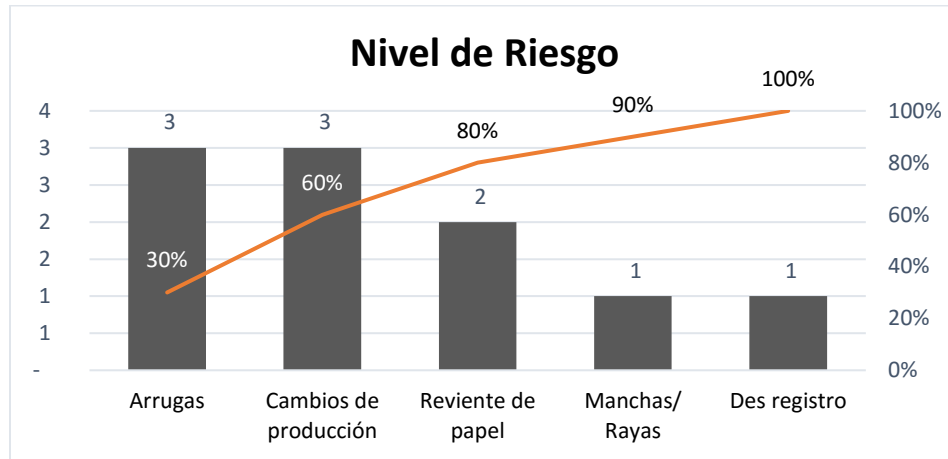


Figura 20 Estresores Nivel de Riesgo.

Fuente: Elaboración propia

- Nivel de estrés

La calificación del nivel de estrés fue calificada en común acuerdo con los integrantes del Círculo de Calidad, quienes luego de analizar la información recolectada en el paso 3, calificaron los estresores usando la siguiente escala: 5= Muy Alto, 4= Alto, 3= Medio, 2= Bajo y 1= Muy bajo. (Ver figura 20).

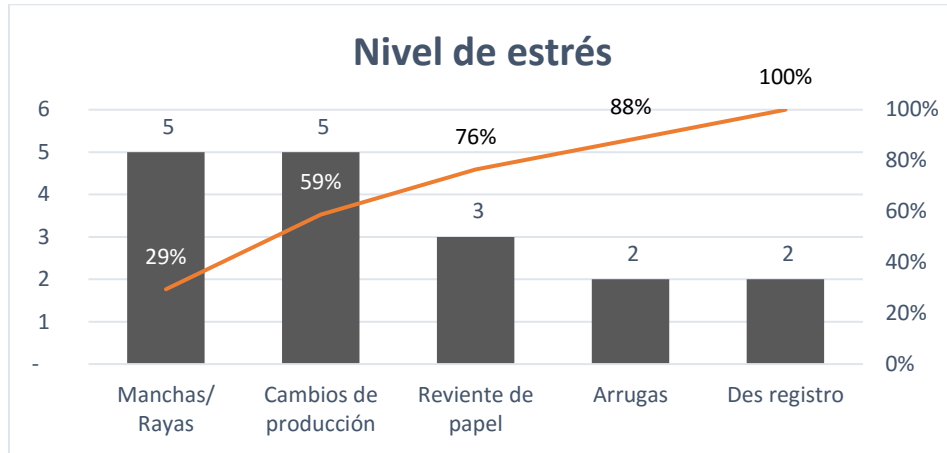


Figura 21 Estresores Nivel de Estrés.

Fuente: Elaboración propia

4.2.7.2 Selección final de estresores

Luego de calificar los distintos estresores, se procedió a sumar los pesos relativos de los estresores en cada uno de los criterios de análisis. La información es presentada en la tabla 4.

Tabla 4 Calificación total de los estresores

	Cambios de producción	Manchas/Rayas	Reviente de papel	Arrugas	Desregistro
Productividad	58%	16%	8%	3%	13%
Impacto económico	74%	5%	12%	1%	8%
Frecuencia de Ocurrencia	31%	31%	27%	6%	5%
Nivel de riesgo	30%	10%	20%	30%	10%
Nivel de estrés	29%	29%	18%	12%	12%
Total	223%	92%	84%	52%	48%

Fuente: Elaboración propia

Una vez consolidada la información, se procedió a generar el análisis de Pareto final el cual ayudó a determinar los estresores sobre los cuales deberían basarse los pasos posteriores. La información es presentada en la figura 22:

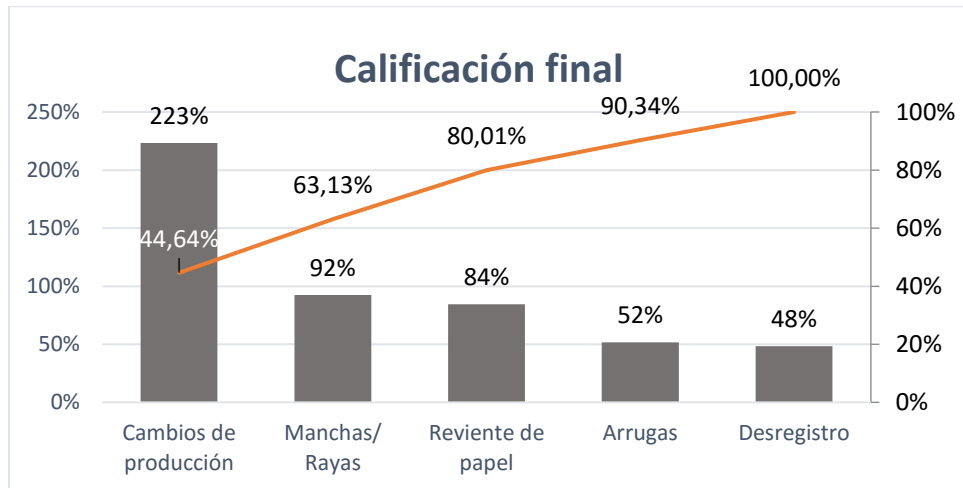


Figura 22 Selección final de estresores

Fuente: Elaboración propia

Una vez presentados los datos de la figura 22, se puede evidenciar que tres de los cinco estresores considerados: “Cambios De Producción” y “Manchas/ Rayas” y “Revientes de Papel” representan el 80% de los problemas de estrés asociados al proceso. No obstante, se ha optado no abordar el estresor “Revientes de Papel” en el presente trabajo, debido a que un análisis realizado al interior de la compañía en el año 2015 (ver anexo 2), muestra que el 86% de los eventos de “reviente de papel” al interior de la empresa obedecen al incorrecto funcionamiento de un subsistema de la maquina (sistema de cambio automático) el cual fue intervenido y reparado en el mes de enero/2016, por lo que las directivas de la empresa esperan que este evento sea minimizado después de la intervención. En este sentido se decidió, en común acuerdo con las directivas de la empresa, seleccionar los estresores **“Cambios de producción”** y **“Manchas/Rayas”** para trabajar el resto de pasos, al ser estos, los dos estresores con mayor participación luego de sumar las calificaciones relativas en cada uno de los criterios.

4.2.8 PASO 5: MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA

En este paso se indaga en la empresa acerca de los indicadores con los que cuenta la compañía, asociados a los estresores seleccionados en el paso 4. Al respecto, se encontró que *Papers S.A.* cuenta con los siguientes indicadores de gestión, los cuales son empleados por todas las filiales de la empresa en el mundo, para evaluar el nivel de eficiencia de las distintas empresas. Dichos indicadores son explicados a continuación y serán empleados como referentes para medir el impacto del trabajo realizado sobre los niveles de eficiencia:

4.2.8.1 Estresor: Cambios de producción

Tiempos de cambio: Tal como se explicó en el paso 4, un cambio de producción, es el “conjunto de actividades desarrolladas en el tiempo transcurrido entre la producción de la última pieza buena de una referencia, y la primera buena de la siguiente producción a la velocidad adecuada” (Karim, 2013). El indicador manejado por la empresa para el control de estos tiempos es presentado en la tabla 5.

Tabla 5 Indicador Tiempos de cambio

AREA	OBJETIVO	INDICADOR	PELIGRO	PRECAUCION	META	UND	FRECUENCIA	FORMULA
Producción	Mejorar continuamente los procesos.	Tiempo de Cambio	3.5	3	2.5	h	MENSUAL	$\frac{(\text{Horas empleadas en cambios de producción})}{\text{Total Ordenes procesadas}}$

Fuente: Elaboración propia con base en la información entregada por *Papers S.A.*

Para *Papers S.A.* minimizar estos tiempos es de suma importancia ya que durante este tiempo se detiene la operación y no se generan *output* ni en impresión, ni en los procesos posteriores. Al respecto, la empresa maneja una meta de 2.5 horas en promedio en el alistamiento de cada orden de pedido. A continuación, se relacionan los tiempos de cambio históricos reportados por los empleados de la compañía.

Tabla 6 Resultados tiempo de cambio antes

Tiempo de Cambio (h)	Trimestre II- 2015	Ene-16	Feb-16	Mar-16	Trimestre I – 2016
Tiempo de Cambio	412	156	116	161	433
Ordenes	137	53	43	53	149
Tiempo de Cambio/ Orden	3.01	2.94	2.7	3.04	2.91

Fuente: Elaboración propia con base en la información entregada por *Papers S.A.*

En los resultados mostrados en la tabla 6, se muestra que tanto los resultados del segundo trimestre 2015, como el acumulado hasta marzo de 2016, no se ha alcanzado la meta manejada interna por la compañía de 2.5 horas. Esta situación podría relacionarse con lo manifestado por los responsables del proceso en el paso 3, en donde ellos manifestaban experimentar altos grados de estrés por cumplir con la meta en los cambios de pedido.

4.2.8.2 Estresor: Manchas/Rayas en Impresión

Nivel de productividad: Una de las acciones que propicia el surgimiento de machas/rayas en el proceso de impresión es la velocidad de la maquina impresora, por tal motivo, uno de los indicadores manejados que permite controlar que las acciones tomadas no vayan en detrimento de los niveles de eficiencia, es el nivel de productividad. El indicador manejado por la empresa para el control del nivel de productividad es presentado en la tabla 7.

Tabla 7 Nivel de productividad

AREA	OBJETIVO	INDICADOR	PELIGRO	PRECAUCION	META	UND	FRECUENCIA	FORMULA
Producción	Mejorar continuamente los procesos.	Nivel de productividad	145	155	165	Mts/min	MENSUAL	$\frac{\text{Metros lineales impresos}}{\text{Tiempo de producción neto (minutos)}}$

Fuente: Elaboración propia con base en la información entregada por *Papers S.A.*

En *Papers S.A.*, el nivel de productividad es medido de acuerdo a la velocidad de las maquinas del proceso de impresión. Para esto, son considerados la totalidad de metros impresos durante un periodo de tiempo y el tiempo neto empleado para la impresión de los mismos. Al respecto, la empresa cuenta con una meta de productividad de 165 metros por minuto.

A continuación se muestran los datos históricos del indicador:

Tabla 8 Resultados Nivel de productividad antes

Nivel de productividad	Trimestre II - 2015	Ene 2016	Feb 2016	Mar 2016	Trimestre I - 2016
Metros lineales impresos	10,053,305	1,794,881	2,805,894	3,153,260	7,754,035
Tiempo de producción neto	62,928	13,035	17,734	19,471	50,240
Productividad (mts/ min)	159.76	137.7	158.22	161.94	154

Fuente: Elaboración propia con base en la información entregada por *Papers S.A.*

Tal como puede evidenciarse en la tabla 8, tanto los resultados del segundo trimestre de 2015, como los reportados a comienzos de 2016 muestran que la velocidad del proceso ha estado por debajo de lo esperado por las directivas, esto puede deberse en gran parte al gran número de bobinas que deben ser reprocesadas por este tipo de defectos (ver anexo 2).

Porcentaje de rebobinado: Otra de las variables de especial preocupación para las directivas de la empresa *Papers S.A.* es el reproceso que implica la aparición de estos defectos durante el proceso, ya que cada producto que sale con éste tipo de defectos, debe pasar por otro proceso posterior en donde se retira el defecto y se reincorpora el producto nuevamente a la producción. El indicador manejado por la empresa para el control de estos tiempos es presentado en la tabla 9.

Tabla 9 Porcentaje de Rebobinado

AREA	OBJETIVO	INDICADOR	PELIGRO	PRECAUCION	META	UND	FRECUENCIA	FORMULA
Producción	Mejorar continuamente los procesos.	% Rebobinado	0.4	0.3	0.2	%	MENSUAL	$\frac{\text{Bobinas reprocesadas por Manchas/Rayas en impresión}}{\text{Total bobinas producidas}}$

Fuente: Elaboración propia con base en la información entregada por *Papers S.A.*

Pese a que el porcentaje de rebobinado en la empresa es significativamente bajo, la empresa tiene como meta rebobinar menos del 0.2% de las bobinas producidas, por defectos asociados con las manchas /rayas en impresión. En la tabla 10, se presentan los resultados históricos del indicador.

Tabla 10 Resultados Porcentaje de rebobinado antes

% Rebobinado	2015	Ene 2016	Feb 2016	Mar 2016	Trimestre I - 2016
Bobinas reprocesadas (manchas/ Rayas)	114	26	43	43	112
Total bobinas procesadas	43,050	10,448	15,274	16,182	41,904
% Rebobinado	0.26%	0.25%	0.28%	0.27%	0.27%

Fuente: Elaboración propia con base en la información entregada por *Papers S.A.*

Pese a que el indicador se ha mantenido entre la meta (0.2%) y el nivel de precaución (0.3%) es importante señalar que durante el primer trimestre de 2016 ha habido un aumento del 12% en el porcentaje de bobinas reprocesadas por este tipo de defectos. Esta situación, marca una tendencia negativa a considerar en el desarrollo de este trabajo.

Luego de analizar los distintos indicadores de gestión asociados con los estresores seleccionados en el paso 4, es posible observar que ninguno de los indicadores explicados anteriormente está cumpliendo la meta manejada internamente por la compañía. Esta situación, podría estar contribuyendo a incrementar los niveles de estrés de los empleados, en el afán de cumplir con los objetivos trazados por la empresa.

4.2.9 PASO 6: SOCIALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE ESTRESORES

Con el fin de socializar y analizar las principales causas que originan las situaciones de estrés detectadas en los pasos anteriores, se decidió conformar al interior de la compañía *Papers S.A.* un círculo de calidad que integrara tanto el personal administrativo como operativo del área de producción. Este círculo de calidad, denominado por la empresa como “Condiciones de Operación en Impresión – COI” y conformado en su mayoría por personal del área productiva (ver tabla 11),

serían los encargados de analizar desde múltiples perspectivas, las condiciones relacionadas con el proceso que pudieran contrarrestar el estrés ocasionado por la generación de manchas/rayas en impresión y por los cambios de producción.

Tabla 11 Integrantes equipo COI

Equipo COI
1 Asistente de la Dirección de operaciones
1 Jefe de producción
2 Asistentes de producción
1 Practicante de producción
1 Supervisor de producción
3 Operarios de Impresión
3 operarios de Corte
1 Operario de Perforación

Fuente: Elaboración propia.

Las reuniones de COI (ver anexo 6) se llevaron a cabo de forma quincenal, bajo una metodología de lluvia de ideas en la que sobresalieron los siguientes roles:

- **Asistente de la Dirección de operaciones:** Encargado de moderar las distintas sesiones, su tarea fue preparar los temas a desarrollar en las reuniones, encausar las discusiones y recoger las principales apreciaciones de los participantes.
- **Asistente de producción 1:** Fue el encargado de soportar al asistente de la dirección de operaciones en la preparación de las reuniones además de gestionar la logística necesaria para el correcto desarrollo de las mismas.
- **Asistente de producción 2:** El canal de comunicación entre el personal operativo y al área administrativa. Su tarea fue recoger en el día a día las principales ideas de mejora del personal de producción así como documentar los distintos procedimientos y actividades críticas del proceso.
- **Practicante de producción:** Fue el encargado de documentar los temas desarrollados en las distintas reuniones. Además de esto, se encargó de hacer seguimiento a las distintas tareas y responsabilidades que se generaban en el desarrollo de las sesiones.

Los demás integrantes del equipo, fueron los encargados de participar de manera activa en las reuniones y analizar los diferentes aspectos de sus puestos de trabajo que permitieran alcanzar los diferentes objetivos.

4.2.9.1 Análisis causa-efecto

El primero de los estresores abordados por COI, fue la realización de un análisis causa efecto sobre el estresor denominado: cambios de producción, esas actividades necesarias entre producción y producción que ayudan a tener la maquina en condiciones adecuadas para la elaboración de una nueva referencia.

La figura 23 presenta el esquema de los distintos planteamientos que se manifestaron en el círculo de calidad con el objetivo de determinar las diferentes razones por las cuales se consideraba que los cambios de producción no eran eficientes y cómodos para el personal del proceso. El diagrama causa-efecto fue elaborado durante una de las sesiones de los Círculos de Calidad en la cual, los integrantes manifestaron sus opiniones las cuales fueron clasificadas por el moderador de la reunión en las distintas categorías:

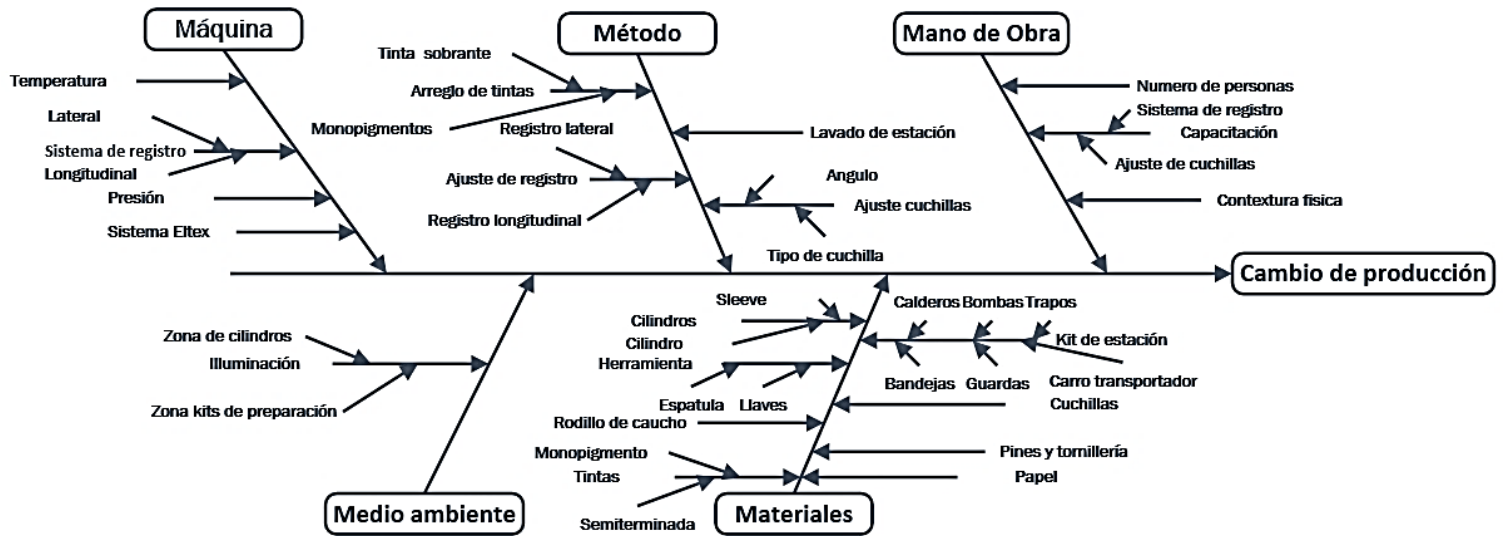
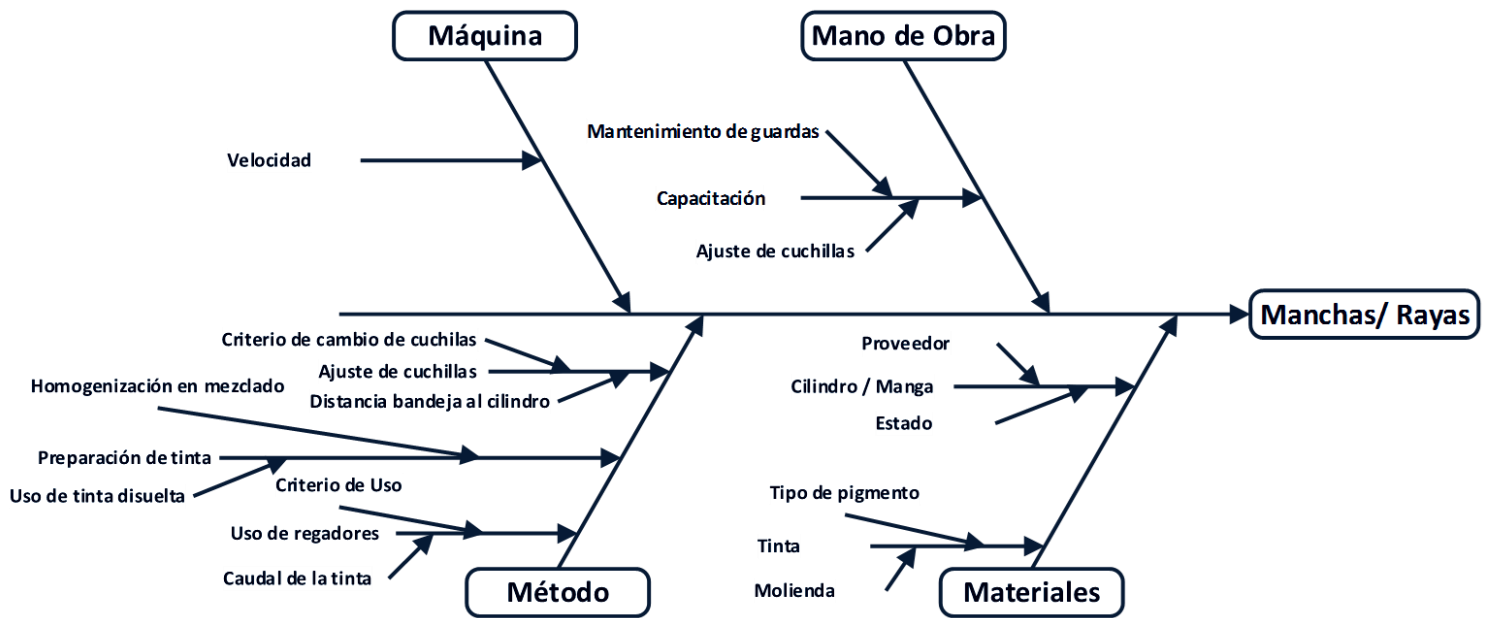


Figura 23 Diagrama Causa-efecto cambios de producción

Fuente: Elaboración propia

Al respecto se pudo evidenciar que son múltiples las causas por las que los cambios de producción pueden ser una tarea demorada y bastante tediosa para los responsables del proceso. No obstante, los resultados indican que la mayor parte de las causas reportadas corresponden al método y/o materiales empleadas para éste propósito.

Una vez analizados y depurados los distintos aspectos relevantes en los cambios de producción, se analizó por medio de COI las distintas variables que influyen en la generación manchas/rayas en el proceso de impresión las cuales generan altos niveles de estrés en los operadores del proceso. Al igual que en los cambios de producción, el diagrama causa-efecto (ver figura 24) fue elaborado durante las sesiones de reunión en los Círculos de Calidad, en la cual los responsables del proceso, en conjunto con supervisores y líderes del departamento de producción, manifestaron sus opiniones, las cuales fueron clasificadas por el moderador de la reunión en las distintas categorías:



Fuente: Elaboración propia

Figura 24 Diagrama Causa-Efecto, Manchas/Rayas en Impresión

Al respecto, se determinó en consenso con el círculo de calidad, que las principales causas del problema estaban en los materiales y métodos empleados por los operarios en el montaje de las distintas estaciones. Una vez considerado lo anterior, se procedió a listar en compañía de los responsables del proceso y los supervisores del área de producción, las variables y las causas asociadas a estas variables que podrían tener incidencia en la generación de este tipo de defectos. Los resultados de éste ejercicio se presentan en la tabla 12:

Tabla 12 Causas de Manchas/Rayas en impresión

N°	Variable	Causa	N°	Variable	Causa
1	Cilindro	Tecnología de cilindro	9	Máquina	Velocidad de la maquina
2	Cilindro	Proveedor del cilindro	10	Máquina	Tipo de regador
3	Cuchilla	Tipo de cuchilla	11	Máquina	Altura de la bandeja
4	Cuchilla	Angulo de la cuchilla	12	Máquina	Bomba
5	Cuchilla	Altura porta cuchillas	13	Máquina	Distancia del regador al cilindro
6	Cuchilla	Recorrido de la cuchilla	14	Tinta	Caudal de la tinta
7	Cuchilla	Presión de la cuchilla	15	Tinta	Proveedor de tinta
8	Guardas	Tipo de Guardas	16	Tinta	Tipo de pigmento

Fuente: Elaboración propia

4.2.9.2 Selección de condiciones de operación

Una vez realizados los análisis, el siguiente paso fue seleccionar para ambos estresores cuáles de las causas reportadas en los análisis causa-efecto obedecían a aspectos relacionados con condiciones de operación que pudieran ser intervenidos de manera objetiva.

Al respecto, se determinó en conjunto con el círculo de calidad, que la mayor parte de las causas asociadas al estresor: Cambios de producción, estaban asociadas a los materiales y el método empleado en la realización de los mismos. A continuación se presentan los aspectos más relevantes encontrados en el análisis:

- Materiales:
 - Piezas deterioradas en estaciones de trabajo: Los tornillos de las estaciones de la máquina, en donde se posicionan los cilindros de impresión se encontraron deteriorados. Esto crea condiciones inseguras de trabajo aumentando el riesgo de que se desplome el cilindro y lesione al operario.²⁰
 - Desgaste de ayudas mecánicas: Las herramientas mecánicas (carritos) empleadas para el movimiento de los cilindros de impresión se encontraron en mal estado. Los sujetadores de los carritos a la estación de la maquina no fijan adecuadamente, lo que genera que los cilindros no se desplacen libremente desde los carritos a las estaciones y sea necesario que el operario levante levemente el cilindro en ciertos tramos del recorrido.
 - Tipo de herramienta: La llave empleada en la fijación del piñón a la maquina no accede libremente, lo que hace difícil aplicar la fuerza necesaria.
 - Disponibilidad de herramientas: Hay pocas existencias de algunos de los implementos necesarios para la realización de los cambios de producción tales como grasa, llave hexágona de 8 mm, llave hexágona de 10 mm y espátulas.
 - Tornillería: No se cuenta con suficientes existencias de tornillería necesaria en el proceso productivo, tales como pines, tornillo 10 mm, tornillo 8mm, arandelas, etc.
- Método:
 - Ubicación de trapos: Los trapos de limpieza, necesarios en el cambio de referencia, se encuentran ubicados en un solo lugar de la planta (entre las estaciones 1 y 2 de la maquina Alpha II). Esto aumenta los desplazamientos al momento de realizar la limpieza de las distintas estaciones de la máquina.
 - Procedimiento para la realización del cambio: Las actividades de realización del cambio de producción no siguen un orden determinado y están supeditadas al criterio del operario de turno.
 - Capacitación del personal: Algunas de las personas que participan en la realización de los cambios manifiestan que no se encuentran debidamente capacitadas para estas actividades, por lo que regularmente deber soportarse en los compañeros de turno.
 - Limpieza de estaciones: La limpieza de los distintos elementos de las estaciones utilizadas, se realiza de rodillas usando cepillo y químicos (acetato de etilo) en la estación

²⁰ Es importante anotar, que los cilindros tienen un peso aproximado de 150 kg.

de la máquina. Esta posición, aumenta el riesgo en los operarios de padecer enfermedades musculares o lumbalgias

Con relación al estresor: Manchas/rayas en impresión, la gran cantidad de variables que fueron reportadas en el análisis causa-efecto (ver tabla 12), fue necesario evaluar en el círculo de calidad (COI) cuáles de éstas variables podrían ser consideradas como condiciones de operación, es decir, tenían una condición deseable y fija en el proceso o no era posible controlarlas durante la producción, y cuales podrían considerarse como factores del proceso, es decir, tenían varios niveles o estados de los cuales se desconocía el efecto que tenían sobre el problema. El proceso de depuración se realizó en compañía de los responsables del proceso, los supervisores y jefes del área de producción, en una reunión en la que discutió la clasificación de cada una de las causas reportadas en el análisis causa-efecto, de acuerdo al criterio del personal experto en el proceso y a la información consultada en la literatura donde abordan problemas similares como Kumpulainen, *et al* (2009), Uesaka, (2004) y Hristopulos & Uesaka (2009). El resultado de este proceso de depuración es presentado en las tablas 13 y 14.

Tabla 13 Condiciones de Operación

N°	Variable	Causa	N°	Variable	Causa
1	Cilindro	Tecnología de cilindro	7	Maquina	Altura de la bandeja
2	Cilindro	Proveedor del cilindro	8	Maquina	Bomba
3	Cuchilla	Altura porta cuchillas	9	Maquina	Distancia del regador al cilindro
4	Cuchilla	Recorrido de la cuchilla	10	Tinta	Proveedor de tinta
5	Cuchilla	Presión de la cuchilla	11	Tinta	Tipo de pigmento
6	Maquina	Velocidad de la maquina			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 Factores del proceso

N°	Causa
1	Tipo de cuchilla
2	Caudal de la tinta
3	Angulo de la cuchilla
4	Tipo de regador
5	Tipo de Guardas

Fuente: Elaboración propia

4.2.10 PASO 7: IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN Y DEFINICIÓN DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS

4.2.10.1 Mejoras sobre estresor cambios de producción

Luego de analizar los aspectos relacionados con el método y los materiales que interfieren en los cambios de producción, se decidió implementar acciones de mejora ante los hallazgos encontrados y posteriormente, medir el efecto que tienen dichas mejoras sobre el tiempo de cambio, como variable detonante de estrés en los operadores del proceso.

Una vez considerado lo anterior, se determinó que la herramienta de análisis más apropiada para medir dicho impacto, son las pruebas de hipótesis, las cuales nos permiten conocer que tanto varían los tiempos de cambio una vez implementadas las acciones de mejora.

4.2.10.2 Implementación de la solución

Una vez establecidas las causas-raíz resultantes del análisis causa-efecto desarrollado en el paso 6, se procedió a implementar las oportunidades de mejora detectadas, con el fin de medir si éstas presentan algún efecto significativo sobre el tiempo de cambio promedio. En este sentido se exponen a continuación, la situación actual de los tiempos de cambio, las mejoras implementadas y la prueba de hipótesis a utilizar para medir la variación en el tiempo de cambio.

4.2.10.3 Análisis de la situación actual

Con el objetivo de establecer un punto de comparación, se presentan en la tabla 15, los tiempos de cambio de referencia (en horas) de treinta pedidos, previos a la implementación de las acciones de mejora. Dichos pedidos fueron seleccionados de manera aleatoria de un total de 586 órdenes de producción que fueron procesadas durante el año 2015.

Tabla 15 Muestra de tiempos de cambio T1

Trabajo	Tiempo (h)	Trabajo	Tiempo (h)	Trabajo	Tiempo (h)
1	3,25	11	1,43	21	1,38
2	2,13	12	1,45	22	0,93
3	2,35	13	0,93	23	2,28
4	3,82	14	1,87	24	1,45
5	3,92	15	4,02	25	3,28
6	1,22	16	1,33	26	3,87
7	2,4	17	1,08	27	5,47
8	2,32	18	0,63	28	0,7
9	2,88	19	1,3	29	3,43
10	2,57	20	1,38	30	2,15

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 15, se obtiene que el tiempo promedio de cambio de referencia \bar{t}_1 , antes de la implementación de las mejoras es $\bar{t}_1 = 2,24$ horas, con una desviación estándar $s_1 = 1,2$.

4.2.10.4 Mejoras implementadas

Tal como pudo apreciarse durante el paso 6 (ver numeral 4.2.9), cada hallazgo representa una oportunidad que contribuye a mejorar condiciones ambientales del puesto de trabajo y a mejorar la eficiencia en las actividades del cambio de referencia.

Una vez considerado esto, las siguientes mejoras fueron aplicadas al proceso de impresión, con el objetivo de minimizar los tiempos de cambio y de esta manera reducir el estrés en el personal:

- Acciones de mejora asociadas a los materiales: Las siguientes fueron las acciones que se ejecutaron, como solución a lo encontrado en el análisis causa-efecto desarrollado en el paso 6, en relación con el nodo de materiales.
 - Adecuación de carrito: tal como se explicó en el numeral 4.2.9.2, las herramientas mecánicas (carritos) empleadas para el movimiento de los cilindros de impresión se encontraban en mal estado. Al respecto, los carritos fueron modificados para asegurar una mejor fijación a la máquina (ver figura 25). Esta adecuación le permite a los operarios realizar un menor esfuerzo al momento de movilizar los cilindros de impresión los cuales pesan entre 100 y 250 Kilogramos.

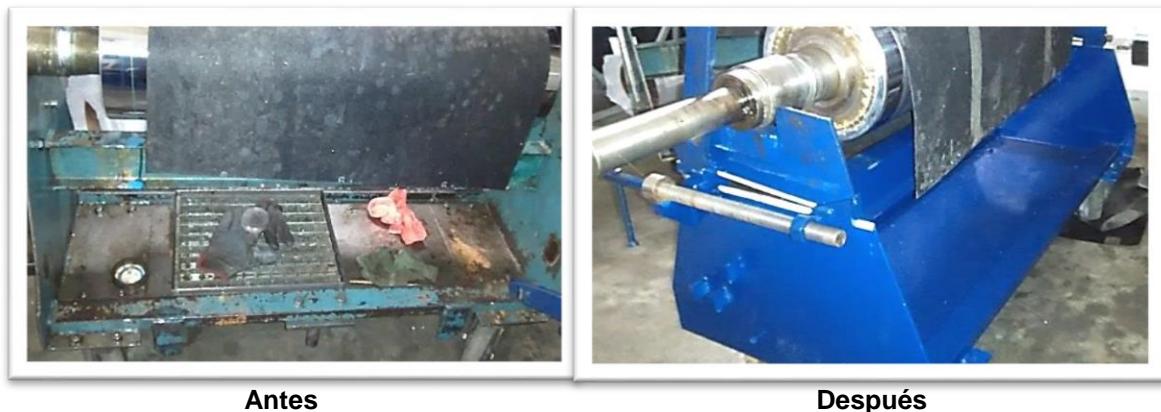


Figura 25 Carrito

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, fueron instalados dispositivos de seguridad en los carritos para reducir el riesgo de desplome de los cilindros al momento de fijarlos a la máquina.

- Cambio de soportes en estaciones de la maquina: Los soportes de las estaciones de la máquina de impresión, en donde ingresan los cilindros, fueron reemplazados y acondicionados para asegurar una mejor fijación a los carritos (ver figura 26). De esta manera, se reduce el esfuerzo necesario por parte de los empleados para el

desplazamiento de los cilindros desde el carrito hasta la máquina, y se disminuye el riesgo de que desplome y ponga en riesgo tanto la salud del trabajador, como la vida útil del cilindro.



Figura 26 Soportes para fijación de cilindros de impresión

Fuete: Elaboración propia

- Implementación de rache: tal como se explicó en el numeral 4.2.9.2, la llave empleada en la fijación del piñón a la maquina no accedía libremente, lo que hacía difícil aplicar la fuerza necesaria. En este sentido, la herramienta empleada para la manipulación del piñón en las estaciones de la maquina fue reemplazada por herramientas tipo “rache”, las cuales agilizan el proceso y reducen el esfuerzo necesario por parte de los empleados (ver figura 27).



Antes

Después

Figura 27 Implementación de rache

Fuente: Elaboración propia

- Adquisición de herramientas: tal como se encontró en el numeral 4.2.9.2, habían pocas existencias de algunos de los implementos necesarios para la realización de los cambios de producción tales como grasa, llave hexágona de 8 mm, llave hexágona de 10 mm y espátulas Dichas herramientas fueron reemplazadas y suplidas en los diferentes puestos de trabajo, asegurando total disponibilidad al momento de realizar el cambio (ver figura 28).



Figura 28 Adquisición de herramientas

Fuente: Elaboración propia

- Acciones de mejora asociadas al método: Las siguientes fueron las acciones que se ejecutaron, como solución a lo encontrado en el análisis causa-efecto desarrollado en el paso 6, en relación con el nodo de método.
 - Acondicionamiento de estaciones de la maquina: Tal como se especificó en el numeral 4.2.9, los trapos de limpieza, y otros elementos necesarios en el cambio de referencia, se encontraban ubicados en un solo lugar de la planta (entre las estaciones 1 y 2 de la maquina Alpha II), aumentando así los desplazamientos al momento de realizar actividades de limpieza. Al respecto, se decidió ubicar en cada una de las estaciones de la máquina, los distintos elementos requeridos en el cambio de producción. Esta actividad, ayuda a reducir los desplazamientos en búsqueda de herramientas, trapos de limpieza, etc. (ver figura 29)

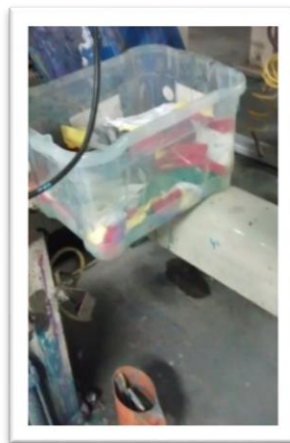


Figura 29 Acondicionamiento de estaciones

Fuente: Elaboración propia

- Solución de limpieza: Tal como se detalló en el numeral 4.2.9.2, la limpieza de los distintos elementos de las estaciones utilizadas, se realizaba en una posición incómoda y los empleados estaban expuestos a químicos peligrosos que podían afectar su salud. Al respecto, se instaló un tanque para la realización de la limpieza de los distintos elementos en una posición más ergonómica y se reemplazaron las espátulas de cartón empleadas para la realización de la limpieza por un material de caucho que ayuda a limpiar de forma más rápida y eficaz. Esto ayuda a que las personas pasen menos tiempo en posiciones incómodas, que les pueden ocasionar lesiones lumbares y a que el proceso de limpieza se realice en menos tiempo (ver figura 30).

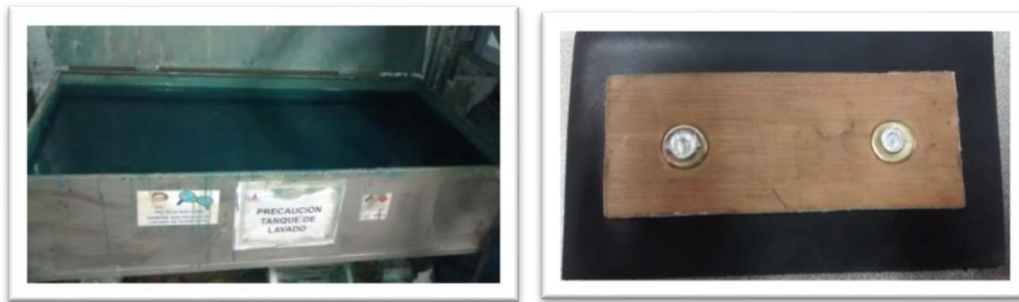


Figura 30 Solución de limpieza

Fuente: Elaboración propia

- Capacitación del personal: Dado que las actividades de cambio de producción no seguían un orden determinado y estaban supeditadas al criterio del operario de turno, se capacitó a todos los empleados del proceso de impresión en las distintas actividades que componen el cambio de referencia. En este proceso, fue realizado en conjunto con los supervisores y jefes de producción (ver figura 31), quienes en consenso, definieron roles y responsabilidades por puesto de trabajo que ayudan a estandarizar ésta actividad, y aumentan la eficiencia con la que ésta es realizada.



Figura 31 Capacitación

Fuente: Elaboración propia

Una vez implementadas las mejoras relacionadas con el estresor: cambios de producción, es posible evidenciar que gran parte del estrés reportado por los responsables del proceso en el paso 3 (ver numeral 4.2.6) se encontraban asociado a la falta de estandarización de las actividades que desarrollan los empleados y al desgaste de algunos implementos de producción que aumentaban el esfuerzo físico necesario para desempeñarse correctamente en el proceso.

4.2.10.5 Evaluación de la mejora

Una vez implementadas las mejoras del proceso, se procedió a realizar la evaluación respectiva de dichas mejoras sobre el tiempo de cambios de producción, empleando como herramienta de análisis la prueba de hipótesis. A continuación, se presentan las hipótesis, el análisis de resultados, la prueba de normalidad de varianzas y la validación de normalidad de datos de la información recolectada antes y después de las mejoras al proceso.

- Planteamiento de hipótesis

Sea t_1 el tiempo de cambio antes de las mejoras implementadas y t_2 el tiempo de cambio posterior a las mismas, $t_{11}, t_{12} \dots t_{1n}$ representaría la observación n del tiempo de cambio antes de las mejoras y $t_{21}, t_{22} \dots t_{2n}$ representaría la observación n del tiempo de cambio después de las mejoras. El modelo que describiría esta situación sería:

$$t_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij} \left\{ \begin{array}{l} i = 1,2 \\ j = 1,2, \dots, n_i \end{array} \right\}$$

Donde t_{ij} es la j -ésima observación del factor i , μ_i es el promedio de respuesta del i -ésimo factor y ε_{ij} es una variable aleatoria normal asociada con la ij -ésima observación.

Para el presente modelo se asume que ε_{ij} sigue una distribución normal $(0, \sigma_i^2)$, $i = 1,2$.

Hipótesis

H_0 : El tiempo promedio de cambio de referencia es igual antes y después de las mejoras implementadas.

H_1 : El tiempo promedio de cambio de referencia es menor después de las mejoras implementadas.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

Donde, μ_1 = Tiempo promedio empleado en cambios de producción antes de la implementación de las mejoras y μ_2 = Tiempo promedio empleado en cambios de producción después de la implementación de las mejoras

- Análisis de resultados

Una vez ejecutadas las mejoras sobre el proceso de impresión, se presentan en la tabla 16, los tiempos de cambio de referencia de treinta pedidos posteriores a la implementación de las acciones de mejora. Cabe aclarar, que la selección de éstos pedidos podría ser más apropiada si se realiza de forma aleatoria, pues puede incurrirse en un sesgo de selección. No obstante, si se considera la ciclicidad de la producción y el corto lapso de tiempo disponible para obtener las mediciones, podemos asumir los pedidos seleccionados como representativos.

Tabla 16 Tiempos de cambio T2

Trabajo	Tiempo (h)	Trabajo	Tiempo (h)	Trabajo	Tiempo (h)
1	1,54	11	2,19	21	0,98
2	2,20	12	2,03	22	1,76
3	1,96	13	1,63	23	1,69
4	1,65	14	2,03	24	1,96
5	1,86	15	2,30	25	2,31
6	1,78	16	1,63	26	1,92
7	1,67	17	2,11	27	2,17
8	1,84	18	1,87	28	0,86
9	1,76	19	1,85	29	1,96
10	1,89	20	1,92	30	1,86

Fuente: Elaboración propia

Tal como puede observarse en la figura 32, el tiempo promedio de cambio de referencia \bar{t}_2 después de las implementaciones de las mejoras es $\bar{t}_2 = 1,84$ horas, con una desviación estándar $s_2 = 0,32$

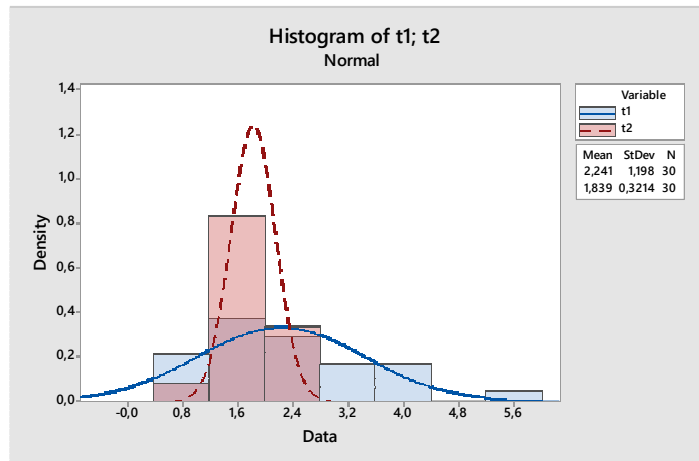


Figura 32 Comparación de histograma de datos

Fuente: Elaboración propia con la ayuda de Minitab16 ®

Tal como se muestra en la figura 32, se puede evidenciar una reducción en el promedio y la variabilidad de los tiempos de montaje. No obstante, para determinar si esta reducción es estadísticamente significativa se presenta a continuación, la prueba de hipótesis correspondiente. En primera instancia se presenta el test de igualdad de varianzas para determinar el estadístico con el que se debe trabajar.

- Prueba de igualdad de varianzas

Dado que no se conocen las varianzas poblacionales, se presenta a continuación la prueba de hipótesis para determinar el nivel de igualdad entre dichas varianzas.

Nivel de significancia de la prueba $1 - \alpha = 95\%$

Planteamiento de hipótesis

$$H_0: \sigma_{t_1}^2 = \sigma_{t_2}^2$$

$$H_1: \sigma_{t_1}^2 \neq \sigma_{t_2}^2$$

Donde, $\sigma_{t_1}^2$ es la varianza poblacional de los tiempos de cambio antes de implementar las mejoras y $\sigma_{t_2}^2$ es la varianza poblacional de los tiempos de cambio de producción después de la implementación de las mejoras

$$F_0 = \frac{s_1^2}{s_2^2}, v_1 = n_1 - 1, v_2 = n_2 - 1$$

$$F_0 = \frac{1,43}{0,10} = 13,88$$

$$F_{0,025,29,29} = 2,10$$

Se rechaza H_0 , si $F_0 \geq F_{\frac{\alpha}{2}, v_1, v_2}$ ó si $F_0 \leq F_{1-\frac{\alpha}{2}, v_1, v_2}$. Dado que $13,88 > 2,10$, se puede concluir, con un nivel de significancia de 0,05% que hay evidencia suficiente para rechazar H_0 , por lo que podemos asumir $\sigma_{t_1}^2 \neq \sigma_{t_2}^2$

Una vez considerado lo anterior se presenta a continuación la prueba de comparación de medias para determinar si las mejoras implementadas tuvieron un efecto significativo sobre el tiempo promedio empleado en los cambios de producción en la empresa *Papers S.A.*

- Prueba de comparación de medias

Nivel de significancia de la prueba $\alpha = 0,05\%$

Planteamiento de hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

Donde, μ_1 = Tiempo promedio empleado en cambios de producción antes de la implementación de las mejoras y μ_2 = Tiempo promedio empleado en cambios de producción después de la implementación de las mejoras. Dado que se tienen dos muestras independientes, con varianzas desconocidas pero diferentes, se utiliza el siguiente estadístico de prueba:

$$t_0 = \frac{\bar{t}_1 - \bar{t}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$t_0 = \frac{2,24 - 1,84}{\sqrt{\frac{1,43}{30} + \frac{0,10}{30}}} = 1,77$$

Los grados de libertad se calcularían de la siguiente manera:

$$v = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 + 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 + 1}} - 2$$

$$v = \frac{\left(\frac{1,2^2}{30} + \frac{0,32^2}{30}\right)^2}{\frac{\left(\frac{1,2^2}{30}\right)^2}{30 + 1} + \frac{\left(\frac{0,32^2}{30}\right)^2}{30 + 1}} - 2 = 33$$

De la tabla t, para un $\alpha = 0.05$ y un $v = 33$ se obtiene que $t_{0,05,33} = 1,692$

Se rechaza H_0 si $t_0 \geq t_{\alpha,v}$; es decir, dado que $1,77 > 1,69$, se puede concluir, con un nivel de significancia de 5% que hay evidencia suficiente para rechazar H_0 , es decir, se reduce el tiempo de cambio con las mejoras realizadas. En este sentido podemos decir que el tiempo promedio empleado en cambios de producción es mayor antes que después de la implementación de las mejoras ($\bar{t}_1 > \bar{t}_2$), lo que evidencia el efecto de las mejoras implementadas.

- Prueba de normalidad de datos

Con el fin de validar que los datos trabajados en la prueba de hipótesis cumplan con el supuesto de normalidad, se presenta a continuación la prueba analítica de normalidad *Anderson Darling*, el cual fue aplicado sobre los tiempos antes de las mejoras (ver figura 33) y después de las mismas (ver figura 34).

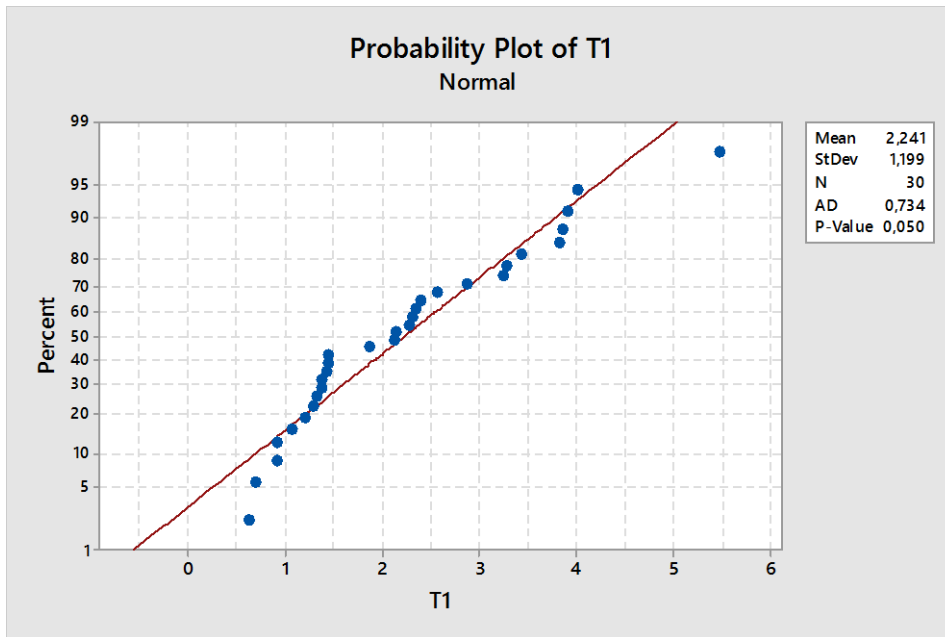


Figura 33 Normalidad T1

Fuente: Elaboración propia con la ayuda de Minitab16

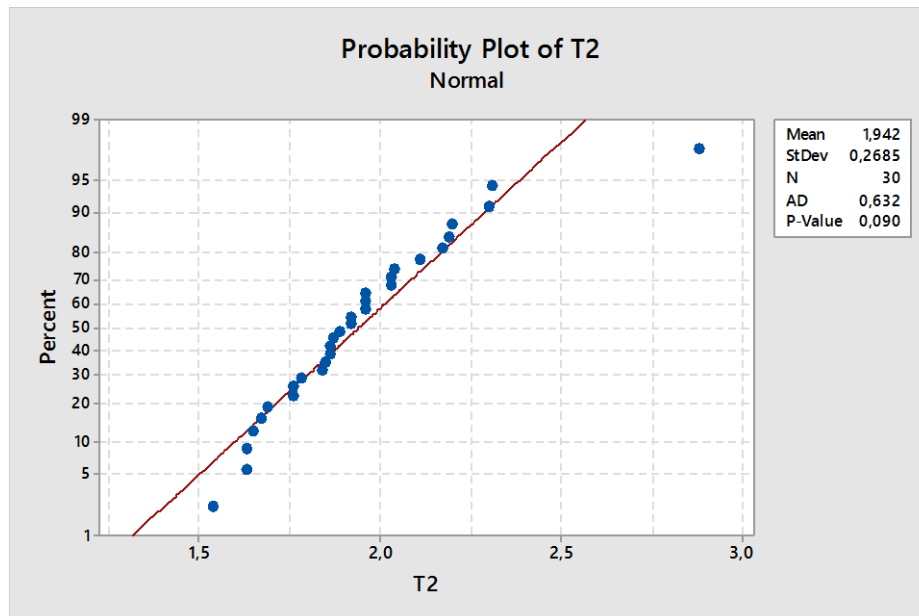


Figura 34 Normalidad T2

Fuente: Elaboración propia con la ayuda de Minitab16 ®

Una vez realizadas las pruebas respectivas para analizar la normalidad de los datos, podemos evidenciar que tanto los datos de cambios de producción (en horas) seleccionados antes de la ejecución de las acciones, como los datos recopilados de forma posterior a las mismas, cumplen con

el criterio de normalidad, ya que el valor P de ambas pruebas son superiores o iguales al valor de significancia predefinida de (0,05).

4.2.10.6 Mejoras sobre el estresor manchas/rayas en impresión

A continuación, se presentan las distintas actividades que se llevaron a cabo para abordar el estresor: Manchas/rayas en el proceso de impresión de la empresa *Papers S.A*; siguiendo las etapas propuestas por Montgomery (2001):

- Reconocimiento y planteamiento del problema

Impresión es el primer proceso misional de *Papers S.A.*, del cual dependen los demás procesos misionales de la empresa y es allí donde se genera el mayor valor agregado que ofrece la compañía. Durante años la empresa ha ofrecido a sus clientes un producto de óptima calidad con un buen nivel de eficiencia y tiempos de respuesta competitivos. No obstante, durante los últimos años la complejidad en los diseños recibidos por parte de sus clientes ha aumentado considerablemente, y cada vez es más frecuente que se generen manchas/rayas de tinta que afectan la calidad del producto y generan reprocesos en áreas posteriores los cuales afectan los niveles de eficiencia de toda la compañía. Esto, sumado a la alta exigencia en términos de calidad y tiempos por parte de sus clientes ha generado una fuerte preocupación por parte de las directivas y ha ocasionado altos grados de estrés en los operadores del proceso llevándolos al punto de renunciar.

Los operarios del proceso han reportado desconocer los motivos por los cuales surgen este tipo de defectos y es sabido, que desde el punto de vista técnico y de materiales no existe ninguna limitante que propicie la aparición de defectos en la impresión, ya que en compañías hermanas que usan máquinas del mismo tipo, en ambientes similares y usando materias primas provenientes del mismo proveedor no se presentan este tipo de defectos.

Por tal motivo, se requiere la implementación de un plan experimental que permita determinar cuáles son las condiciones dónde se minimiza el defecto de manchas/rayas, de tal manera que los operarios puedan reducir sus niveles de estrés y la empresa perciba un impacto favorable en sus niveles de eficiencia.

- Selección de factores y niveles

Una vez listadas las distintas variables que pueden influir en la generación de éste tipo de defectos (ver tabla 12) se decidió, en compañía del personal experto en el proceso, y referencias bibliográficas como Kumpulainen *et al.* (2009), Deng *et al.* (2007) y Hristopulos & Uesaka (2009), seleccionar las variables que estén bajo control y autoridad del operario, ya que el interés radica en disminuir la ambigüedad en el rol (ver tabla 14). En éste sentido se discutió con los responsables del proceso, con los supervisores y con los jefes de área las distintas variables que tenían incidencia sobre la generación de manchas/rayas en el proceso de impresión, confrontando las opiniones de los expertos, con la información encontrada en la literatura citada anteriormente, para así lograr establecer un consenso que permitiera definir las condiciones que debían considerarse como factores del experimento.

Una vez, definió los factores, se procedió a establecer los niveles para cada factor para lo cual se procedió a registrar para cada uno de los operarios del proceso, la forma y proporción utilizada al momento de utilizar cada uno de éstos elementos. Una vez considerado lo anterior, se logró

establecer la condición máxima y mínima que usan los operarios del proceso al momento de usar los factores seleccionados, tal como se puede observar en la tabla 17.

Tabla 17 Factores y niveles Manchas/rayas

Símbolo	Factor	Nivel Alto (+1)	Nivel Bajo (-1)
A	Tipo de cuchilla	Gruesa	Delgada
B	Caudal de la tinta (l / min)	Máximo	Mínimo
C	Ángulo de cuchilla	Máximo	Mínimo
D	Tipo de regador	Blanco	Amarillo
E	Tipo de Guarda	Modificada	Tradicional

Fuente: Elaboración propia

Para una mayor claridad del lector, se presenta a continuación una breve explicación de cada uno de los factores seleccionados.

Tipo de cuchilla: La cuchilla, es el elemento de la impresión encargada de retirar los excesos de tinta que se trasmite hacia el papel. Por tal motivo, las manchas/rayas generados en el proceso de impresión puede deberse a un mal funcionamiento o a el desgaste prematuro de la cuchilla.

Caudal de la tinta: La cantidad de tinta que recibe la estación de impresión puede tener un impacto directo en la generación de manchas/rayas en impresión, ya que al existir mayor cantidad de tinta en la estación, mayor será la turbulencia generada por la rotación del cilindro de impresión y por consiguiente, mayor será el riesgo de que se generen manchas en el proceso.

Ángulo de la cuchilla: Una variable que puede provocar un desgaste prematuro de la cuchilla es el ángulo con la que ésta se posición contra el cilindro de impresión. Posicionar con más o menos ángulo la cuchilla contra el cilindro de impresión, puede ejercer una mayor o menor presión contra el cilindro y por consiguiente aumentar o reducir la posibilidad de que se generen manchas/rayas hacia el papel.

Tipo de regador: El regador, es el instrumento encargado de distribuir la tinta en la estación de impresión a lo largo del cilindro. Dado que es este elemento, el encargado de proveer la tinta de manera uniforme en la estación de impresión, puede tener una relación directa con el defecto ya que una mala dispersión de la tinta hacia el cilindro, aumenta la probabilidad de que surja este tipo de defectos.

Tipo de Guarda: Las guardas son el elemento dentro de la impresión, encargadas de evitar que la turbulencia de tinta ocasionada en los extremos por la rotación del cilindro en la bandeja, genere manchas y rayas en el sustrato. En este sentido, un mal funcionamiento de este elemento en la impresión se ve reflejado directamente en la aparición de manchas y rayas en el papel.

- Selección de variable respuesta

Para la selección de la variable respuesta se optó por emplear los metros lineales impresos antes de que aparezca el primer defecto (mancha/raya). Esto debido a que durante el proceso de impresión, varios de los elementos considerados como factores dentro del experimento, tales como las cuchillas o las guardas, sufren desgaste natural debido al funcionamiento de la máquina. En este sentido, lo que interesa con éste experimento es maximizar el número de metros impresos en los cuales no se genera ningún defecto, de modo que la probabilidad de que surjan los defectos en producción se deba solo al desgaste natural de los elementos y de este modo las piezas puedan ser reemplazadas de manera preventiva para que no se materialice el defecto.

- Selección del diseño experimental

Considerando el número de factores seleccionados en la tabla 17 y los recursos disponibles para la realización del presente trabajo, se ha considerado apropiado para el abordaje del estresor: Manchas/rayas en impresión, utilizar un diseño factorial 2^{k-1}_V , es decir un diseño 2^k fraccionado a un medio que no confunda efectos principales con interacciones dobles, como herramienta de análisis que nos permita medir el efecto que tiene cada uno de éstos sobre el problema. Este tipo de diseños, “son muy útiles en las primeras etapas del trabajo experimental cuando se investigan muchos factores pero, probablemente no todos ellos influyen realmente sobre la variable respuesta” (Montgomery, 2001). Dado que se van a analizar 5 factores a dos niveles con la mitad de las pruebas, y no se quiere confundir los efectos principales y las interacciones dobles, sin réplicas, se selecciona el diseño:

$$2^{5-1}_V$$

- Modelo

Sea α_i el efecto que tiene el factor α sobre la variable respuesta en el nivel i , β_j el efecto que tiene el factor β sobre la variable respuesta en el nivel j , γ_k el efecto que tiene el factor γ sobre la variable respuesta en el nivel k , δ_l el efecto que tiene el factor δ sobre la variable respuesta en el nivel l y φ_m el efecto que tiene el factor φ sobre la variable respuesta en el nivel m . Y sea $\alpha\beta_{ij}$ el efecto que la interacción de los factores $\alpha\beta$ tiene sobre la variable respuesta en los niveles ij respectivamente, $\alpha\gamma_{ik}$ el efecto que la interacción de los factores $\alpha\gamma$ tiene sobre la variable respuesta en los niveles ik ... $\delta\varphi_{lm}$ el efecto que la interacción de los factores $\delta\varphi$ tiene sobre la variable respuesta en los niveles lm .

El modelo que representa el efecto que tienen los distintos factores y sus interacciones dobles sobre la variable respuesta está dado por:

$$y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + \varphi_m + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \alpha\delta_{il} + \alpha\varphi_{im} + \beta\gamma_{jk} + \beta\delta_{jl} + \beta\varphi_{jm} + \gamma\delta_{kl} + \gamma\varphi_{km} + \delta\varphi_{lm} + \varepsilon_{ijklm} ; ijklm = 1,2$$

Donde y_{ijklm} es la $ijklm$ -ésima observación de los factores $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varphi$; μ es el promedio de respuesta común a todos los datos del experimento y ε_{ijklm} es una variable aleatoria normal asociada con la $ijklm$ -ésima observación.

Este modelo asume que ε_{ijklm} sigue una distribución normal $(0, \sigma_i^2)$, $ijklm=1,2$.

- Planteamiento de hipótesis

Dado que el interés que se tiene es sobre los efectos principales y las interacciones dobles, las hipótesis planteadas en el presente experimento se presentan en las tablas 18 y 19:

Tabla 18 Experimento Manchas/Rayas - Hipótesis basadas en los factores principales

Hipótesis basadas en los factores principales	
$H_0: \mu_\alpha = 0$ El efecto del factor α sobre la variable respuesta no es significativo.	$H_1: \mu_\alpha \neq 0$ El efecto del factor α sobre la variable respuesta es significativo.
$H_0: \mu_\beta = 0$ El efecto del factor β sobre la variable respuesta no es significativo.	$H_1: \mu_\beta \neq 0$ El efecto del factor β sobre la variable respuesta es significativo.
$H_0: \mu_\gamma = 0$ El efecto del factor γ sobre la variable respuesta no es significativo.	$H_1: \mu_\gamma \neq 0$ El efecto del factor γ sobre la variable respuesta es significativo.
$H_0: \mu_\delta = 0$ El efecto del factor δ sobre la variable respuesta no es significativo.	$H_1: \mu_\delta \neq 0$ El efecto del factor δ sobre la variable respuesta es significativo.
$H_0: \mu_\varphi = 0$ El efecto del factor φ sobre la variable respuesta no es significativo.	$H_1: \mu_\varphi \neq 0$ El efecto del factor φ sobre la variable respuesta no es significativo.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 Experimento Manchas/Rayas - Hipótesis basadas en las interacciones dobles

Hipótesis basadas en las Interacciones dobles	
$H_0: \mu_{\alpha\beta} = 0$ El efecto de la interacción $\alpha\beta$ sobre la variable respuesta no es significativo.	$H_1: \mu_{\alpha\beta} \neq 0$ El efecto de la interacción $\alpha\beta$ sobre la variable respuesta es significativo.
$H_0: \mu_{\alpha\gamma} = 0$ El efecto de la interacción $\alpha\gamma$ sobre la variable respuesta no es significativo.	$H_1: \mu_{\alpha\gamma} \neq 0$ El efecto de la interacción $\alpha\gamma$ sobre la variable respuesta es significativo.
$H_0: \mu_{\alpha\delta} = 0$ El efecto de la interacción $\alpha\delta$ sobre la variable respuesta no es significativo.	$H_1: \mu_{\alpha\delta} \neq 0$ El efecto de la interacción $\alpha\delta$ sobre la variable respuesta es significativo.
$H_0: \mu_{\alpha\varphi} = 0$ El efecto de la interacción $\alpha\varphi$ sobre la variable respuesta no es significativo.	$H_1: \mu_{\alpha\varphi} \neq 0$ El efecto de la interacción $\alpha\varphi$ sobre la variable respuesta es significativo.

$H_0: \mu_{\beta\gamma} = 0$ El efecto de la interacción $\beta\gamma$ sobre la variable respuesta no es significativo.	$H_1: \mu_{\beta\gamma} \neq 0$ El efecto de la interacción $\beta\gamma$ sobre la variable respuesta es significativo
$H_0: \mu_{\beta\delta} = 0$ El efecto de la interacción $\beta\delta$ sobre la variable respuesta no es significativo.	$H_1: \mu_{\beta\delta} \neq 0$ El efecto de la interacción $\beta\delta$ sobre la variable respuesta es significativo.
$H_0: \mu_{\beta\varphi} = 0$ El efecto de la interacción $\beta\varphi$ sobre la variable respuesta no es significativo.	$H_1: \mu_{\beta\varphi} \neq 0$ El efecto de la interacción $\beta\varphi$ sobre la variable respuesta es significativo.
$H_0: \mu_{\gamma\delta} = 0$ El efecto de la interacción $\gamma\delta$ sobre la variable respuesta no es significativo.	$H_1: \mu_{\gamma\delta} \neq 0$ El efecto de la interacción $\gamma\delta$ sobre la variable respuesta es significativo.
$H_0: \mu_{\gamma\varphi} = 0$ El efecto de la interacción $\gamma\varphi$ sobre la variable respuesta no es significativo.	$H_1: \mu_{\gamma\varphi} \neq 0$ El efecto de la interacción $\delta\varphi$ sobre la variable respuesta es significativo
$H_0: \mu_{\delta\varphi} = 0$ El efecto de la interacción $\delta\varphi$ sobre la variable respuesta no es significativo	$H_1: \mu_{\delta\varphi} \neq 0$ El efecto de la interacción $\delta\varphi$ sobre la variable respuesta es significativo.

Fuente: Elaboración propia

- Ejecución del diseño

Una vez definidos los factores, niveles y la variable respuesta, se procedió a estructurar el plan experimental que sería empleado en la ejecución de las diferentes corridas experimentales. Para hacerlo, se aleatorizó el orden de los experimentos (usando la herramienta Minitab®) y se elaboró una hoja de registro donde se consignaron posteriormente los resultados de las pruebas (el cual es presentado en la tabla 20). Después de esto, se divulgó el protocolo de experimentación que debía seguirse en cada una de las corridas experimentales, el cual es presentado a continuación:

Tabla 20 Hoja de registro corridas experimentales

TOMA DE DATOS PRUEBA EXPERIMENTAL: MANCHAS / RAYAS PROCESO DE IMPRESIÓN MAQUINA ALPHA II - Papers S.A.

N°	Fecha	Hora	Código de Operario	Pedido	Estación				N° Cilindro	¿Se usó tinta sobrante?		Código de Mezcla	N° Rollos	Tipo de cuchilla	Caudal	Ángulo de la cuchilla	Tipo de regador	Tipo de guarda	Metros antes de primer defecto
					1	2	3	4		Si	No								
1														Delgada	Mínimo	Máximo	Blanco	Modificada	
2														Gruesa	Mínimo	Mínimo	Blanco	Modificada	
3														Delgada	Mínimo	Máximo	Amarillo	Tradicional	
4														Gruesa	Mínimo	Máximo	Amarillo	Modificada	
5														Delgada	Máximo	Máximo	Blanco	Tradicional	
6														Delgada	Máximo	Mínimo	Blanco	Modificada	
7														Gruesa	Máximo	Mínimo	Amarillo	Modificada	
8														Delgada	Mínimo	Mínimo	Blanco	Tradicional	
9														Gruesa	Máximo	Máximo	Amarillo	Tradicional	
10														Delgada	Máximo	Máximo	Amarillo	Modificada	
11														Delgada	Máximo	Mínimo	Amarillo	Tradicional	
12														Gruesa	Máximo	Mínimo	Blanco	Tradicional	
13														Gruesa	Máximo	Máximo	Blanco	Modificada	
14														Gruesa	Mínimo	Máximo	Blanco	Tradicional	
15														Delgada	Mínimo	Mínimo	Amarillo	Modificada	
16														Gruesa	Mínimo	Mínimo	Amarillo	Tradicional	

- Protocolo de experimentación

El siguiente protocolo de experimentación contiene los objetivos que persiguen mediante la ejecución del mismo, los recursos que se requieren, los factores y niveles (ver tabla 17) que se evaluarán y el procedimiento para la ejecución de una corrida experimental.

➤ **Objetivos del experimento:**

- Disminuir el estrés en los operarios de impresión por medio del control del proceso y de este modo impactar favorablemente los niveles de rotación de personal.
- Estandarizar las distintas condiciones del proceso de impresión que pueden tener incidencia en la generación de defectos como manchas/rayas.
- Determinar las condiciones del proceso de impresión en la máquina Alpha II, que maximizan el tiempo sin que se generen manchas/rayas.

➤ **Recursos:** A continuación se presentan el talento humano, materiales e insumos necesarios para realizar una corrida experimental:

- 6 Operarios de impresión
- 1 estación de la máquina Holweg Bora (Alpha II)
- 1 Cilindro o manga de impresión
- 1 Mandril
- 1 Rodillo de caucho
- 2 Guardas de teflón
- 1 Cuchilla
- 1 Portacuchillas
- 1 Regador
- 1 Tapa de regador
- 1 Bomba neumática
- 1 Bandeja
- 1 Caldero
- 1 Manguera
- 2 Rollos Papel
- 213 Kilos de tinta²¹
- 1 Planilla de registro
- 2 Lapiceros
- 2 Tablas de apoyo
- 1 pie de rey

➤ **Procedimiento para una corrida experimental**

Una corrida experimental requiere el montaje de una estación de la máquina impresora Holweg Bora (denominada por la empresa como Alpha II). Para realizarlo, se debe limpiar y ubicar en la máquina: la bandeja, el caldero, el regador y la bomba neumática; e instalar en forma seguida las mangueras desde la bomba neumática hasta el regador. De forma paralela se realiza en la zona de trabajo el montaje de la cuchilla en el portacuchillas, siempre teniendo en cuenta dejar una pestaña de 5 mm aproximadamente respecto del portacuchillas. Del mismo modo, se procede a ensamblar la manga y el mandril en la zona de cilindros. Una vez realizadas estas actividades, se fija el portacuchillas, el rodillo de caucho y el cilindro/manga a la máquina. Por último, se deposita la tinta en los calderos,

²¹ Se asume una aplicación húmeda de 8 g/m²

se enciende la bomba y se nivela el regador, teniendo en cuenta que la tinta se disperse de manera uniforme sobre el cilindro y conservando una distancia de 3 cm entre el cilindro y el regador. Este mismo proceso se repite para el montaje de las demás estaciones. Una vez realizado los montajes de las distintas estaciones, se enhebra el papel a la máquina y se da comienzo al proceso de impresión. Es importante mencionar, que el procedimiento antes descrito corresponde a las actividades habituales de trabajo de la máquina.

La prueba experimental requiere un máximo de 29,000 metros lineales impresos, que equivalen a 2 rollos completos. Para cada corrida experimental se deberá comenzar con un rollo nuevo y se detendrá la máquina al finalizar el segundo rollo o en el momento que surja el primer defecto de impresión (manchas/ rayas). Antes de iniciar cada corrida experimental se deberá lavar el regador, las guardas y demás elementos que intervienen en cada una de las corridas. La estación a utilizar será la estación 3.

Para cada una de las corridas experimentales, el operario deberá diligenciar la siguiente información en la hoja de registro (ver tabla 20).

- Condiciones de Operación:
- Fecha
- Hora
- Código de Operario
- Pedido
- Estación (1,2,3 o 4)
- N° Cilindro
- ¿Se usó tinta sobrante? (Si, no)
- Código de Mezcla
- N° Rollos

➤ Variable respuesta

Para el cálculo del valor de la variable respuesta se contabilizan los metros antes de primer defecto de la siguiente forma: El operario de impresión deberá monitorear la calidad de la impresión y marcar físicamente en el rollo el momento en el que detecte un defecto por manchas/rayas. Posteriormente, el operario de corte deberá registrar en el sistema interno de la compañía (TANNGO Tipping) el metraje en donde comienza el defecto.

- Ejecución de las corridas experimentales

La ejecución de los distintos experimentos contó con la participación activa de los 6 operarios responsables del proceso, quienes durante 48 horas realizaron las distintas corridas experimentales aleatorias en compañía de los supervisores de turno. Adicionalmente, las 16 corridas experimentales que se realizaron estuvieron monitoreadas de principio a fin, por los integrantes del círculo de calidad, quienes ayudaron a que las pruebas se desarrollaran en total tranquilidad y se levantara la información de la forma requerida (ver Anexo 7).

- Análisis de resultados

Una vez finalizadas las pruebas y consignados los resultados (ver anexo 7), se procedió a analizarlos, con el fin de determinar la significancia estadística de los hallazgos. A continuación, se presenta el análisis inicial de los datos (por medio de análisis de Pareto), por no tener réplicas y con la ayuda de Minitab 16 ®; el análisis de varianza ANOVA definitivo (luego de enviar al error los factores e interacciones no significativas como resultado del análisis inicial), el análisis gráfico y la validación de los supuestos del modelo.

- Planteamiento de las hipótesis

Dado que el presente trabajo busca encontrar los factores y/o las interacciones dobles que presentan un efecto estadísticamente distinto de cero sobre la variable respuesta, las hipótesis trabajadas en el modelo se presentan en la tabla 18 y tabla 19.

- Análisis Inicial

Dado que no se realizaron replicas en el trabajo no fue posible realizar ANOVA en la primera aproximación, por lo que se analizó por medio de la gráfica de Pareto (ver figura 35).

A partir de los datos presentados en el anexo 7 se obtiene la gráfica de Pareto donde se decidió enviar al error las interacciones consideradas como no significativas las cuales fueron: AE- AD – CE – BD – DE – BC – AB – CD

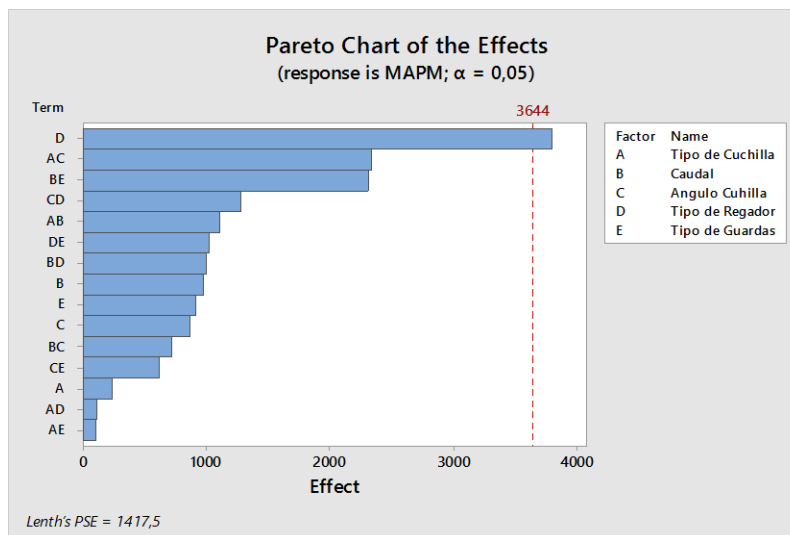


Figura 35 Pareto inicial

Fuente: Elaboración propia con la ayuda de Minitab 16 ®

- Análisis Final

Luego de enviar las interacciones no significativas al error, se volvió a ejecutar el análisis del diseño factorial fraccionado en el Minitab ® obteniendo los resultados que se muestran en la figura 36 y tabla 21.

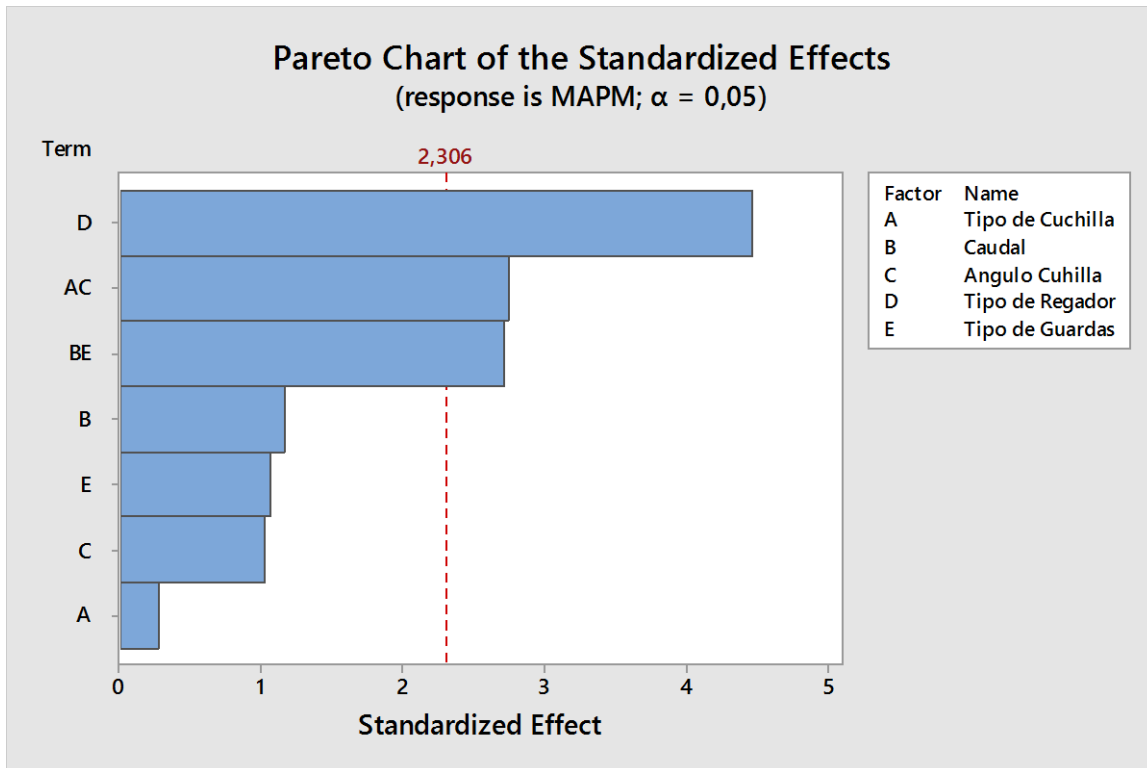


Figura 36 Pareto final

Fuente: Elaboración propia con la ayuda de Minitab 16 ®

La gráfica de Pareto final (ver figura 36) muestra que el factor “tipo de regador” y las interacciones “tipo de cuchilla- Ángulo de Cuchilla” y “Caudal tipo de guarda” afectan el comportamiento de la variable respuesta. Como análisis preliminar podemos decir que dependiendo el tipo de cuchilla que se vaya a emplear el operador del proceso debería cambiar el ángulo de la misma para no propiciar defectos en la impresión. Del mismo modo, dependiendo el tipo de guarda que se este empleado en el proceso se debe trabajar con mayor o menor caudal.

Para ratificar éste análisis preliminar, se presenta a continuación la tabla del ANOVA final (ver tabla 21) y el resumen del modelo del trabajo desarrollado (ver tabla 22).

Tabla 21 Experimento Manchas/ Rayas- ANOVA

Fuente	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor P
Modelo	7	111520134	15931448	5,09	0,014
Lineal	5	68307228	13661446	4,71	0,027
Tipo de Cuchilla	1	214601	214601	0,07	0,793
Caudal	1	3854351	3854351	1,33	0,282
Angulo de cuchilla	1	2998958	2998958	1,03	0,339
Tipo de regador	1	57938738	57938738	19,96	0,002
Tipo de Guardas	1	3300581	3300581	1,14	0,317
Interacciones dobles	2	43212906	21606453	7,44	0,015
Tipo de cuchilla * Angulo de cuchilla	1	21745901	21745901	7,49	0,026
Caudal * Tipo de guardas	1	21467006	21467006	7,40	0,026
Error	8	23217969	2902246		
Total	15	134738103			

Fuente: Elaboración propia según datos obtenidos con la ayuda de Minitab 16 ®

Tabla 22 Experimento Manchas/ Rayas- Resumen del modelo

S	R ²	R ² Ajustado	R ² Predecible
1703,6	82,77%	67,69%	31,07%

Fuente: Elaboración propia según datos obtenidos con la ayuda de Minitab 16 ®

Los datos presentados en tabla 21 (Análisis de varianza ANOVA) del experimento, reafirman lo expuesto en el análisis descriptivo en cuanto a la relevancia del factor principal “Tipo de regador” y las interacciones dobles: Tipo de cuchilla – Ángulo de cuchilla y Caudal- tipo de guardas; puesto que todas ellas presentaron un valor P muy inferior al nivel de significancia (0,05).

Por otro lado, analizando el R² del modelo planteado, se obtiene que el 82,77% de la variación en el experimento es explicada por el modelo.

- Análisis Descriptivo

Para mejor comprensión del lector, se presenta a continuación el análisis gráfico de los efectos principales y de interacciones dobles. La figura 37 presenta de manera gráfica de medias de los efectos principales sobre la variable respuesta:

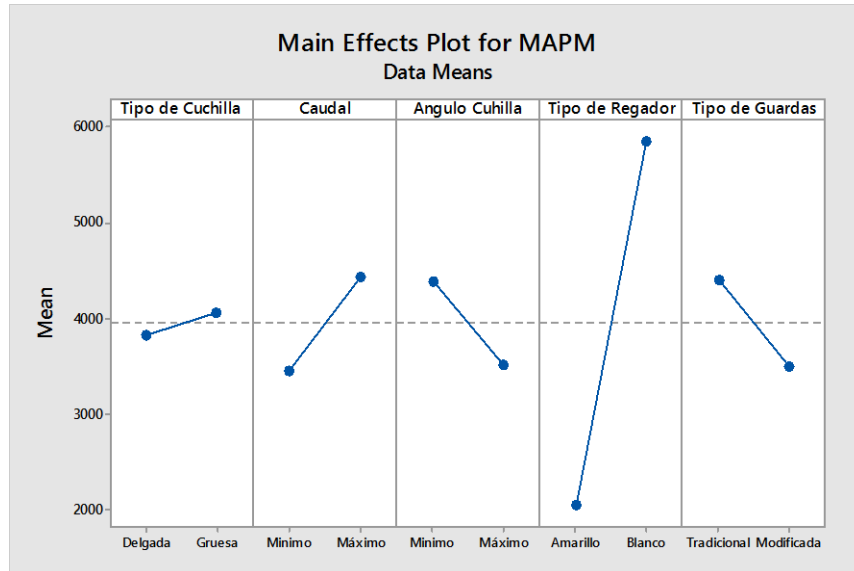


Figura 37 Experimento Manchas/ Rayas-Gráfica de efectos principales

Fuente: Minitab16

En la figura 37 se muestra que el factor que más influencia tiene sobre la variable respuesta es el “Tipo de regador”, mostrando de esta manera que el nivel “Blanco” presenta mejores resultados al momento de maximizar los metros sin que aparezcan defectos. Con relación a los factores Caudal, Ángulo de cuchilla, tipo de cuchilla y Tipo de guarda, no presentan efectos significativos sobre la variable respuesta.

La figura 38 presenta las gráficas de las interacciones para establecer cuál de ellas presenta mayor efecto sobre la variable respuesta.

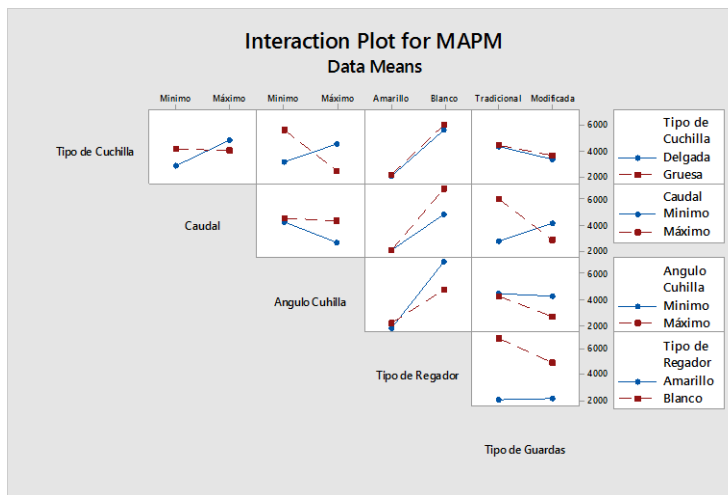


Figura 38 Experimento Manchas/ Rayas-Gráfica de interacciones

Fuente: Minitab 16

Al analizar la figura 38, podemos observar que las interacciones Tipo de cuchilla – Ángulo de cuchilla, Caudal- Tipo de guarda, presentan influencia sobre la variable respuesta. Esto indica que el efecto

de los factores tipo de cuchilla y ángulo de cuchilla presentan mejores resultados cuando el tipo de cuchilla es delgado y se posiciona a un ángulo máximo sobre el cilindro o bien, cuando el tipo de cuchilla es grueso y se posiciona a un ángulo mínimo sobre el cilindro. Con respecto al caudal y tipo de guardas, los mejores resultados se obtienen cuando el caudal es mínimo y el tipo de guarda es modificada o bien, cuando el caudal de la tinta es máximo y se está utilizando las guardas tradicionales.

Con respecto a las demás interacciones, éstas no presentan influencia sobre la variable respuesta.

Tratamiento ganador

A partir del análisis de los efectos principales de las interacciones podemos definir el siguiente tratamiento ganador el cual es presentado en la tabla 23.

Tabla 23 Experimento Manchas/ Rayas- Tratamiento ganador

FACTOR	NIVEL
Tipo de Cuchilla	Gruesa
Caudal	Máximo
Ángulo de Cuchilla	Mínimo
Tipo de regador	Blanco
Tipo de guardas	Tradicional

Fuente: Elaboración propia

Determinar los niveles que minimizan la generación de manchas/rayas en impresión, le permite al proceso aumentar sus niveles de eficiencia, puesto que trabajar bajo condiciones claras de operación, facilita un aumento en la velocidad de la máquina y evita que el proceso se detenga para la corrección de los defectos. De igual modo, esta situación permite un aumento en los niveles de calidad, permitiendo a la empresa puede aumentar su nivel de competitividad en el mercado.

Con respecto a la rotación de personal, este ejercicio le aporta control y conocimiento al trabajador sobre su proceso, reduciendo de esta forma las condiciones de estrés provenientes de la ambigüedad de rol.

- Validación de supuestos

Para validar que los resultados obtenidos cumplen con los supuestos de normalidad, homocedasticidad e independencia, se presentan a continuación las pruebas gráficas y analíticas realizadas con la ayuda del *software* estadístico Minitab16®, sobre los residuos correspondientes al ANOVA final.

A continuación, se presenta la gráfica agrupada de los residuales en la figura 39.

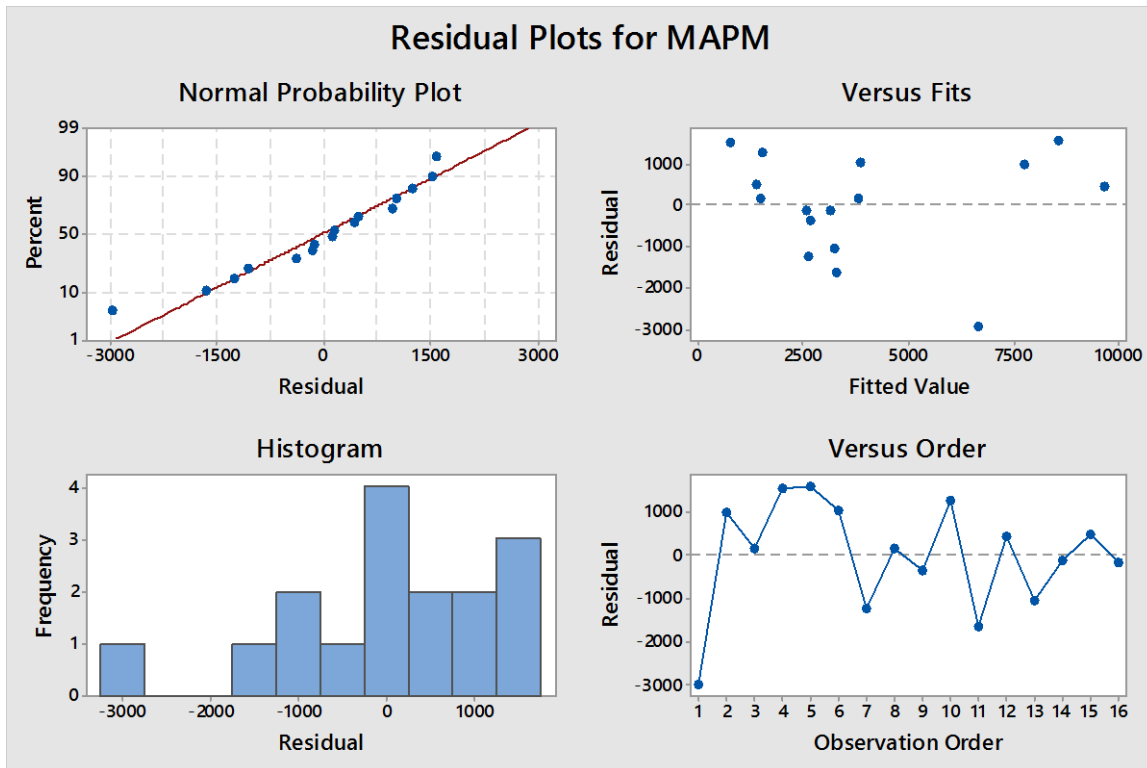


Figura 39 Experimento Manchas/ Rayas-Gráficas de residuos

Fuente: Elaboración propia con la ayuda de Minitab 16 ®

Tal como se muestra en la figura 39, la gráfica de probabilidad normal y el histograma mostrados dan evidencia que los errores cumplen con el supuesto de normalidad. Es posible observar la forma de campana en el histograma correspondiente a una distribución normal, al igual que los puntos en el gráfico de probabilidad normal se encuentran alineados con respecto a la línea recta.

En el gráfico de residuos vs el orden de observación, se muestra aleatoriedad de los puntos impresos alrededor de la recta horizontal sobre el valor 0 del eje de las ordenadas, sin ningún tipo de patrón aparente. Este fenómeno indica que los errores no están correlacionados, garantizando así el cumplimiento del supuesto de independencia.

Finalmente, en el gráfico de residuos vs su valor ajustado se puede evidenciar que el planteamiento experimental cumple con el principio de aleatoriedad en las corridas ya que no es posible identificar ningún tipo de patrón.

Para una mejor comprensión de los supuestos, se presentan a continuación las pruebas analíticas para cada uno de ellos y los residuales arrojados por el modelo (ver anexo 12).

- Prueba de normalidad

Para realizar la prueba analítica de normalidad de residuos se utiliza el test *de Anderson Darling*. Los resultados obtenidos con el software Minitab 16 ® se presentan en la figura 40.

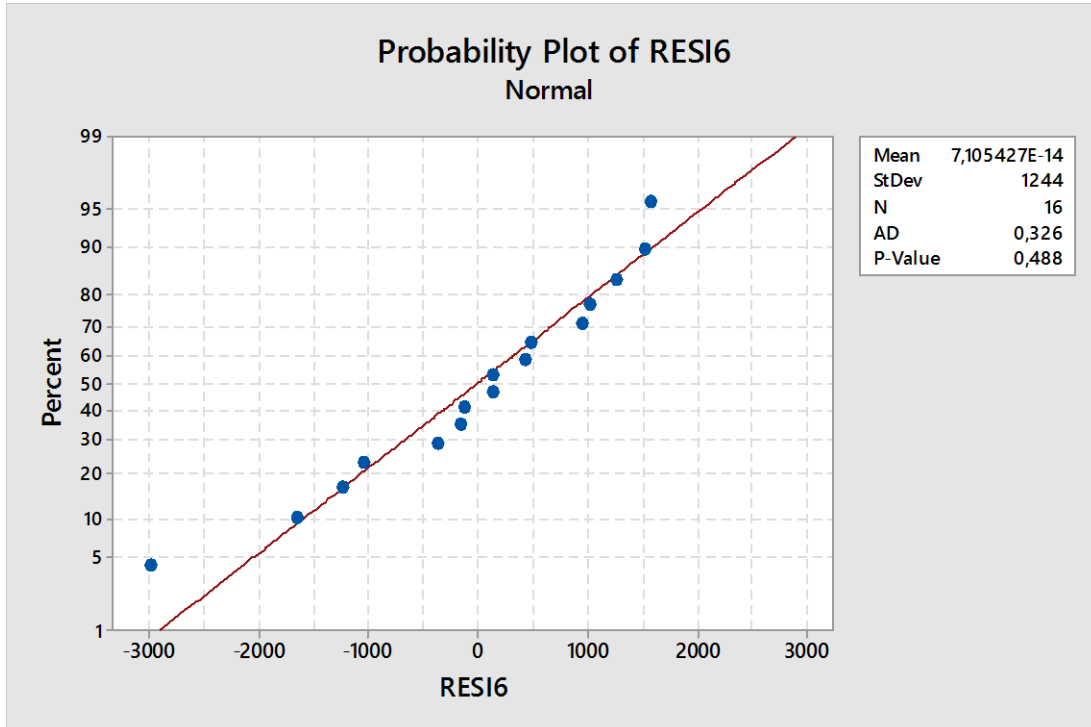


Figura 40 Test de normalidad Manchas/rayas en impresión

Fuente: Elaboración propia con la ayuda de Minitab 16 ®

Tal como puede observarse en la figura 40, podemos concluir que los residuos del modelo se distribuyen normalmente, ya que el valor P arrojado (0.488) es superior al valor de significancia $\alpha = 0.05$.

- Prueba de Homocedasticidad

Para probar la homocedasticidad del modelo se presenta a continuación el grafico de *box plot* de los factores considerados en el modelo y el test de Barlett. Por motivos de limitantes de computación se realiza el análisis en grupos de a tres factores, de modo que en la figura 41 se presenta el test para los factores ABD y en la figura 42 el test para los factores CDE.

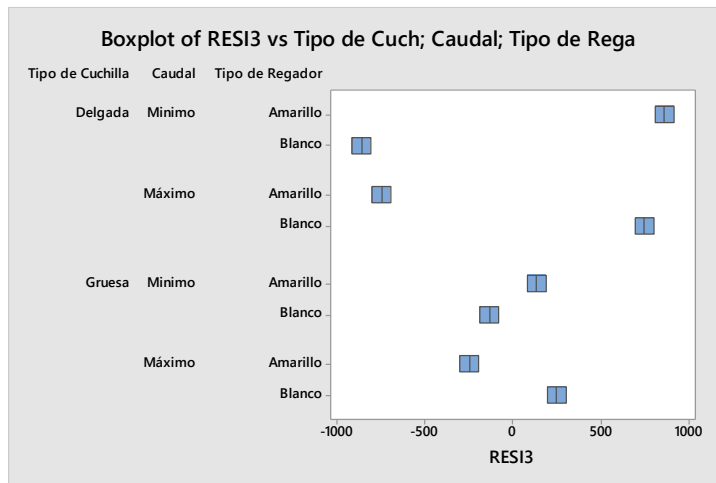


Figura 41 Test para igualdad de varianzas factores ABD

Fuente: Elaboración propia con la ayuda de Minitab 16 ®

Tabla 24 Test de Barlett factores ABD

Método	Valor P
Test de Barlett	0.305

Fuente: Elaboración propia según datos obtenidos en Minitab 16 ®

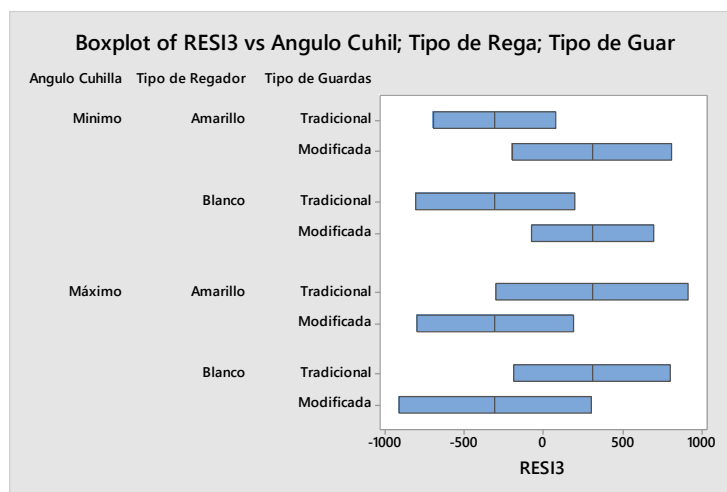


Figura 42 Test para igualdad de varianzas factores CDE

Fuente: Elaboración propia con la ayuda de Minitab 16 ®

Tabla 25 Test de Barlett factores CDE

Método	Valor P
Test de Barlett	1.000

Fuente: Elaboración propia según datos obtenidos en Minitab 16 ®

Tal como puede observarse en las figuras 41 y 42, la varianza de los factores considerados en el modelo es muy similar. De este modo, podemos asumir igualdad de varianzas para los resultados presentados posteriormente. De igual modo, el método analítico por medio del test de *Barlett* permite concluir que podemos asumir igualdad de varianzas, ya que el valor P de ambos es superior al valor $\alpha = 0.05$.

Prueba de independencia de datos

Para realizar la prueba analítica de independencia de datos se presenta a continuación el test de *Durbing Watson* (ver figura 43).

Dado que se tienen 16 datos ($n = 16$), se analiza una variable de residuos ($k = 1$). A partir de estos valores se recurre a la tabla Durbing Watson con un $\alpha = 0.05$, se obtienen los valores de límite superior, $D_U = 1.37$ y del límite inferior, $D_L = 1.10$.

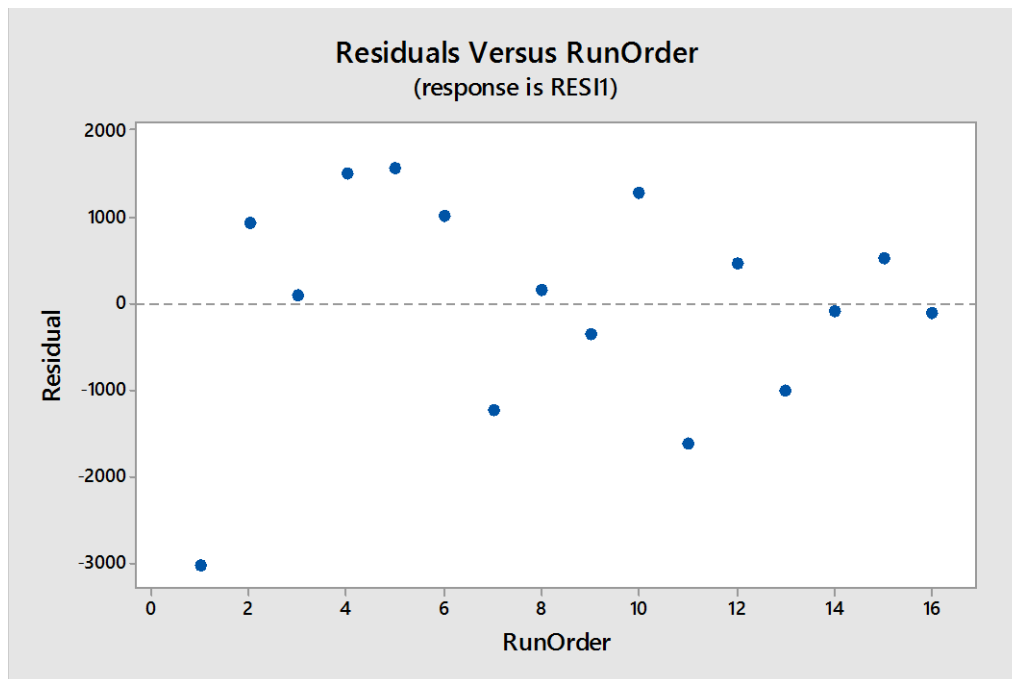


Figura 43 Residual vs Orden de corrida

Fuente: Elaboración propia con la ayuda de Minitab 16 ®

Tabla 26 Prueba Durbin-Watson

Estadística Durbin-Watson	1,23100
---------------------------	---------

Tal como puede apreciarse en la figura 43, no se percibe ningún tipo de dependencia entre los residuales del modelo y el orden en el que se ejecutaron las distintas corridas. De igual modo, la prueba analítica Durbin-Watson presentada en la tabla 26 arroja un valor de 1.2310, el cual se encuentra dentro de los límites inferior ($D_L = 1.10$) y superior ($D_U = 1.37$). Según esto, la prueba analítica no es concluyente lo cual puede deberse al número de datos analizados.

4.2.11 PASO 8: VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS RESPECTO A LA AMBIGÜEDAD DE ROL, LA ROTACIÓN DE PERSONAL Y LA EFICIENCIA GENERAL DEL PROCESO

Una vez implementados los primeros 7 pasos de la metodología, se presenta a continuación el impacto que dicha metodología tuvo sobre la ambigüedad de rol, la rotación de personal y la eficiencia general del proceso.

4.2.11.1 Impacto de los resultados sobre la ambigüedad de rol

Para medir el impacto que tuvo la aplicación de ésta metodología sobre la ambigüedad de rol, se aplicó a todos los responsables del proceso el cuestionario empleado en el numeral 4.2.6 para medir el nivel de ambigüedad de rol. En este sentido, se empleó la misma metodología empleada en el paso 4 por medio de la realización de entrevistas dirigidas a los responsables del proceso.

Luego de analizar los resultados (ver anexo 11), se obtuvo que el nivel de ambigüedad de rol de proceso, posterior a aplicación de la metodología propuesta descendió a 12.38%, mostrando una reducción significativa (83,11%) en el nivel de ambigüedad de rol versus los resultados obtenidos en la aplicación del mismo formulario antes de la aplicación de la metodología (ver anexo 9).

4.2.11.2 Impacto de los resultados sobre la rotación de personal

Una vez obtenidos y analizados los resultados para cada uno de los estresores estudiados, se procedió a calcular el índice de rotación de personal²² con el fin de medir el impacto que el trabajo desarrollado tuvo sobre este indicador. La información es presentada en la figura 44.

²² La información es calculada usando la fórmula explicada en el numeral 3.1.2 y corresponde a datos reportados por la empresa entre Enero y Julio del año 2016.

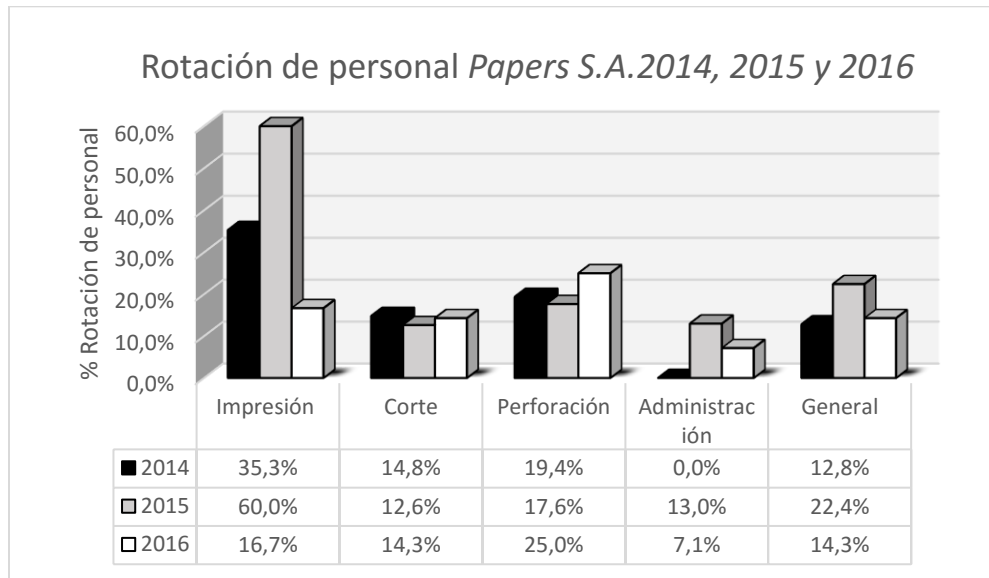


Figura 44 Índice de rotación de personal *Papers S.A.* (Enero-Julio / 2016)

Tal como puede observarse, el nivel de rotación de personal en impresión ha disminuido en 73% durante el último; pasando de 60,0% en 2015 a 16,7% en lo corrido de 2016. Con el fin de corroborar que ésta mejora estuviera relacionada con el trabajo desarrollado en esta tesis, se indagó por medio de entrevistas con los actores del proceso (ver anexo 8), acerca del impacto que estas actividades tuvieron sobre sus niveles de motivación. Las apreciaciones más relevantes se presentan a continuación:

La realización de un menor esfuerzo físico y el aumento de la eficiencia en los cambios de producción, es una variable motivacional que mejora la salud física y mental de los empleados, permitiéndoles de este modo fortalecer las relaciones interpersonales con sus compañeros, jefes y familias, y mantener mayores niveles de energía para desempeñar otras actividades en el ámbito laboral, familiar y social.

Las actividades desarrolladas en ambos estresores analizados (cambios de producción, manchas/rayas de impresión) le aportan mayor conocimiento a las personas acerca de su proceso. Esto ha permitido que los operarios tengan métodos claros de trabajo y perciban un mayor grado de profesionalización en las actividades que realizan. Estas nuevas condiciones, han fortalecido el sentido de pertenencia de los empleados hacia el proceso y ha incentivado los deseos por conocer más.

Mejorar las condiciones de los cambios de producción trajo consigo un aumento en las condiciones de seguridad del proceso y en la organización de las herramientas de trabajo. Esto ha generado que las personas tengan sitios de trabajo más cómodos y seguros, lo que les motiva a permanecer en ellos durante largos periodos de tiempo.

Determinar las condiciones que minimizan las manchas/rayas de impresión, le otorga a los empleados criterio para evaluar si el montaje de una estación se encuentra realizado de manera correcta. Esta situación, trasmite seguridad a los empleados puesto que el adecuado alistamiento de la estación de la máquina, ya no depende de las percepciones individuales del jefe directo, sino de estándares y condiciones claras de operación previamente evaluadas, en donde se pudo obtener su mejor desempeño.

4.2.11.3 Impacto de los resultados sobre la eficiencia general del proceso

Luego de analizar el impacto del trabajo desarrollado sobre los niveles motivacionales de las personas y por consiguiente, sobre la rotación de personal, es necesario analizar el impacto de los resultados alcanzados sobre la eficiencia general del proceso, de acuerdo a lo manifestado sobre la ineficiencia X, explicado en el numeral 2.2.1. Para éste propósito, se emplearon los indicadores de gestión planteados en el paso 5 para medir la eficiencia del proceso. Los resultados de los indicadores asociados a cada estresor son presentados a continuación:

- Tiempos de cambio de producción:

Luego de implementar las mejoras al proceso, se presentan en la tabla 27 los resultados del indicador de tiempos de cambio reportados por la compañía durante los tres meses posteriores a la implementación.

Tabla 27 Resultados tiempos de cambio

	Antes de las mejoras					Después de las mejoras			
	Trimestre II -2015	Ene 2016	Feb 2016	Mar 2016	Trimestre I- 2016	Abr 2016	May 2016	Jun 2016	Trimestre II-2016
Tiempo de Cambio	412	156	116	161	433	129	151	90	370
Ordenes	137	53	43	53	149	61	62	35	158
Tiempo de Cambio/ Orden	3.01	2.94	2.70	3.04	2.91	2.11	2.44	2.57	2.34

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a información entregada por personal de la empresa

$$\% \text{ Mejora trimestre II} - 2016 \text{ vs Trimestre I} - 2016 = \left(\frac{(2.34 - 2.91)}{2.91} \right) * 100 = -19.42\%$$

$$\% \text{ Mejora trimestre II} - 2016 \text{ vs trimestre II} - \text{Año 2015} = \left(\frac{(2.34 - 3.01)}{3.01} \right) * 100 = -22.26\%$$

Tal como puede observarse en la tabla 27, luego del trabajo realizado se obtuvo una mejora del 19.42% en el indicador de tiempos de cambio, con respecto al trimestre inmediatamente anterior y del 22.26% con respecto al resultado del mismo periodo en el año 2015. Para la empresa, mejorar alrededor del 20% los alistamientos de máquina no solo aumenta su productividad, sino que además le ayuda a mantener el flujo de trabajo en los procesos posteriores y reducir los tiempos muertos en

toda la empresa. Esta situación, ayuda a responder de una manera más rápida a los clientes y de este modo mejorar su competitividad frente al mercado.

- Manchas/rayas en impresión

Con respecto al estresor manchas/rayas en impresión son dos los indicadores planteados en el paso 5 para medir el impacto que tuvo el ejercicio desarrollado sobre la eficiencia general del proceso. Los resultados de cada uno de éstos se presentan a continuación:

- Nivel de productividad

Posterior a la implementación del DOE y al establecimiento de las condiciones de operación en el proceso de impresión, se presentan en la tabla 28 los resultados del indicador de nivel de productividad reportados por la compañía durante los tres meses posteriores al trabajo desarrollado.

Tabla 28 Resultados Nivel de productividad

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a información entregada por personal de la empresa

	Antes del DOE					Después del DOE			
	Trimestre II- 2015	Ene 2016	Feb 2016	Mar 2016	Trimestre I - 2016	Abr 2016	May 2016	Jun 2016	Trimestre II-2016
Metros lineales impresos	10,053,305	1,794,881	2,805,894	3,153,260	7,754,035	4,178,011	3,591,243	2,717,027	10,486,281
Tiempo de producción neto	62,928	13,035	17,734	19,471	50,240	24,664	21,038	15,918	61,620
Productividad (mts/ min)	159.76	137.70	158.22	161.94	154.34	169.40	170.70	170.69	170.18

$$\% \text{ Mejora trimestre II} - 2016 \text{ vs Trimestre I} - 2016 = \left(\frac{(170.18 - 154.34)}{154.34} \right) * 100 = \mathbf{10.26\%}$$

$$\% \text{ Mejora trimestre II} - 2016 \text{ vs trimestre II} - \text{Año 2015} = \left(\frac{(170.18 - 159.76)}{159.76} \right) * 100 = \mathbf{6.53\%}$$

Tal como puede se observa en los resultados descritos anteriormente, luego de la implementación del DOE, la empresa logró mejorar su nivel de productividad en 10% frente al trimestre inmediatamente anterior y en 6.53% con respecto a los resultados del mismo periodo en el año 2015. Esto implica, que la empresa con el mismo número de personas pueda generar mayor cantidad de *outputs* en el proceso, de modo que su generación de metros lineales podría aumentarse en 4'320,000 metros impresos más al año.

- Porcentaje de rebobinado.

Otro de los indicadores relacionados con el estresor manchas/rayas, el cual fue definido en el paso 5, es el porcentaje de bobinas rebobinadas por motivos alusivos a éste tipo de defectos. Luego de la aplicación del DOE, se presentan en la tabla 29 los resultados alcanzados en este indicador.

Tabla 29 Resultados porcentaje de rebobinado

	Antes del DOE					Después del DOE			
	Trimestre II -2015	Ene 2016	Feb 2016	Mar 2016	Trimestre I - 2016	Abr 2016	May 2016	Jun 2016	Trimestre II-2016
Bobinas reprocesadas (manchas/ Rayas)	114	26	43	43	112	38	29	21	88
Total bobinas procesadas	43,050	10,448	15,274	16,182	41,904	16,106	14,021	11,995	42,122
Porcentaje de Rebobinado	0.26%	0.25%	0.28%	0.27%	0.27%	0.24%	0.21%	0.18%	0.21%

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a información entregada por personal de la empresa

$$\text{Porcentaje de Mejora Trimestre II vs Trimestre I} = \left(\frac{(0.0021 - 0.0027)}{0.0027} \right) * 100 = -21.84\%$$

$$\begin{aligned} \text{Porcentaje de Mejora Trimestre II vs trimestre II} - 2015 &= \left(\frac{(0.0021 - 0.0026)}{0.0026} \right) * 100 \\ &= -19.23\% \end{aligned}$$

De acuerdo con los resultados presentados, posterior a la ejecución de los experimentos la empresa logró reducir en cerca de 22% el porcentaje de bobinas reprocesadas con relación al trimestre inmediatamente anterior y el 19.23% con respecto al mismo periodo en el año 2015. Considerando los altos costos que implica las actividades de rebobinado en *Papers S.A.*, debido a los reprocesos, los recursos empleados y los desperdicios de material que se generan en dichas actividades; el trabajo desarrollado le permitió a la empresa no solo reducir los desperdicios citados anteriormente sino que impacto favorablemente el nivel de competitividad de la empresa.

4.2.12 PASO 9: DISEÑO Y ANÁLISIS DE PUESTO

Luego de ejecutar los primeros 8 pasos y analizar los impactos que el trabajo realizado ha tenido sobre la ambigüedad de rol, la rotación de personal y por consiguiente, la eficiencia organizacional, el último paso propuesto por la metodología empleada pretende implementar medidas para que las condiciones de operación encontradas permanezcan aplicadas en el proceso abordado; a través del diseño del puesto de trabajo. Una vez considerados y abordados los distintos aspectos que impactan la rotación de personal, por la generación de estrés, en los operadores del proceso de impresión en la empresa *Papers S.A.*, se hace importante y además necesario describir de manera explícita las condiciones relacionadas con el puesto de trabajo, de tal modo que éstas se conviertan para el área

de gestión humana en una herramienta que permita minimizar la rotación de personal desde el mismo proceso de reclutamiento y selección de personal.

Para elaborar el diseño del puesto: Operario de impresión, se procedió según lo explicado en el numeral 4.1.9, en donde se presentan los factores extrínsecos (análisis del puesto) e intrínsecos (diseño del puesto) a considerar en el diseño y análisis de los puestos de trabajo. A continuación se detallan éstos aspectos.

Diseño del puesto: Operario de impresión

Nombre del cargo: Operario de Impresión

Posición:

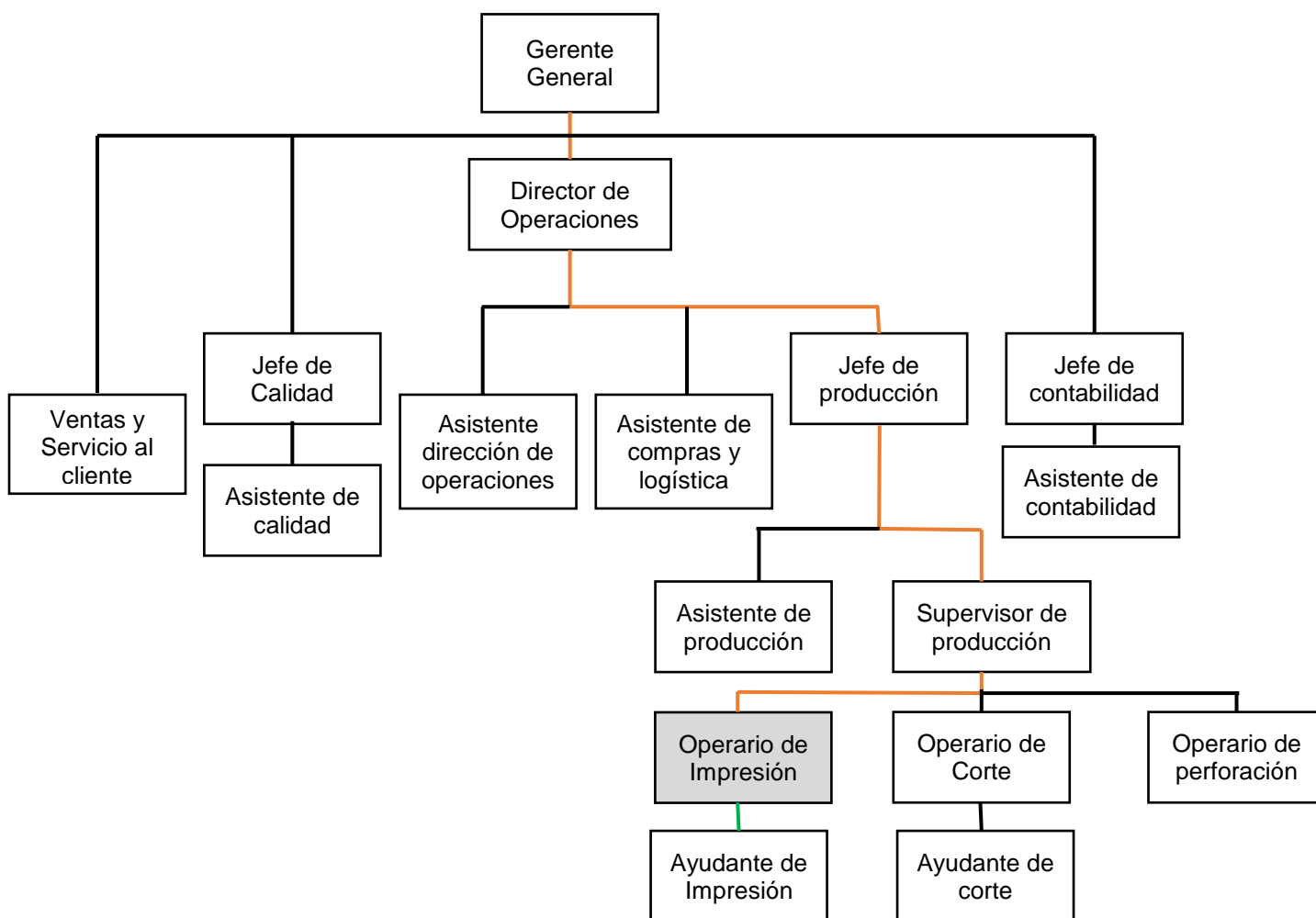


Figura 45 Organigrama Papers S.A.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a información entregada por personal de la empresa

La posición define el nivel jerárquico, el grado de subordinación y los subordinados de los puestos de trabajo. El organigrama presentado en la figura 45, muestra el nivel jerárquico del puesto: Operario de impresión, dentro de la organización *Papers S.A.* En éste, la línea más clara muestra el grado subordinación del puesto de trabajo y la línea verde hace alusión a los subordinados que tiene el mismo.

- **Contenido del cargo**

El contenido del cargo hace alusión al conjunto de actividades o funciones que la persona debe desempeñar cuando pertenece a un puesto determinado (Bachenheimer, 2012). En el caso del operario de impresión, las principales actividades que debe desarrollar en el puesto son:

- Alistar las guardas, los regadores, las cuchillas y demás elementos necesarios para el montaje de los distintos pedidos.
- Ensamblar las cuchillas necesarias para las producciones teniendo en cuenta conservar una distancia de 0.5mm de pestaña.
- Ubicar la bandeja en las estaciones a utilizar de la máquina conservando una altura de 22 cm con respecto al suelo.
- Realizar el montaje de las distintas estaciones teniendo en cuenta las condiciones óptimas del proceso el proceso (Tipo de cuchilla: Gruesa, Caudal: Máximo, Ángulo de cuchilla: Mínimo, Tipo de regador: Blanco y Tipo de guardas: Tradicional).
- Desplazar el papel hasta la máquina y montarlo en el eje desembobinador.
- Avisar al jefe de producción acerca de cualquier defecto encontrado en la materia prima.
- Ejecutar la impresión y los ajustes necesarios de acuerdo a las instrucciones de la hoja de producción.
- Consignar la información de las actividades que realiza en el ERP de la compañía.
- Sacar una muestra de los rollos impresos y hacerlo aprobar del jefe de producción o del supervisor.
- Señalar los defectos en los rollos insertando una bandera de papel en ellos.
- Lavar y dejar muy limpio los cilindros de impresión al terminar el turno.

- **Análisis del puesto: Operario de impresión**

El análisis del puesto de trabajo implica la verificación comparativa de las exigencias (requisitos) de las tareas o funciones que desempeña el ocupante de un cargo y las características físicas e intelectuales de dicho ocupante (Bachenheimer, 2012). El análisis del puesto es de suma importancia para prever el desempeño que tendrán los colaboradores en sus puestos de trabajo al momento del ingreso. En este sentido, se presenta a continuación el análisis del puesto: Operario de impresión, el cual se convierte en un elemento a considerar al momento de seleccionar un operario de impresión.

- **Requisitos Intelectuales**

La evolución de los distintos mercados, como resultado del vertiginoso desarrollo que ha tenido la tecnología durante los últimos años ha creado la necesidad en empresas como *Papers S.A.* de que las personas que componen sus procesos cumplan con unos requisitos intelectuales básicos que les permita prever un buen desempeño de éstos dentro de la organización. En el caso del puesto: Operario de impresión, dichos requisitos son:

- **Sistemas informáticos:** En el proceso de impresión, el operario debe interactuar frecuentemente con distintos sistemas de información en donde queda consignadas las distintas transacciones que tienen lugar en el proceso tales como consumos de materia prima, condiciones del proceso como viscosidad y temperatura, y tiempos de ejecución de las diferentes actividades. En este contexto, los operadores de impresión deben tener la habilidad de interactuar fácilmente sistemas informáticos, de tal manera que pueda adaptarse fácilmente a los distintos *softwares* manejados en el proceso.
- **Sistemas de medida:** La impresión es un mercado de alta precisión, en éste los clientes exigen resultados exactos en las principales variables del proceso, llegando a manejar en la mayoría de los casos, tolerancias por debajo de 0,3 mm en variables como registro y corte. Por tal motivo, las personas responsables del proceso de impresión deben tener la habilidad de calcular las dimensiones de los distintos elementos que componen la impresión, de tal manera que puedan reaccionar e implementar acciones al momento que detecten una desviación significativa versus lo requerido por el cliente. Adicionalmente, el operario de impresión debe tener la capacidad de convertir unidades ya que en sus puestos de trabajo, es frecuente recibir información que debe utilizarse en distintas escalas de medida.
- **Nivel de concentración:** En el proceso de impresión, los operadores deben pasar largos lapsos de tiempo (entre ocho y doce horas al día) monitoreando la calidad de la impresión que pasa a más de 150 metros por minuto. En este sentido, el operario de impresión debe tener una alta capacidad de concentración, ya que, de la capacidad de concentración de sus operadores depende en gran medida la calidad resultante de este proceso.
- **Trabajo bajo presión:** En estricto sentido, el trabajo bajo presión se refiere a “realizar una tarea bajo condiciones que ejercen tensión, llámese menos tiempo, menos recursos (humanos, materiales y técnicos), menos espacio, con nula, poca o mucha supervisión cercana que haga “presión” para lograr el objetivo” (Lechuga, 2014).

En el mercado de la impresión, las empresas deben cumplir a sus clientes no sólo en proporcionarle un producto de calidad, sino en hacerlo en un tiempo menor que al resto de sus competidores. Esto exige que las empresas cuenten con empleados capaces de desarrollar sus actividades de la mejor manera sin importar la carga de trabajo.

- **Requisitos físicos**

Los requisitos físicos están relacionados con la cantidad de energía y esfuerzo físico y mental que necesita el empleado para desempeñar el cargo adecuadamente (Bachenheimer, 2012). A continuación se presentan las características físicas aplicables al momento de seleccionar personal para el cargo: Operario de impresión:

- **Capacidad Visual:** Contar con una excelente capacidad visual es indispensable en el proceso de impresión. Los operarios de este proceso se ven expuestos a múltiples situaciones en las cuales deben confiar en su agudeza visual para detectar posibles imperfecciones como manchas y rayas en el producto o para detectar cualquier desviación en el registro de los distintos elementos que componen la impresión. Por tal motivo, el operario de impresión debe ser una persona con excelente capacidad visual, libre de enfermedades oculares que no hayan sido tratadas como daltonismo, cataratas, entre otros.
- **Constitución física:** Algunas actividades del proceso de impresión requieren el desplazamiento de piezas de gran tamaño cuyos pesos que oscilan 150 y 400 Kg. Pese a que dentro del proceso existen ayudas mecánicas para la movilización de dichas piezas, es importante que las personas que ingresan a este proceso tengan una contextura física que les permita movilizar grandes pesos.

- **Responsabilidades**

Impresión es el proceso misional que aporta mayor valor agregado dentro de la empresa *Papers S.A.*, por tal motivo es un proceso de mucha responsabilidad para las personas que lo conforman. A continuación se listan las principales responsabilidades de los operarios las cuales deben tenerse en cuenta al momento de contratar a un nuevo empleado para este proceso.

Durante el proceso de impresión el operario es responsable de:

- Mantener en buen estado las herramientas necesarias para el montaje de los pedidos.
- Preparar la máquina al inicio de cada producción en el menor tiempo posible
- Operar la maquina bajo condiciones de impresión que minimicen la aparición de manchas/rayas en el proceso.
- Mantener la calidad de la impresión
- Garantizar la continuidad del proceso y asegurar porque la máquina no se detenga
- Velar por el buen funcionamiento de la máquina
- Asegurar que las áreas de trabajo estén limpias y seguras
- Cumplir las normas de seguridad, reglamentos, instrucciones y estándares de seguridad, de tal manera que prevengan los accidentes e incidentes laborales y enfermedades.
- Procurar el cuidado integral de su salud.
- Mantener bajo estricta confiabilidad la información manejada en sus puestos de trabajo

- **Condiciones de trabajo**

Las condiciones de trabajo a las que se exponen los operarios de impresión en el proceso, son un aspecto a tener en cuenta durante los procesos de selección ya que, si la persona tiene o ha tenido enfermedades que pueden verse afectadas durante el desarrollo normal de las actividades del proceso, la empresa debe tomar precauciones para no afectar el proceso ni la integridad de sus empleados. A continuación se listan los principales riesgos a los que se ven expuestos los operarios en el proceso de impresión:

- **Atrapamiento:** Los rodillos de la máquina que se encuentran en constante movimiento, y los cilindros de impresión que giran a gran velocidad durante el proceso de impresión, implican un gran riesgo para los empleados. Por tal motivo, el operario de impresión debe ser una persona que no se desconcentre fácilmente y sea cuidadoso al momento de desarrollar las actividades.
- **Lesiones lumbares:** Los grandes pesos y las posiciones que el operario debe adoptar para el desarrollo de las actividades de limpieza en los cambios de producción pueden ocasionar lesiones lumbares. En este sentido, el operario de este proceso debe ser una persona que goce de un buen estado físico y posea buenos hábitos de ejercicio.
- **Enfermedades respiratorias:** Durante el proceso de impresión, los operarios están expuestos a sustancias químicas que pueden acarrear enfermedades respiratorias. Por tal motivo, el operario de este proceso no debe ser una persona alérgica a este tipo de sustancias químicas, ni con afecciones de tipo respiratorio.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El en presente capítulo se plantean las principales conclusiones obtenidas con el desarrollo de este trabajo y se realizan algunas recomendaciones con base a los resultados alcanzados. A demás de esto se sugieren algunos estudios que podrían derivarse de la presente investigación.

5.1 CONCLUSIONES

Los esfuerzos del trabajo realizado en esta tesis de maestría estuvieron orientados a la propuesta de una metodología para establecer condiciones de operación en un proceso de manufactura, que permitan reducir la rotación de personal, en situaciones donde existe presencia de ambigüedad de rol, por medio del diseño de experimentos. Una vez finalizado este trabajo, es posible enumerar los siguientes resultados obtenidos:

- Por medio de la revisión exhaustiva y sistemática del estado del arte se lograron relacionar los conceptos de ineficiencia organizacional, rotación de personal y ambigüedad de rol; mostrando de manera organizada, cómo la ambigüedad de rol conlleva a un aumento en la rotación de personal y cómo ésta a su vez, ocasiona altos niveles de ineficiencia en las organizaciones. Como pudo analizarse, la ambigüedad de rol es una de las múltiples causas que originan la rotación de personal; sin embargo, es una de las más impactantes en la ineficiencia X, porque las personas se sienten impedidas de entregar su máximo desempeño a la organización, generando en ellas estrés y deseos de cambio.

Si bien la rotación de personal, como se pudo constatar a través del estado del arte, ha sido abordada por distintas áreas del conocimiento, el enfoque que se propone utilizar actúa proactiva y holísticamente disminuyendo la ambigüedad de rol, que conduce a situaciones de estrés en algunos trabajadores antes de que ésta se manifieste en todo el personal involucrado. Tradicionalmente, los enfoques empleados suelen reaccionar al efecto del estrés de forma individual y correctiva, lo cual, además de requerir altos costos para su tratamiento, no siempre garantiza la eliminación de la causa-raíz del problema de rotación de personal.

- Se propuso una metodología para establecer las condiciones de operación en un proceso de manufactura, con el fin de reducir la rotación de personal, en condiciones donde hay presencia de ambigüedad de rol, por medio del diseño de experimentos. Para ello, se definieron nueve pasos, de los cuales los seis primeros se enfocan en caracterizar los

estresores colectivos que generan rotación de personal; puesto que, definir correctamente el problema es el primer eslabón que conduce a su adecuada solución, evitando despilfarros de recursos en problemas irrelevantes, individuales o que no pueden ser abordados con la metodología propuesta. El séptimo paso está soportado sobre una metodología ampliamente utilizada, en todos los campos del conocimiento, para identificar qué factores hacen qué a qué variables respuesta; de tal manera que sea posible determinar con su aplicación los niveles en los que los factores evaluados muestran su mejor desempeño, es decir, otorguen al trabajador claridad y precisión sobre la actividad que desarrolla. Teniendo claro los niveles óptimos en los que se debe ejecutar la operación, es importante analizar cómo impactan los resultados obtenidos en la rotación de personal, para ello el octavo paso pretende que se valide con los actores del proceso el efecto alcanzado. Finalmente, la metodología insta a que se modifiquen las condiciones de contratación del personal relacionado, cuando el perfil del trabajador se ve afectado por los resultados obtenidos.

- Con el ánimo de ejemplificar los pasos de la metodología propuesta, se presentó detalladamente un estudio de caso, en el cual, a través de entrevistas realizadas a los responsables del proceso de manufactura analizado, se lograron determinar los principales generadores de estrés que fueron: manchas/rayas y cambios de producción, y los factores que generan ambigüedad de rol en el proceso (ángulo de la cuchilla, tipo de cuchilla, tipo de regador, tipo de guarda y caudal). Con estos factores se utilizó el diseño de experimentos para encontrar las mejores condiciones de operación (tipo de cuchilla: gruesa, caudal: máximo, ángulo de cuchilla: mínimo, tipo de regador: blanco, tipo de guardas: tradicional). Una vez implementadas las mejoras, se obtuvo una mejora reducción del 72% en el índice de rotación de personal del proceso abordado. Con el fin de corroborar que ésta mejora tuviera relación con el trabajo desarrollado, los resultados obtenidos fueron socializados y discutidos con los participantes del estudio, quienes manifestaron abiertamente su plena satisfacción con los logros alcanzados, así como, su impacto positivo en la motivación, lo cual permite deducir que la hipótesis plasmada en la disminución de la rotación de personal a partir de la reducción de la ambigüedad de rol ha sido validada. Adicionalmente, se obtuvieron mejoras significativas en los niveles de eficiencia del proceso, con respecto al trimestre inmediatamente anterior al trabajo desarrollado, en 19% el indicador de tiempos de cambio, 10% el indicador de productividad y 21% el indicador de rebobinado. Finalmente, con las condiciones de operación resultantes del trabajo desarrollado, se realizó un diseño y análisis del puesto Operario de impresión (se especificó nombre, posición, contenido del cargo, requisitos físicos e intelectuales), para actuar de forma proactiva frente a la rotación de personal.

5.2 RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el desarrollo de este trabajo, las recomendaciones más importantes del tema, que contribuyen a aplicar de manera adecuada de la metodología propuesta son:

- Adquirir conocimiento previo del o los proceso(s) sobre los cuales se quiere disminuir la rotación de personal; esto con el fin de contar con el criterio necesario para detectar de manera rápida y eficaz los estresores que generan ambigüedad de rol en el proceso.
- Conformar círculos de calidad para realizar el análisis de los estresores. Esto, además de ayudar a profundizar el análisis de los estresores detectados y encontrar las distintas causas que los originan; promueve el compromiso de los actores del proceso con las actividades desarrolladas.

- Emplear las siete herramientas de la calidad (en especial el análisis causa-efecto) para realizar el análisis de las causas que dan origen a los estresores del proceso. Esto permite conformar agrupamientos de causas que pueden ser abordadas de manera conjunta.
- Corroborar que la variable respuesta, utilizada en la implementación del diseño de experimentos, guarda relación con el estresor abordado y ayuda a explicar su comportamiento. Esto con el fin de evitar despilfarros de recursos en problemas irrelevantes, individuales o que no pueden ser abordados con la metodología propuesta.
- Hacer seguimiento a la rotación de personal a partir de las mejoras obtenidas.

5.3 TRABAJOS FUTUROS

La ejecución de este trabajo investigativo le abre las puertas a la ingeniería industrial para el abordaje de temáticas sensibles dentro de las organizaciones como lo es el estudio de la rotación de personal. Algunos trabajos que dan continuidad al trabajo aquí desarrollado desde el punto de vista de la rotación de personal son:

- Proponer una metodología que permita predecir la presencia de estresores que pueden conducir a rotación de personal, antes de que ésta se manifieste y se traduzca a través de los índices de rotación de personal.
- Proponer metodologías que aborden los otros factores que conllevan a la rotación de personal, que no fueron abordados en el presente estudio.
- Proponer métodos matemáticos que permitan correlacionar mejoras laborales (reducción de estresores) con rotación de personal, con el fin de evaluar la posibilidad de que éstas se conviertan de factores motivacionales en factores higiénicos, con el transcurso del tiempo.

Respecto al caso de estudio realizado, se recomienda:

- La investigación desarrollada ha evidenciado que otro de los aspectos que ocasiona altos niveles de estrés en los operadores del mercado de la impresión son los revientes de papel, sería de gran utilidad desarrollar un planteamiento experimental que permita atacar dicha problemática en este tipo de organizaciones.
- Considerando que la mejor de operación alcanzada con el diseño de experimentos aun exhibe manchas de tinta, se recomienda analizar la reología del fluido (parte de la física que estudia la viscosidad, la plasticidad, la elasticidad y el derrame de la materia).

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbasii, S., & Hollman, K. (2000). Turnover: the real bottom line. *Public Personnel Management*, 29(3), 333–342.
- Aguilar, V. (2015). *Propuestas para reducir el índice de rotación en la empresa Saljamex servicios S.A de C.V.* Universidad Nacional Autónoma de México. Retrieved from <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/1267.pdf>
- Alexander, J., Bloom, J. R., & Nuchols, B. (1991). Nursing Turnover and Hospital Efficiency: An Organizational Level Analysis. *Intitute for Research on Labor Employment*, 23, 2–25.
- Ali, S., & Farooqi, Y. A. (2014). Effect of Work Overload on Job Satisfaction , Effect of Job Satisfaction on Employee Performance and Employee Engagement (A Case of Public Sector University of Gujranwala Division). *International Journal of Multidisciplinary Science and Engineering*, 5(8), 23–30.
- Andrade, M. (2010). *Análisis de la rotación del personal y elaboración de una propuesta para su optimización en la Pasamanería S.A. de la ciudad de Cuenca en el año 2009.* Universidad Politécnica Salesiana. Retrieved from <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/562/12/UPS-CT001844.pdf>
- Anguita, C., & Labrador, R. (2003). La encuesta como técnica de investigación . Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Aten Primaria*, 31(I).
- Anvari, R., Jianfu, Z., & Hosseinpour, S. (2013). Social and Effective Strategy for Solving Voluntary Turnover Problem among Employees. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 0, 1–5. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.665>
- Arias, A., Cabanach, R., Pérez, J., & González, J. (1998). Variables cognitivo-emocionales, enfoques de aprendizaje y rendimiento académico. *Psicothema*, 10, 393–412.
- Arokiasamy, A. R. a. (2013). A qualitative study on causes and effects of employee turnover in the private sector in Malaysia. *Middle East Journal of Scientific Research*, 16(11), 1532–1541. <http://doi.org/10.5829/idosi.mejsr.2013.16.11.12044>
- Arzubi, A., & Berbel, J. (2002). Determinación de índices de eficiencia mediante DEA en explotaciones lecheras de Buenos Aires. *Investigaciion Agropecuaria*, 17(1–2), 104–122.
- Bachenheimer, H. (2012). *Análisis de Cargos. Selección de personal.* Cali: Potificia Universidad Javeriana. Retrieved from http://drupal.puj.edu.co/files/oi050_herman_0.pdf
- Bauer, T. N., & Green, S. G. (1996). Development of leader-member exchange: A longitudinal test. *Academy of Management Journal*, 39(6), 1538–1567. <http://doi.org/10.2307/257068>
- Benedicto, M., Aguilera, F., De la Torre, F., Masdeu, M., Iglesias, J., Gomis, S., ... Massan, J. (2008). Qué importancia tiene el trabajo. *Ciervo*, 96(687), 12–13. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/40832705?seq=1#page_scan_tab_contents
- Bergman, M. E. (2006). The relationship between affective and normative commitment: Review and research agenda. *Journal of Organizational Behavior*, 27(5), 645–663. <http://doi.org/10.1002/job.372>
- Bilau, A. A., Ajagbe, M. A., Sholanke, A. B., & Sani, T. (2015). Impact of Employee Turnover in Small and Medium Construction Firms : A Literature Review. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 4(2), 976–984.
- Brown, J. (2008). *Anatomy of a Wrinkle.* Oklahoma. Retrieved from <http://www.essexsys.com/index.php/conference-papers>

- Campos, G., & Lule, N. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*, VIII(13), 45–60.
- Carley, K. (1992). Organizational Learning and Personnel Turnover. *Organization Science*, 3(1), 20–46. <http://doi.org/10.1287/orsc.3.1.20>
- Chew, J., & Chan, C. (2008). Human resource practices, organizational commitment and intention to stay. *International Journal of Manpower*. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=1746670&show=abstract>
- Chiavenato, I. (2007). *Administración de recursos humanos* (8th ed.). Los Angeles: Mc Graw Hill.
- Chiavenato, I. (2009). *Gestión del talento humano* (3rd ed.). Mexico DF: Mc Graw Hill.
- Cohen, A. (1991). Career stage as a moderator of the relationships between organizational commitment and its outcomes: A meta-analysis. *Journal of Occupational Psychology*, 64, 253–268. <http://doi.org/10.1111/j.2044-8325.1991.tb00558.x>
- Comín, E., De la fuente, I., & Gracia, A. (2001). El estrés y el riesgo para la salud. España: MAZ.
- Compensation Force. (2015). 2014 Turnover Rates by Industry. Retrieved September 26, 2015, from <http://www.compensationforce.com/2015/03/2014-turnover-rates-by-industry.html>
- Corbin, T. (2016). Uflex to display technology for print & cross media. Retrieved March 10, 2016, from <http://www.packagingnews.co.uk/equipment/uflex-to-display-technology-for-print-cross-media-01-03-2016>
- Cotton, J. L., & Tuttle, J. M. (1986). Employee Turnover: A Meta-Analysis and Review with Implications for Research. *The Academy of Management Review*, 11(1), 55. <http://doi.org/10.2307/258331>
- DANE. (2013). *Encuesta Nacional de Uso del Tiempo (ENUT)*. Bogota.
- Debreu, G. (1951). The Coefficient of Resource Utilization. *Econometrica*, 19(3), 273–292.
- Deng, B. N. X., Ferahi, M., Uesaka, T., & Deng, N. X. (2007). Pressroom runnability : A comprehensive analysis of pressroom and mill databases. *Pulp and Paper*, 2, 42–51.
- Eggen, P. (2011). Web Handling: Top 7 Causes of Wrinkles. Retrieved March 20, 2016, from <http://pffc-online.com/web-handling/9810-web-handling-top-7-causes-wrinkles-1010>
- Eisenberger, R., Stinglhamber, F., Vandenberghe, C., Sucharski, I. L., & Rhoades, L. (2002). Perceived supervisor support: contributions to perceived organizational support and employee retention. *The Journal of Applied Psychology*, 87(3), 565–573. <http://doi.org/10.1037/0021-9010.87.3.565>
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253–290. [http://doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00022-4](http://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00022-4)
- Fidalgo, F., & Gouveia, L. B. (2012). Employee Turnover Impact in Organizational Knowledge Management : The Portuguese Real Estate Case. *Journal of Knowledge Management, Economics and Information Technology*, II(2), 1–16.
- Firth, L., Mellor, D., Moore, K., & Loquet, C. (2004). How can managers reduce employee intention to quit? *Journal of Managerial Psychology*, 19(2), 170–187. [http://doi.org/10.1675/1524-4695\(2008\)31](http://doi.org/10.1675/1524-4695(2008)31)
- Formax printing. (2010). Printing Lingo: What does Registration mean? Retrieved from <http://www.formaxprinting.com/blog/2010/04/printing-lingo-what-does-registration-mean/>
- Frantz, R. (1997). *X-Efficiency: Theory, Evidence and Applications*. (M. Crew, Ed.) (2nd ed.). San Diego: Springer.
- Frantz, R. (2015). *Rationality, Globalization and X-Efficiency*. San Diego.

- Fuentes, R. (2000). *Eficiencia de la gestión de los institutos públicos de bachiller de la provincia de alicante*. Universidad de Alicante.
- Govaerts, N., Kyndt, E., Dochy, F., & Baert, H. (2011). Influence of learning and working climate on the retention of talented employees. *Journal of Workplace Learning*, 23(1), 35–55. <http://doi.org/10.1108/13665621111097245>
- Greenhaus, J. H., & Beutell, N. J. (1985). Sources of Conflict Between Work and Family Roles. *Academy of Management Review*, 10(1), 76–88. <http://doi.org/10.5465/AMR.1985.4277352>
- Gutiérrez, H., & De la vara, R. (2012). *Análisis y Diseño de Experimentos* (3rd ed.). México: Mc Graw Hill.
- Guzman, P., & Saloniis, K. (2013). SMED IN THE PROCESS INDUSTRIES Improved flow through shorter product changeovers. *Procedia*, 7, 598–603.
- Hausknecht, J. P., Trevor, C. O., & Howard, M. J. (2009). Unit-level voluntary turnover rates and customer service quality: implications of group cohesiveness, newcomer concentration, and size. *The Journal of Applied Psychology*, 94(4), 1068–1075. <http://doi.org/10.1037/a0015898>
- Hristopulos, D. T., & Uesaka, T. (2002). A Model of Machine-Direction Tension Variations in Paper Webs with Runnability Applications. *Power*, 28(12), 389–394.
- Hristopulos, D., & Uesaka, T. (2009). A model of machine direction, tension variatoions in paper webs with runnability application. *Pulp and Paper*, 1–15.
- Jins, J., & Radhakrishnan, R. (2012). Changing Jobs : Influencing Factors. *Journal of Indian Management*, 59–69.
- Judeh, M. (2011). Role Ambiguity and Role Conflict as Mediators of the Relationship between Orientation and Organizational Commitment. *International Business Research*, 4(3), 171–181. <http://doi.org/10.5539/ibr.v4n3p171>
- Kahn, R., Wolfe, D., Quinn, R., Snoek, D., & Rosenthal, R. (1964). *Organizational Stress: Studies in Role Conflict and Ambiguity*. *Western Journal of Medicine*. New York: John Wiley. <http://doi.org/10.1177/0048393103258045>
- Karim, R. (2013). Impact of Changeover time on productivity : A case study. *International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS*, 13(6), 42–48.
- Khatri, N., Fern, T. F., & Budhwar, P. S. (2001). Explaining employee turnover in an Asian context. *Human Resource Management Journal*, 11(1), 54–74. <http://doi.org/10.1111/j.1748-8583.2001.tb00032.x>
- Koopmans, T. (1951). *Activity Analysis of Production and Allocation* (Cowles Commission for research in economics No. 13). *Cowles Commission for research in economics*. Chicago.
- Kozlowski, S. W. J., & Bell, B. S. (2008). Team Learning, Development, and Adaptation. *Work Group Learning*, 15–44.
- Kumpulainen, P., Mettänen, M., Lauri, M., & Ihalainen, H. (2009). Relating Halftone Dot Quality to Paper Surface Topography. *Springer-Verlag*, 178–189.
- Kundu, S. C., Malhan, D., & Kumar, P. (2007). Human resource management practices in companies shipping comp anies. *Delhi Business Review*, 8(1), 75–88.
- Labov, B. (1997). Inspiring employees the easy way. *Incentive*, 171(10), 114–118.
- Larousse. (1998). Diccionario Larousse. Retrieved August 10, 2015, from <http://www.larousse.mx/resultados/>
- Lechuga, M. (2014). Trabajo bajo presión, el verdadero concepto. Retrieved May 9, 2016, from <http://www.rhstaff.com.mx/www/index.php/tips-articulo/379-trabajo-bajo-presion-el-verdadero->

concepto

- Lee, C., & Hong, K. (2005). Work-Family Conflict and Its Relationship With Social Support : A Study at Private Educational Institutions in Kuching , Sarawak , Malaysia. *Educational Research Journal*, 20(2), 221–244.
- Leibenstein, H. (1966). Allocative Efficiency vs “X-Efficiency.” *American Economic Association*, 56(3), 392–415.
- Lenka, S. (2015). ROLE CONFLICTS IN R & D UNITS UNDERGOING PSS TRANSITION. In *International Association for Management of technology* (pp. 579–590).
- Lofthouse, S. (1974). Recent Literature Relating to the X-Efficiency and Market Structure Relationship. *Zeitschrift Nationalökonomie*, 34, 409–423.
- López, H. (2010). El mercado laboral Colombiano: Tendencias de largo plazo y sugerencias de política. *Borradores de Economía*, (606).
- Lopez, J. (2011). Propuesta para reducir la rotación de personal. Retrieved March 19, 2016, from http://vinculando.org/empresas/propuesta_para_reducir_el_indice_de_rotacion_de_personal.html
- Malik, M. E., Ghafoor, M. M., & Iqbal, H. K. (2013). Impact of Job Overload and Work Schedule Flexibility on Job Satisfaction : An Insight in Education and Banking Sector of Pakistan. *International Review of Social Sciences and Humanities*, 5(1), 38–47.
- Management Journal. (2014). 2 errores que generan la rotación de personal en tu empresa - Management Journal. Retrieved September 29, 2015, from <http://www.managementjournal.net/top-management/capital-humano/2-errores-que-generan-la-rotacion-de-personal-en-tu-empresa>
- Maria moliner. (2007). *Diccionario Maria Moliner*. Gredos.
- Mathieu, J. E., & Zajac, D. M. (1990). A Review and Meta-Analysis of the Antecedents , Correlates , and Consequences of Organizational Commitment. *Psychological Bulletin*, 108(2), 171–194.
- Mayende, T. S., & Musenze, I. A. (2014). Personality Dimensions and Job Turnover Intentions : Findings from a University Context, 4(2), 153–164.
- Melgar, A. (1985). Teoría Z y los círculos de calidad: Una nueva dimensión del desarrollo de los recursos humanos. *Revista Centroamericana de Administración Pública*, 8, 35–51.
- Mendoza, R. (2003). Sabe Cuanto Le Cuesta La Rotación De Personal ? *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (48), 104–109.
- Mishra, D. (2013). Review of literature on factors influencing attrition and retention. *International Journal of Organizational Behaviour and Management Perspectives.*, 2(3), 435–444.
- Mokate, K. (2001). Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad: que queremos decir. *Documentos de Trabajo Del INDES, BID. Series de ...*, 1–37. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Eficacia,+eficiencia,+equidad+y+sostenibilidad:+?qu?+queremos+decir?#0>
- Montgomery, D. (2001). *Design and analysis* (5th ed.). New York: John Wiley.
- Montgomery, D. (2009). *Introduction to statistical quality control* (6th ed.). Estados Unidos: John Wiley.
- Monzón, D. (1992). Introducción al diseño de experimentos. *Revista de La Facultad de Agronomía de La Universidad Central de Venezuela*, (Alcance 34), 167 p.
- Most, R. I. S. A. (1996). The mechanics of wrinkling. *Tappi Journal*, 79(10), 217–226.
- Muñoz, M. (2014). Estrés laboral figura entre las principales razones de rotación en las empresas.

- Murillo, G. (2012). *Indicadores de gestión*. Retrieved from [http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1460/3/CAPITULO 2.pdf](http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1460/3/CAPITULO%202.pdf)
- Naughton, M. C., & Frantz, R. (1991). X-efficiency , rent-seeking and social costs : Comment. *Kluvert Academic Publishers*, 68, 259–265.
- Ogbeifun, E. (2011). Training artisans on-site. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 11(3), 83–91.
- OMS. (2014). Global Progress Report on implementation of the WHO Framework Convention on Tobacco Control. *World Health Organization 201*, 1–41.
- Ongori, H. (2007). A brief review of the literature. *Canadian Family Physician*, 53(June), 1515. Retrieved from http://socialstudies.cartagena.es/images/PDF/no1/sundqvist_use.pdf
- Pascual, F., & Vicéns, S. (2004). La prevalencia del consumo de tabaco en España. *Adicciones*, 16(2), 59–73.
- Peláez, A., González, L., Rodríguez, J., Ramírez, S., Pérez, L., & Vázquez, A. (2014). *Entrevista*. Madrid. Retrieved from https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/Entrevista_trabajo.pdf
- Perelman, M. (2011). X-Efficiency. *Journal of Economic Perspectives*, 25(4), 211–222.
- Pitt, M., & Matz, C. (2009). *Engaging the 21st century multi-generational workforce. Age & Generations*. Retrieved from http://agingandwork.bc.edu/documents/IB20_Engagement_2009-02-10.pdf
- Porter, L. W., & Steers, R. M. (1973). Organizational, work, and personal factors in employee turnover and absenteeism. *Psychological Bulletin*, 80(2), 151–176. <http://doi.org/10.1037/h0034829>
- Radzi, S. M., Zuraini, S., Ramley, A., Salehuddin, M., Othman, Z., & Jalis, M. H. (2009). An Empirical Assessment of Hotel Departmental Managers Turnover Intentions : The Impact of Organizational Justice. *International Journal of Business and Management*, 4(8), 173–183.
- RAE. (2001). Diccionario de la lengua española. Retrieved August 10, 2015, from <http://dle.rae.es/?w=>
- Ramzan, M. (2013). The Impact of Employee Turnover on the Efficiency of the Organization. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 4(9), 700–711.
- Reyes, P. (2009). Curso taller de Lean Sigma. Retrieved from www.icicm.com/files/MODULO3_FANALISIS.docx
- Riley, D. (2006). *Turnover Intentions: The mediation effects of job satisfaction, affective commitment, and continuance commitment*. University of Waikato.
- Rizzo, J. R., House, R. J., & Lirtzman, S. I. (1970). Role Conflict and Ambiguity in Complex Organizations. *Administrative Science Quarterly*, 15(2), 150–163. <http://doi.org/10.2307/2391486>
- Rodriguez, E., Hernandez, C., Molano, C., Berrio, F., García, M., Frasser, C., & Días, V. (2012). *Guía para la construcción de Indicadores de Gestión*. Bogota.
- Rodriguez, V. (2006). Capitulo vi. temas avanzados de teoria de la producción 1. In *Teoria de la producción* (pp. 147–174). Montería: Universidad de Córdoba.
- Romero, R. (2007). *Impacto de la rotación de personal en la rentabilidad financiera de un area de trabajo dentro de una empresa*. Universidad Autónoma de Querétano. Retrieved from <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/2709/1/RI002551.pdf>

- Saldivia, M. (2013). “ *Propuestas de intervención en la rotación de personal en la empresa Cruz del Sur, orientado a los cargos de Conductores y Auxiliares de buses interurbanos.* ”
- Sánchez, G. (2003). *Técnicas participativas para la planeación*. México: Fundación ICA.
- Sauter, S. L., Murphy, L. R., Hurrell, J. J., Sauter, S. L., Jr, J. J. H., Sauter, S. L., ... Murphy, L. R. (2001). Factores psicosociales y de organización. In *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (3rd ed.). España.
- Shaw, J. D., Delery, J. E., Jenkins, G. D., & Gupta, N. (1998). An organizational-level analysis of voluntary turnover and involuntary turnover. *Academy of Management Journal*, 41(5), 511–525. <http://doi.org/10.2367/256939>
- Spector, P. E., & Jex, S. M. (1998). Development of four self-report measures of job stressors and strain: Interpersonal Conflict at Work Scale, Organizational Constraints Scale, Quantitative Workload Inventory, and Physical Symptoms Inventory. *Journal of Occupational Health Psychology*, 3(4), 356–367. <http://doi.org/10.1037/1076-8998.3.4.356>
- Srikanth, P. B., & Jomon, M. G. (2013). Role ambiguity and role performance effectiveness: Moderating the effect of feedback seeking behaviour. *Asian Academy of Management Journal*, 18(2), 105–127.
- Ssociologos. (2013). ¿Qué papel juega el trabajo en la sociedad? ¿qué significa socialmente el desempleo? ¿y el desempleo? Retrieved April 10, 2016, from <http://ssociologos.com/2013/07/17/que-papel-juega-el-trabajo-en-la-sociedadque-significa-socialmente-el-desempleo-y-el-desempleo/>
- Steel, R., & Lounsbury, J. (2009). Human Resource Management Review Turnover process models : Review and synthesis of a conceptual literature. *Human Resource Management Review*, 19(4), 271–282. <http://doi.org/10.1016/j.hrmr.2009.04.002>
- Stigler, G. J. (1976). The Existence of X-Efficiency. *American Economic Review*, 66(1), 213–216. <http://doi.org/10.2307/1804963>
- Telly, C. S., French, W. L., & Scott, W. G. (1971). The Relationship of Inequity to Turnover Among Hourly Workers. *Administrative Science Quarterly*, 16(2), 164–172. <http://doi.org/10.2307/2391826>
- Terradas, S. (2012). Sistema impresión huecograbado. Retrieved February 10, 2016, from <http://www.hera.cnice.mecd.es>
- Toro, F. (2002). *Desempeño y productividad* (1st ed.). Medellín: CINCEL Ltda.
- Uesaka, T. (2004). Web breaks in pressroom- A review. *Fibre-Base Material Technology*.
- Van gouvergen, D., & Lockhart, T. (2003). *Human Factors Aspects in set-up Time reduction*. Zwijnaarde.
- Webster. (2014). Webster’s Dictionary. Retrieved August 7, 2015, from <http://www.webster-dictionary.org/>
- Werbelt, J., & Gould, S. (1984). Page Missing. *Journal of Applied Psychology*, 69(4), 551–556.
- Yen Hsu, H. (2009). *Organizational learning culture’s influence on job satisfaction, organizational commitment, and turnover intention among R&D professionals in Taiwan during an. University of Minnesota*. Retrieved from http://conservancy.umn.edu/bitstream/53624/1/Hsu_umn_0130E_10474.pdf
- Yesiltas, M. (2014). The Effects of Role Ambiguity and Role Conflicts Experienced by Employees of the Hotels on Their Customer Oriented Pro-Social Service Behavior. *The Macrotheme Review*, 3(1), 214–229.
- You, F., & Zhang, L. (2009). The research of printing’s image defect inspection based on machine

vision. *2009 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, ICMA 2009*, 2404–2408. <http://doi.org/10.1109/ICMA.2009.5246130>

Zhang, C. (2014). Tipping Paper For Cigarette Packing. Retrieved September 10, 2015, from http://www.diytrade.com/china/pd/11953826/Tipping_Paper_For_Cigarette_Packing.html

Anexo 1 Ambigüedad de Rol

La tabla 30 presenta el cuestionario propuesto por Rizzo *et al.*, (1970) para medir ambigüedad de rol en las empresas. De acuerdo con el autor, las preguntas pares del siguiente cuestionario permiten medir la ambigüedad de rol en los procesos, mientras que las preguntas impares permiten determinar la existencia de conflicto de rol en los mismos.

Tabla 30 Cuestionario para medir Ambigüedad de Rol

Item Number	Statement
1	I have time to complete my work.
2	I feel certain about how much authority I have.
3	I perform tasks that are too easy or boring.
4	Clear, planned goals and objectives for my job.
5	I have to do things that should be done differently.
6	Lack of policies and guidelines to help me.
7	I am able to act the same regardless of the group I am with.
8	I am corrected or rewarded when really don't expect it.
9	I work under incompatible policies and guidelines.
10	I know that I have divided my time properly.
11	I receive an assignment without the manpower to complete it.
12	I know what my responsibilities are.
13	I have to buck a rule or policy in order to carry out an assignment.
14	I have to "feel my way" in performing my duties.
15	I receive assignments that are within my training and capability.
16	I feel certain how I will be evaluated for a raise or promotion.
17	I have just the right amount of work to do.
18	I know that I have divided my time properly.
19	I work with two or more groups who operate quite differently.
20	I know exactly what is expected of me.
21	I receive incompatible request from two or more people.
22	I am uncertain as to how my job is linked.
23	I do things that are apt to be accepted by one person and not accepted by others.
24	I am told how well I am doing my job.
25	I receive an assignment without adequate resources and materials to execute it.
26	Explanation is clear of what has to be done.
27	I work on unnecessary things.
28	I have to work under vague directives of orders.
29	I perform work that suits my values.
30	I do not know if my work will be acceptable to my boss.

Fuente:(Rizzo et al., 1970)

Anexo 2 Manchas/ Rayas en Impresión

Para una mejor comprensión de la problemática se presenta en la figura 46 los niveles de bobinas detectadas internamente por defectos de manchas o rayas de impresión durante los años 2014-2015.

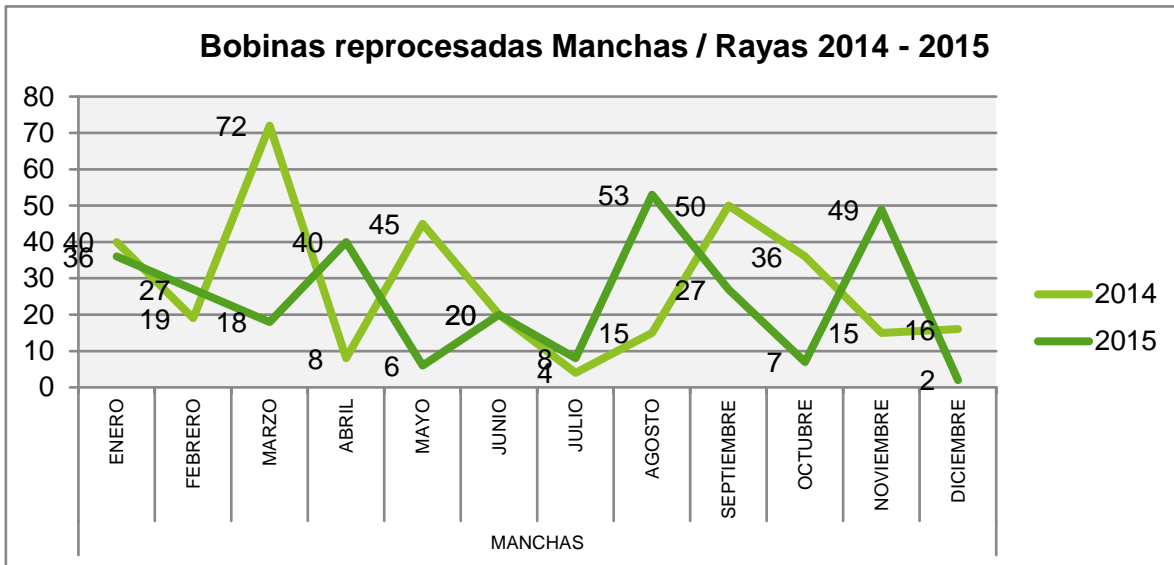


Figura 46 Bobinas reprocesadas por Manchas/ Rayas 2014-2015

Fuente: Elaboración propia

Tal como puede observarse, durante el año 2014 se reprocesaron en promedio 28 bobinas mensuales por defectos de manchas y rayas en impresión, mientras que en 2015 este valor fue de 24 bobinas. Esto indica, que durante los días laborales mínimo una bobina es reprocesada diariamente por defectos de manchas/rayas.

Anexo 3 Revientes de Papel

Uno de los eventos que promueve los niveles de estrés en los operarios de impresión está compuesto por los momentos en los que el papel se revienta bruscamente en la maquina Alpha II de manera inintencionada. Algunas de las causas por las cuales se genera esta situación son presentadas en la figura 47 y la figura 48:

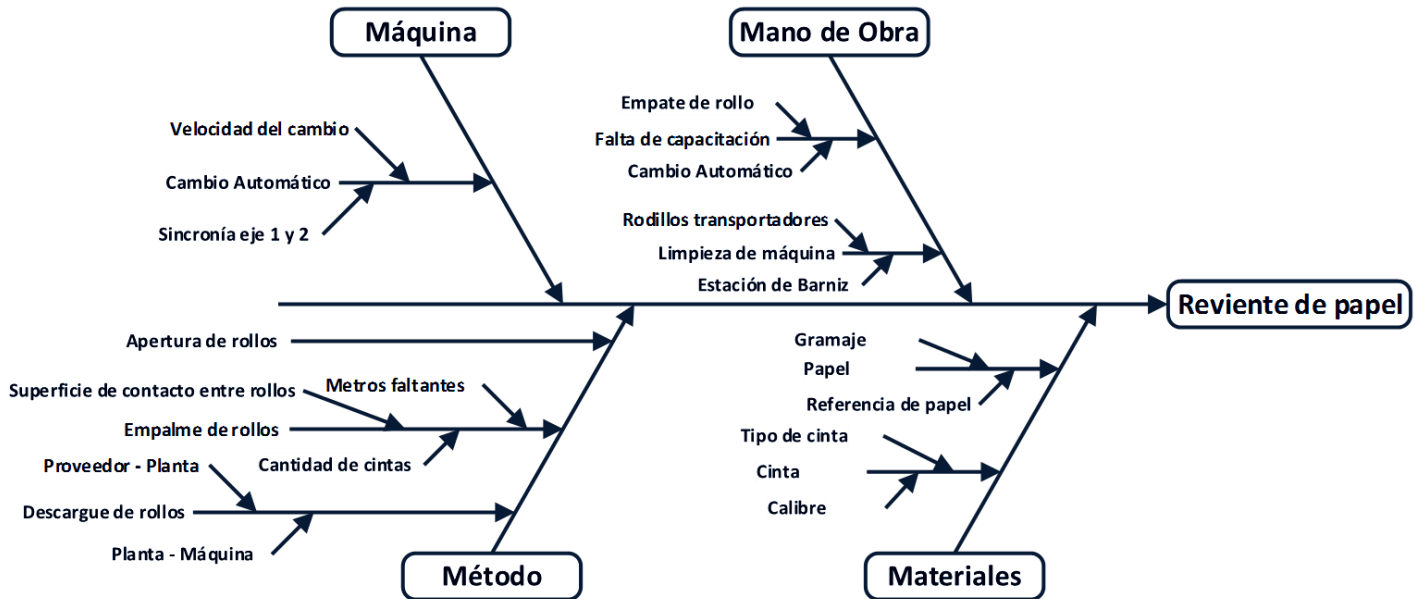


Figura 47 Análisis causa-efecto, Revientes de papel

Fuente: Elaboración propia

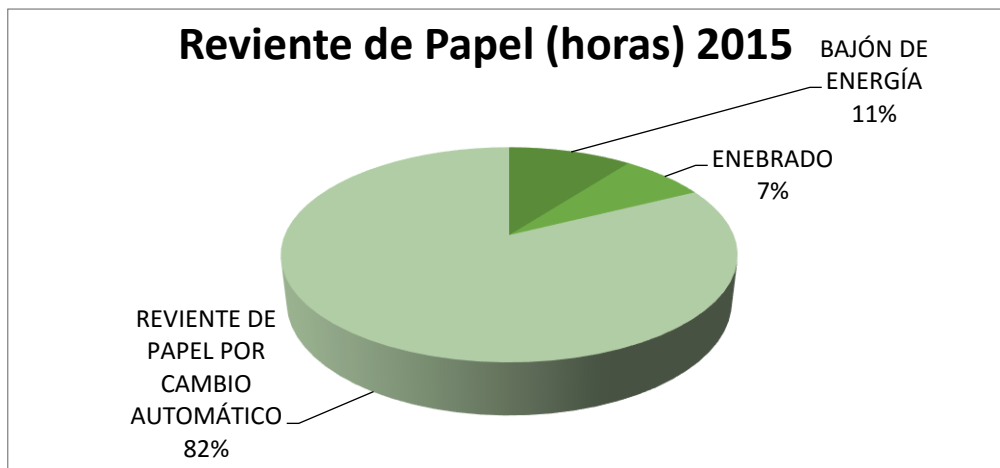


Figura 48 Causas reviente de papel

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4 Arrugas

La figura 49 presenta el resumen de bobinas de papel *Tipping* que debieron ser reprocesadas por defectos de arrugas, reportadas desde producción durante el periodo 2014-2015.

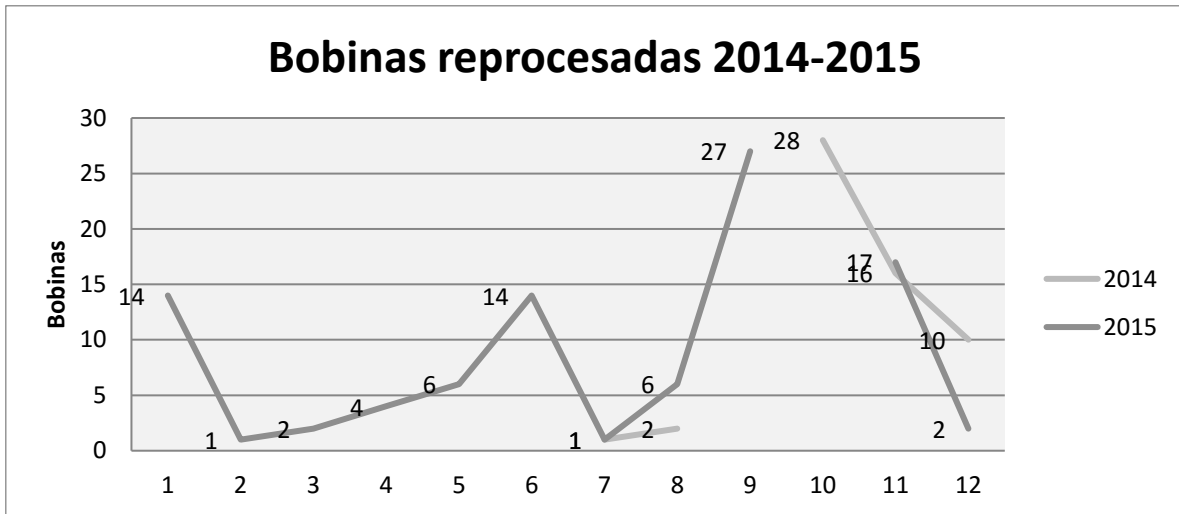


Figura 49 Bobinas reprocesadas Arrugas 2014-2015

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5 Desregistro de Impresión

La figura 50 presenta el resumen de bobinas de papel *Tiping* que debieron ser reprocesadas por defectos de desregistro de impresión, reportadas desde producción durante el periodo 2014-2015.

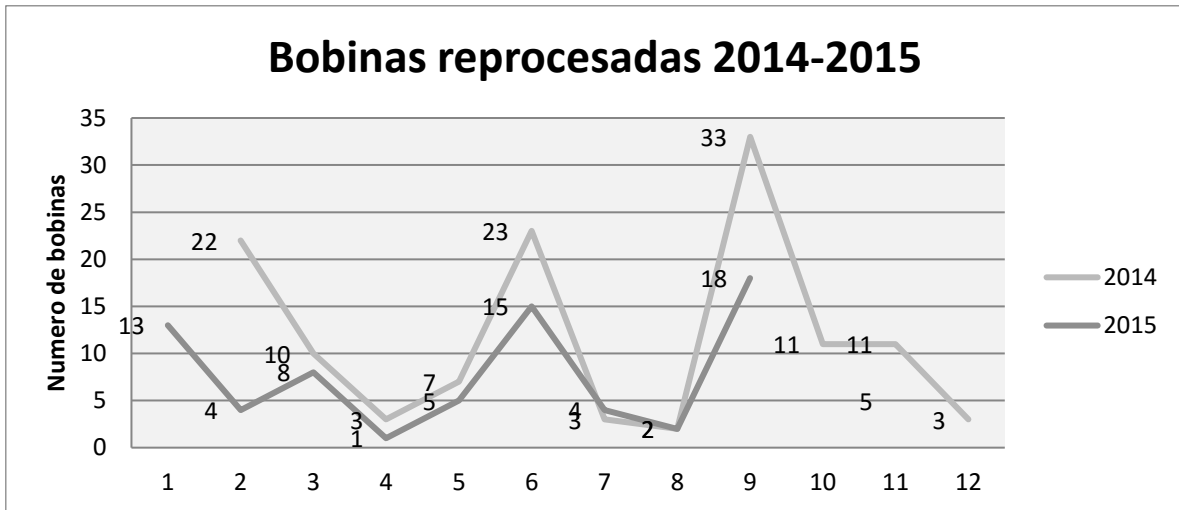


Figura 50 Bobinas reprocesadas desregistro 2014-2015

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6 Reunión círculo de calidad-COI

La figura 51 muestra una de las sesiones del círculo de calidad denominado: Condiciones de operación en impresión- COI



Figura 51 Reunión círculo de calidad

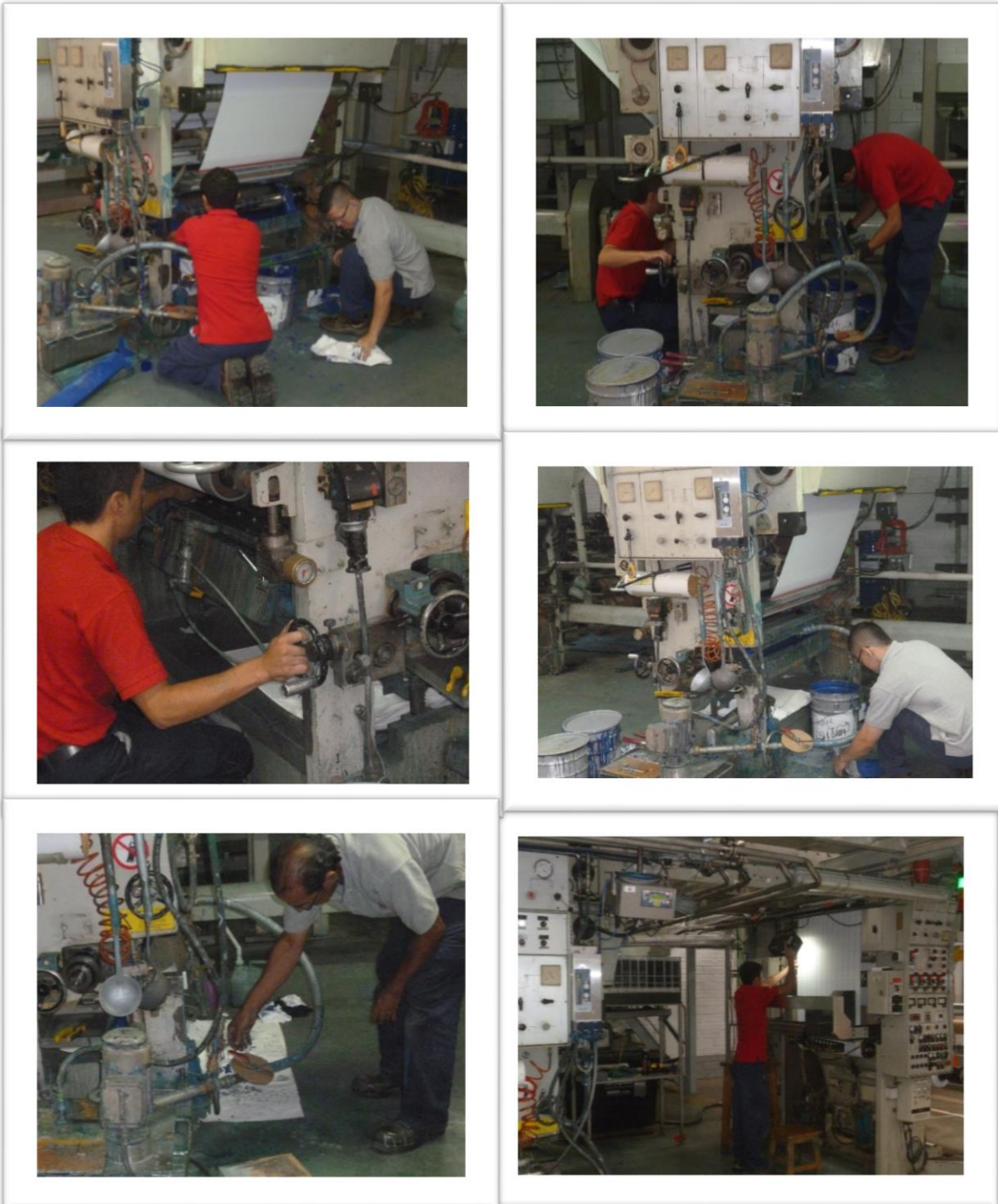
Anexo 7 Diseño de experimentos_ Manchas/Rayas de impresión

TOMA DE DATOS_PRUEBA EXPERIMENTAL: MANCHAS / RAYAS PROCESO DE IMPRESIÓN _ MAQUINA ALPHA II – Papers S.A.

N°	Fecha	Hora	Código de Operario	Pedido	Estación				N° Cilindro	¿Se usó tinta sobrante?		Código de Mezcla	N° Rollos	Tipo de cuchilla	Caudal	Ángulo de la cuchilla	Tipo de regador	Tipo de guarda	Metros antes de primer defecto
					1	2	3	4		Si	No								
1	22/04/2016	16:20	32	016054-1			X		211_7S	X		NA	3085039058E	Delgada	Mínimo	Máximo	Blanco	Modificada	3.705
2	22/04/2016	18:47	32	016054-1			X		211_7S	X		NA	3085039058R	Gruesa	Mínimo	Mínimo	Blanco	Modificada	8.740
3	22/04/2016	19:56	32	016054-1			X		211_7S		X	M0001303	3085039046C	Delgada	Mínimo	Máximo	Amarillo	Tradicional	1.600
4	22/04/2016	22:43	58	016054-1			X		211_7S		X	M0001303	3085039046E	Gruesa	Mínimo	Máximo	Amarillo	Modificada	2.305
5	23/04/2016	0:13	58	016054-1			X		211_7S		X	M0001303	3085039052D	Delgada	Máximo	Máximo	Blanco	Tradicional	10.150
6	23/04/2016	2:46	58	016054-1			X		211_7S	X		M0001303	3085039057C	Delgada	Máximo	Mínimo	Blanco	Modificada	4.900
7	23/04/2016	4:20	58	016054-1			X		211_7S		X	M0001303	3085039052C	Gruesa	Máximo	Mínimo	Amarillo	Modificada	1.400
8	23/04/2016	6:16	41	016054-1			X		211_7S		X	M0001303	3085039046D	Delgada	Mínimo	Mínimo	Blanco	Tradicional	3.952
9	23/04/2016	7:46	41	016054-1			X		211_7S		X	M0001303	3085039046A	Gruesa	Máximo	Máximo	Amarillo	Tradicional	2.300
10	23/04/2016	10:41	41	016054-1			X		211_7S		X	M0001303	3085039046E	Delgada	Máximo	Máximo	Amarillo	Modificada	2.800
11	23/04/2016	12:15	41	016054-1			X		211_7S		X	M0001303	3085039057D	Delgada	Máximo	Mínimo	Amarillo	Tradicional	1.650
12	23/04/2016	13:18	41	016054-1			X		211_7S		X	M0001303	3085039057D	Gruesa	Máximo	Mínimo	Blanco	Tradicional	10.100
13	23/04/2016	13:56	32	016054-1			X		211_7S		X	M0001303	3085039057A	Gruesa	Máximo	Máximo	Blanco	Modificada	2.200
14	23/04/2016	15:32	32	016054-1			X		211_7S		X	M0001303	3085039057B	Gruesa	Mínimo	Máximo	Blanco	Tradicional	3.050
15	23/04/2016	17:35	32	016054-1			X		211_7S		X	M0001303	3085039057R	Delgada	Mínimo	Mínimo	Amarillo	Modificada	1.890
16	23/04/2016	19:08	32	016054-1			X		211_7S		X	M0001303	3085039057E	Gruesa	Mínimo	Mínimo	Amarillo	Tradicional	2.405

Anexo 7.1

Diseño de experimentos_ Manchas/Rayas en impresión



Anexo 8 Formato entrevista

FORMATO DE ENTREVISTA	FECHA DE EMISIÓN: 13 JULIO / 2016 VERSIÓN: 2 DOCUMENTO CONTROLADO
------------------------------	---

FECHA:

NOMBRE DEL ENTREVISTADOR:

I. DATOS PERSONALES

NOMBRE DEL ENTREVISTADO: _____

CARGO : _____

III. SECCIÓN DE PREGUNTAS

¿Qué percepción tiene dl trabajo que se ha realizado?	
¿El trabajo desarrollado mejora en algún aspecto su labor dentro de la empresa?	
¿Conoce con detalle las condiciones de su puesto de trabajo?	
¿Ha cambiado de alguna manera su forma de pensar hacia las condiciones de su puesto de trabajo?	
¿El trabajo que se desarrolló ha aumentado de algún modo la motivación hacia su trabajo?	

OBSERVACIONES

Firma del
Entrevistador

Anexo 9 Resultados diagnóstico de Ambigüedad de Rol

En la tabla 31, se presentan los resultados de las entrevistas realizadas a los responsables del proceso de impresión de la empresa *Papers S.A.*, para medir el nivel ambigüedad de rol en el proceso.

Tabla 31 Resultados ambigüedad de rol

N°	Pregunta	SI	NO
1	Tengo claridad en el nivel de autoridad que tengo en mi puesto de trabajo.	2	5
2	Conozco cuales son los objetivos y metas que tengo en mi trabajo.	2	5
3	Poseo políticas y guías que me ayudan en mi trabajo.	2	5
4	Reconozco los motivos cuando me felicitan o me corrigen.	1	6
5	Sé que estoy haciendo una buena utilización del tiempo.	3	4
6	Sé cuáles son mis responsabilidades.	1	6
7	Poseo un método claro para realizar mis responsabilidades.	2	5
8	Sé con certeza como seré evaluado para obtener un ascenso o gratificación.	1	6
9	Sé cómo debo distribuir mi tiempo.	3	4
10	Tengo claridad de lo que se espera de mí.	1	6
11	Conozco con certeza a quien afecta mi trabajo.	4	3
12	Me dicen con frecuencia que tan bien estoy haciendo mi trabajo.	3	4
13	Me explican con claridad que es lo que debo hacer.	0	7
14	Desarrollo mi trabajo bajo directrices claras.	1	6
15	Estoy seguro que mi trabajo será aceptado por mi jefe.	2	5

Total preguntas	105	
Total respuestas SI / NO	28	77
Nivel de Ambigüedad de rol	73,3%	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10 Actividades Cambio de producción

Tabla 32 Actividades de cambio de producción

N°	ACTIVIDAD	N°	ACTIVIDAD
1	Ajustar Color	25	Montar material para prueba
2	Ajustar variables en el sistema de la máquina (tensión, calefacción)	26	Montar Papel base para la producción
3	Ajustar sensores de registro	27	Montar rodillo de Caucho
4	Bajar Cilindros o mangas de impresión	28	Montar tapa del Regador
5	Bajar Cuchillas y llevarlas a la mesa	29	Pasar material enhebrado pedido anterior
6	Bajar rodillos de caucho	30	Preparación de la tinta en Bodega MP*
7	Bajar rollo de producto terminado	31	Quitar enhebrado de material de estaciones inactivas
8	Cerrar paro de aseo y desmonte	32	Quitar guardas de protección de tintas
9	Cerrar tiempo de pedido a desmontar, buscar hoja de producción	33	Quitar protectores de tinta
10	Conectar Regador o manguera	34	Retirar Base de Regador y limpiar con acetato
11	Empatar material papel base para la producción	35	Retirar regadores o mangueras
12	Empatar material para prueba	36	Retroalimentación en el tanngo, Inicio de preparación
13	Limpiar Calderos de tinta con teflón	37	Sacar y llevar muestra para aprobar
14	Limpiar bandeja inferior de tinta con trapo	38	Traer cilindros o mangas de impresión
15	Limpiar bandejas superior de tinta con teflón y trapo	39	Traer Papel Base para producción
16	Limpiar cilindros o mangas de impresión	40	Traer Cuchillas
17	Limpiar guardas de protección de tintas	41	Traer papel base para prueba
18	Limpiar rodillo de caucho	42	Traer rodillos de caucho
19	Llevar las tintas del pedido anterior a bodega de solventes	43	Ubicar en cada Estación las herramientas necesarias para desmonte y montaje.
20	Medir Viscosidad y comparar con historial	44	Ubicar en cada Estación Trapos para limpiar
21	Montar base del Regador	45	Ubicar rollo de producto terminado en estiba de producto en proceso
22	Montar Cilindros o mangas de impresión	46	Vaciar la tinta para la producción
23	Montar Cuchillas	47	Vaciar tinta sobrante del caldero a las canecas
24	Montar guardas de protección de tintas		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11 Validación de resultados sobre la Ambigüedad de Rol

En la tabla 33, se presentan los resultados de las entrevistas realizadas a los responsables del proceso de impresión de la empresa *Papers S.A.* luego de la aplicación de la metodología propuesta, para medir el impacto de ésta sobre el nivel ambigüedad de rol en el proceso.

Tabla 33 Validación de resultados sobre la Ambigüedad de Rol

N°	Pregunta	SI	NO
1	Tengo claridad en el nivel de autoridad que tengo en mi puesto de trabajo.	6	1
2	Conozco cuales son los objetivos y metas que tengo en mi trabajo.	5	2
3	Poseo políticas y guías que me ayudan en mi trabajo.	7	0
4	Reconozco los motivos cuando me felicitan o me corrigen.	6	1
5	Sé que estoy haciendo una buena utilización del tiempo.	7	0
6	Sé cuáles son mis responsabilidades.	6	1
7	Poseo un método claro para realizar mis responsabilidades.	7	0
8	Sé con certeza como seré evaluado para obtener un ascenso o gratificación.	6	1
9	Sé cómo debo distribuir mi tiempo.	5	2
10	Tengo claridad de lo que se espera de mí.	7	0
11	Conozco con certeza a quien afecta mi trabajo.	5	2
12	Me dicen con frecuencia que tan bien estoy haciendo mi trabajo.	6	1
13	Me explican con claridad que es lo que debo hacer.	7	0
14	Desarrollo mi trabajo bajo directrices claras.	7	0
15	Estoy seguro que mi trabajo será aceptado por mi jefe.	5	2

Total preguntas	105	
Total respuestas SI / NO	92	13
Nivel de Ambigüedad de rol	12,38%	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12 Residuales del experimento

Tabla 34 Residuales del experimento

Orden de la corrida	Orden aleatorio	Residual
1	13	-2975
2	10	962,5
3	5	134,125
4	6	1530,875
5	15	1580
6	11	1020,75
7	4	-1236,625
8	9	146
9	8	-364,125
10	7	1260,875
11	3	-1648,375
12	12	432,5
13	16	-1045
14	14	-121,75
15	1	481,625
16	2	-158,375

Fuente: Elaboración propia