

**ANÁLISIS DE LA PROSPECTIVA DEL FUNCIONAMIENTO DE UN DISPOSITIVO
DE CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN DE ETIQUETAS EN
ETIPRESS S.A**

LUIS FERNANDO SÁNCHEZ DÍAZ

Informe de pasantía para optar al título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Director

MONICA ANDREA CAMARGO SALINAS

Industrial

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTA D.C.

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

-

-

-

-

-

-

David Leonardo Sotelo Tobón
Firma del Director

Adriana María Mesa Gómez
Firma del Jurado

Juan Camilo Cely Garzón
Firma del Jurado

Bogotá D.C., junio de 2023.

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente Institucional y Rector de Claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario General

Dra. José Luis Macías Rodríguez

Decano de Facultad de Ingeniería

Dra. Naliny Patricia Guerra Prieto

Director Programa de Ingeniería Industrial

Ing. Mónica Yinette Suarez Serrano

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente al autor.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios que me permitió llegar donde estoy y adquirir todo el conocimiento que ahora poseo, también quiero dar las gracias a mis papas y familiares que me han visto crecer tanto académicamente como personalmente, sé que me han visto pasar por muchas etapas de esfuerzo y dedicación en las cuales siempre me apoyaron y motivaron para salir adelante y así tener éxito en lo que me planteo, además quiero agradecer a las personas de la empresa en la cual desarrolle el trabajo ya que ellos siempre estuvieron dispuestos a colaborarme en todo lo que necesitaba resolviendo mis dudas y explicándome detalladamente cada uno de los procesos, finalmente me gustaría agradecer a todas aquellas personas que han pasado por mi vida ya que no importa si su paso fue breve traen consigo enseñanzas valiosas que pueden servir en un futuro.

AUTOR

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1. Descripción	11
2. ANTECEDENTES	14
2.1. Calidad	14
2.2. Imprenta	15
3. JUSTIFICACIÓN	17
4. OBJETIVOS	19
4.1. Objetivo general	19
4.2. Objetivos específicos	19
5. DELIMITACIÓN DEL TRABAJO	20
6. MARCO REFERENCIAL	21
6.1. Marco conceptual	21
6.1.1. <i>Control de calidad</i>	21
6.1.2. <i>Control estadístico de la calidad</i>	22
6.1.3. <i>Retorno de inversión</i>	23
6.1.4. <i>Mejora continua</i>	25
6.1.5. <i>Proceso de impresión</i>	27
6.1.6. <i>Internet industrial de las cosas (IIOT)</i>	28
6.2. Marco teórico	30
6.2.1. <i>Control de calidad: Herramientas y técnicas.</i>	30
6.2.2. <i>Retorno de inversión, importancia y como calcularlo</i>	34

6.2.3. <i>Mejora continua, sus principios y estrategias.</i>	35
6.3. Marco histórico	38
6.4. Marco normativo	41
6.4.1. <i>Normas referentes a la calidad</i>	41
6.4.2. <i>Leyes medioambientales</i>	45
6.5. Marco empresarial	46
7. DISEÑO METODOLÓGICO	48
7.1. Enfoque y método de investigación	48
7.2. Fuentes de información	48
7.3. Fases	48
7.3.1. <i>Fase exploratoria</i>	48
7.3.2. <i>Fase descriptiva</i>	49
7.3.3. <i>Fase de análisis</i>	49
8. RESULTADOS	51
9. CONCLUSIONES	75
BIBLIOGRAFIA	76

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Indicador costo no calidad	11
Figura 2. Tipo de proceso y los minutos para producir	12
Figura 3. Diagrama de árbol	13
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de impresión de etiquetas.	52
Figura 5. Montaje de rollo con cabidas y repeticiones.	54
Figura 6. Diagrama de Pareto con las PQR'S de los clientes.	58
Figura 7. Diagrama de Pareto de los defectos que detecta la cámara	59
Figura 8. Des registro	60
Figura 9. Manchas	60
Figura 10. Rebaba	61
Figura 11. Troquel corrido	62
Figura 12. Carencias de impresión	62
Figura 13. Porosidad	63
Figura 14. Diferencia de tonos	63
Figura 15. Arrugas en el plastificado	64
Figura 16. Franjeo	65
Figura 17. Imágenes no corresponden	65

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Características al momento de imprimir etiquetas	12
Tabla 2. Definiciones de control de calidad	21
Tabla 3. Definiciones de control estadístico de la calidad	23
Tabla 4. Definiciones de retorno de inversión	24
Tabla 5. Definiciones de mejora continua	25
Tabla 6. Definiciones de procesos de impresión	27
Tabla 7. Definiciones de internet industrial de las cosas	29
Tabla 8. Apartado “Determinación de los requisitos para los productos y servicios” de la Norma ISO 9001	41
Tabla 9. Apartado “Revisión de los requisitos para los productos y servicios” de la Norma ISO 9001	42
Tabla 10. Apartado “Cambios en los requisitos para los productos y servicios” de la Norma ISO 9001	44
Tabla 11. Apartado “Planificación del diseño y desarrollo” de la Norma ISO 9001	44
Tabla 12. Decreto 1076 de 2015, Titulo 7, capitulo 1, anexo 1	45
Tabla 13. Causas reportadas por los clientes debido a las no conformidades.	55
Tabla 14. Cantidad de ordenes de reposición en el 2020, 2021 y 2022	67
Tabla 15. Velocidades y cantidad de ordenes	67
Tabla 16. Productividad de la máquina	68
Tabla 17. Costo de material adicional	69
Tabla 18. Costo de reposiciones	70
Tabla 19. Total, de costos de reposicione y material adicional	70
Tabla 20. Costo ordenes incompletas	71
Tabla 21. Costos totales ahorrados	71
Tabla 22. Retorno de inversión	73
Tabla 23. Tabla de amortización	74

RESUMEN

En el siguiente trabajo se presentará un análisis de la funcionalidad de un dispositivo de control de calidad, durante el proceso de impresión de etiquetas y su retorno de inversión en la empresa Etipress S.A, basándose en los costos de la no calidad correspondientes al material adicional haciendo referencia a la materia prima que se añade de más mientras se imprime el trabajo para entregar completo al cliente, y de reposición lo que significa volver a producir una orden por un rechazo del comprador, incluyendo la entrega de producciones incompletas que no se envían con la cantidad solicitada por falta de calidad, y los tiempos de hora máquina que se podrían ahorrar si se implementa el dispositivo, con estas variables se identifica que la maquina se vuelve más productiva aumentando la velocidad lo que con lleva a un ahorro del 11% de tiempo al imprimir con un mayor grado de calidad, de esta misma forma calculando lo anterior se evidencia que la inversión se recupera a los 28 meses con un margen de error del 20% después de haber trabajado con el dispositivo, pero, al ser una inversión tan grande se debe pedir un préstamo al banco para financiar el proyecto dando como resultado que en algunos meses la empresa deba proporcionar más dinero aparte de lo que se economiza mensualmente.

Palabras clave: Control de calidad, retorno de inversión, rentabilidad, defectos, mejora continua, proceso de impresión.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

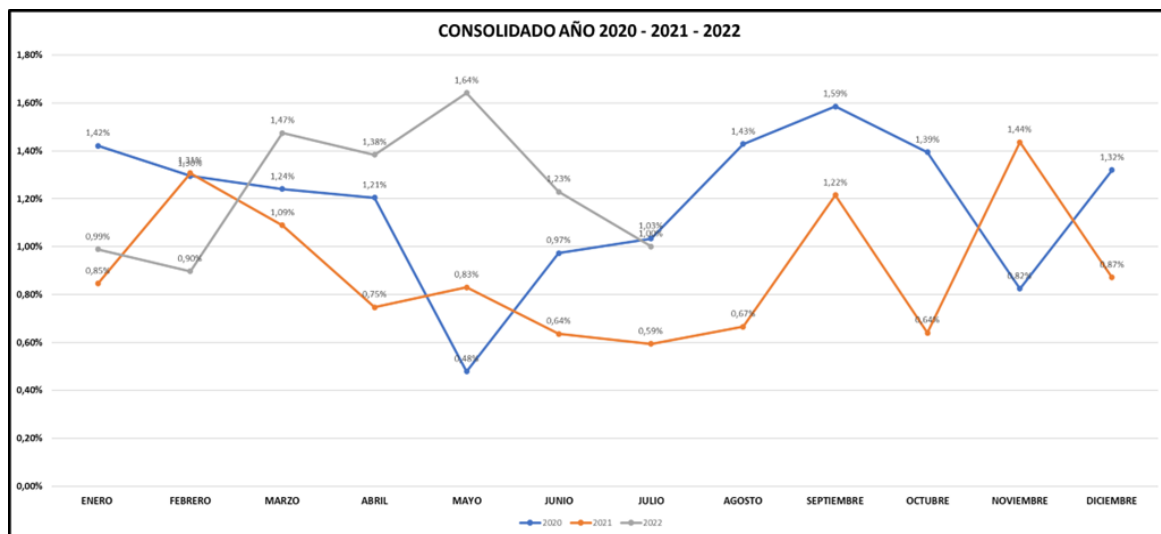
Para reconocer el problema principal de la investigación, se realizó un diagrama de árbol con sus respectivas causas y efectos, los cuales se mencionarán a continuación.

1.1. Descripción

En Etipress S.A se imprimen etiquetas autoadhesivas y fundas termo encogibles a partir de diferentes tipos de materiales, como el polipropileno y el polietileno, al momento de imprimir se encuentran diferentes causas que da pie a la incertidumbre de la instalación de un dispositivo de control, como lo son, la devolución y reposición de trabajos ya enviados, esto nos genera material adicional y como se ve en la figura 1. un punto crítico en el mes de mayo de 2020 donde los costos de no calidad eran muy bajos y pasa en el 2022 a ser el más alto de lo que lleva en el año, con esto generando un mayor costo de producción.

Figura 1

Indicador costo no calidad



Nota. La grafica muestra el indicador de costos de no calidad desde el año 2020 hasta el 2022, con respecto a lo facturado en cada mes.

Además de esto se encuentra los defectos y los trabajos no conformes que se envían implicando rechazos y reclamos por nuestros clientes debido a la falta de calidad. En conjunto con esto se evidencia un gran contraste en la velocidad que debe correr la maquina teóricamente (200m/min) [1] y en la que debe operar en la práctica como se puede evidenciar en la tabla 1,

Tabla 1.

Características al momento de imprimir etiquetas

PROCESO	TOTAL
M. LINEALES IMPRESOS	704.970
VELOCIDAD PROMEDIO (M/MIN)	30,14
PRODUCTIVIDAD	75,68
TRABAJOS IMPRESOS	193
HORAS DE ATRASO	-122

Nota. En la tabla se puede observar la velocidad media a la que la maquina opera y los metros lineales impresos a esta velocidad.

Esto se debe a el miedo que tienen los operarios de dañar los trabajos, todo esto conlleva a la tardanza en la impresión aumentando el tiempo de procesamiento que a su vez provoca un mayor lead time y baja productividad en los procesos, como se analiza en la figura 2.

Figura 2.

Tipo de proceso y los minutos para producir



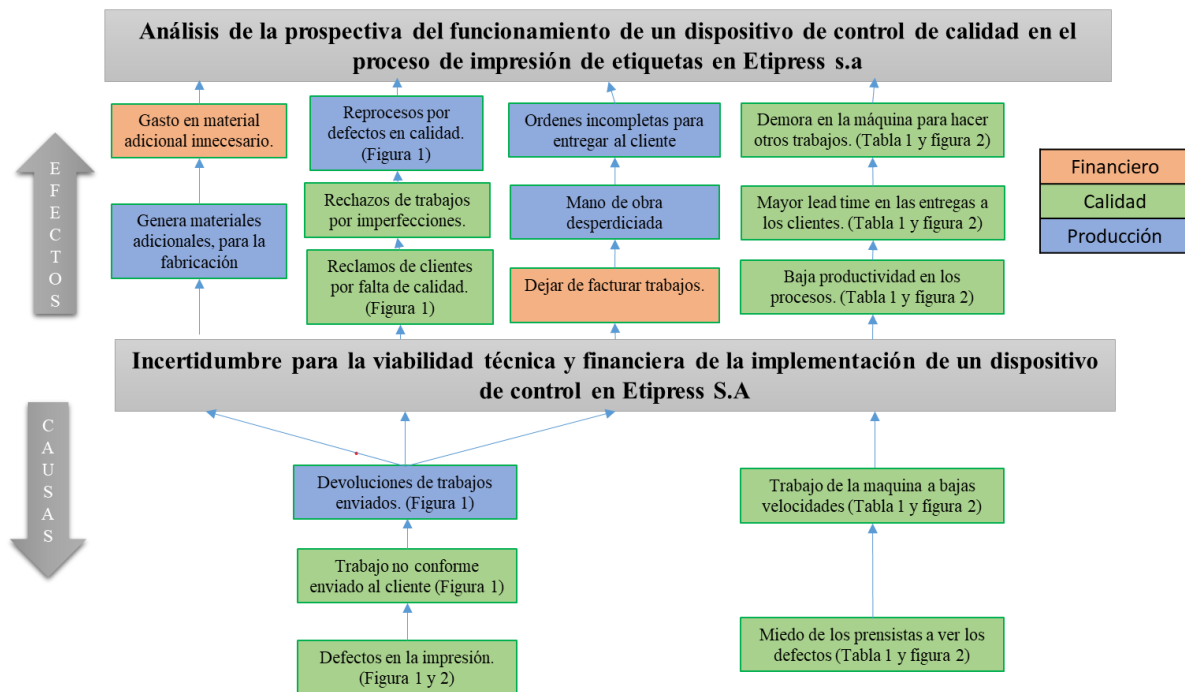
Nota. En la gráfica se toma como relación el mes de julio ya que son los datos más recientes recolectados a la fecha.

Como se puede observar en la figura anterior los minutos que más se gasta es en impresión ya que esta es la labor de la empresa, pero si la velocidad de la maquina aumentara este tiempo podría ser igual con la diferencia que se podrían producir aún más trabajos.

Gracias a las causas y efectos anteriores se crea un diagrama de árbol que permite analizar mejor el problema y una posible solución, como se observa a continuación.

Figura 3.

Diagrama de árbol



Nota. En el diagrama de árbol anterior se ven plasmadas las causas y efectos dichos anteriormente.

2. ANTECEDENTES

Se realiza una recopilación de información con el fin de acercarse a los temas relacionados y descubrir la existencia de algunas líneas de investigación.

2.1. Calidad

A medida que pasan el tiempo los humanos necesitan satisfacer sus necesidades, pero para hacer esto se requiere de ciertos estándares de calidad que hagan sentir conforme a la persona que se le brinda ese servicio o producto, siendo así que desde tiempo atrás todo esto se veía naciente, en la edad media los artesanos tenían una estrecha relación con los clientes, donde ellos pedían ciertas cosas y lo cumplían tal como se les pedía, en este caso la calidad se basaba en la destreza y popularidad de los fabricantes, lo mismo sucedió en la época de la revolución industrial cuando ya se hacían los trabajos en máquinas que convertían materia prima en producto final, pero con las especificaciones que el cliente le daba al operario, lo que quiere decir que la calidad dependía de la persona a cargo de la máquina. Para poner más en contexto años más cercanos se puede hablar de la década de los ochenta donde era significativo la prevención y no la corrección debido a que la calidad era un requisito necesario para poder ser competitivo en el mercado [2].

Pero la calidad no solo es tener un producto extraordinario, sino que también se puede definir como lo hizo Ishikawa en 1994 planteando que se diseña, fabrica y vende productos que le den satisfacción al cliente y este los use para lo que los tenga destinados [2], o como Reeves y Bednar revisaron en el mismo año la calidad puede tener diferentes significados como la conformidad con las especificaciones, la aptitud para el uso del producto y muchas otras más [3], estas hacen que una empresa por obligación deba tener calidad en sus productos para entrar a ser competitiva en el mercado.

Teniendo en cuenta esto la empresa se enfoca en dar los mejores resultados a los requerimientos de los clientes para poder cumplir sus necesidades siendo así que al momento de la imprimir ya sea las fundas o las etiquetas este tiene su inspector de calidad que compara el producto que brinda el cliente y cada una de sus especificaciones con el que se está fabricando en la máquina, además de esto cuando se separan los rollos por individual se vuelve a hacer inspección por si algún defecto se pasó en lo primero, esto lo que nos dice es que al momento de enviar el producto al cliente este se va a entregar con muy pocos defectos. Al hacer todo este procedimiento a paso asegura que los

clientes queden satisfechos con los productos ofrecidos, pero no garantiza que todo lo que se envía llegue con la calidad total ya que en algunos momentos pueden pasar errores que ni los operarios ni los inspectores detectan, no solo hacen esto, sino que también cuando llega un material o tinta para aplicar a la producción se revisa que llegue conforme a lo que se pidió para que no varíe las especificaciones que pidió el cliente.

En el año 2021 un estudiante de la Universidad de América propuso una mejora de la calidad de los servicios ofrecidos en un centro de diagnóstico automotor con el fin de involucrar actividades que ayuden a la competitividad de las empresas similares, luego de hacer ciertos análisis y encuestas a los clientes para saber su estado de satisfacción y que expectativas tenían con respecto a lo que querían y necesitaban, y como resultado la fidelización de los clientes y el cumplimiento de índices dándole un valor agregado a la empresa, haciendo que ese centro de diagnóstico sea más competitivo en el mercado[4].

2.2. Imprenta

Para poder hablar se necesita tener en claro cómo empezó la imprenta y que cambios ha tenido hasta llegar a su creación, todo se remonta al siglo VIII cuando los japoneses y los chinos ya habían creado su propio método de impresión el cual consistía en tallar bloques de madera y poner encima tinta para posteriormente colocar una hoja y hacer presión sobre ella para que lo que trataban de hacer entender quedara plasmado en ella, este método tomaba un poco de tiempo realizarlo pero los resultados eran muy buenos[5].

Luego de esto se pasa a 1437 donde Johannes Gutenberg encarga a Korad Sasbach de crear los moldes para fundir letras de plomo que se unían una a una formando palabras en relieve y así poder imprimir con ellas sobre papel, con esto en 1447 logro hacer un calendario y posteriormente en 1451 una gramática de latín, pero su obra más popular fue imprimir la biblia, su invento permaneció y no se modificó hasta principios del siglo XX.

Mientras van pasando los años las técnicas van avanzando y se han ido creando nuevas técnicas ya que en 1710 Jakob Christof descubre la tricromía que es imprimir imágenes, pero a partir de tres colores los cuales son el rojo, el azul y el amarillo, en ese mismo año J. Van der Mey inventa la estereotipia la cual consiste en la reproducción masiva, de bajo costo y rápida de imprimir en relieve basadas en planchas de plomo.

Años más adelante, exactamente en 1796 el austriaco Alois Senefelder inventa la técnica la cual se conoce como litografía, esta consiste en emplear placas de piedra caliza y sobre ella dibujos con colores grasos y luego se humedece con agua esta penetrara la piedra solo en los lugares no cubiertos por los trazos, gracias a esto en 1826 Alois pudo patentar la litografía en color logrando una técnica simplificada.

Veinte años después el inglés Smart crea una rotativa para impresión litográfica en la que se automatiza el proceso, excepto en las entradas y salidas del material, lo que conlleva a surgir la primera impresión en offset, para que en 1948 el diario The Times pusiera en funcionamiento una rotativa de ese tipo por primera vez. Pasando así a 1859 cuando Warren de la Rue desarrolla nuevas planchas que permiten imprimir libros hechas de glicerina y cola, a esta técnica se le denomina hectografía y no solo esto sino que a principios de los años ochenta Meisenbach patento un proceso de impresión fotográfico basado en las propiedades que tienen algunas resinas cuando la luz pasa sobre ellas, a la cual se le denomina autotipia, para así en 1904 la litografía llega a su punto máximo de desarrollo de impresión en offset y es la cual se utiliza en la actualidad.[6]

En el año 2021 Leidy Marcela Garzón hace un artículo de grado en el cual habla sobre los costos de calidad en los procesos operativos de una empresa litográfica, los cuales hacen que la empresa sea más productiva y que esto a su vez conlleve una mayor ventaja para ser más competitivos, concluyendo que los costos para prevenir los errores y evaluar la mejora de los procesos deberían aumentar para que también así se eleve la satisfacción del cliente. [7]

3. JUSTIFICACIÓN

Para mejorar el proceso de impresión de etiquetas y fundas termo encogibles en Etipress S.A y dar mayor calidad se plantea implementar un dispositivo de control el cual es una cámara de inspección que ayuda a intervenir los defectos que pueden surgir, esto gracias a que puede controlar diferentes variables, como el color que lleva cada etiqueta, y los textos de cada diseño, es importante resaltarlo debido a la similitud de las referencias en los productos solicitados por el cliente, llevando a que se tengan variaciones con pequeños detalles.

Además de esto también ayuda a controlar los registros de impresión, lo que significa que cada una de las tintas debe caer exactamente en un punto específico para que la imagen no quede corrida y los colores queden alineados, esto ya que al momento de imprimir las etiquetas o fundas tienen diferentes formas y colores, cabe aclarar que entre más figuras tenga el producto, más complejo será el registro.

En el desarrollo del proceso se hace un alistamiento en el cual se debe ajustar la máquina para que las imágenes concuerden con el diseño que la cliente especifica, el dispositivo de control que se requiere para la mejora de la producción y calidad se ubicara al final, ya que, si se coloca en algún otro lugar, al avanzar el trabajo puede que salgan defectos que la cámara no podría detectar. Todo esto es de mucho valor ya que dar gran calidad a los productos es muy importante debido a que si se cumple con los requerimientos que tiene los clientes hace que se acuerden de la empresa y la tengan en cuenta para sus futuros proyectos, fidelizándolos a la empresa, siendo más competitivos en el mercado y teniendo un mayor reconocimiento con otras empresas.

Además de esto cuando una empresa no cumple con las especificaciones que el cliente necesita genera reclamos y rechazos que la empresa tiene que cumplir generando un gasto extra y desperdiciando material que se puede usar en otras producciones, adicionando el tiempo perdido que se usa para reponer los trabajos ya enviados al cliente.

Al momento de tener un dispositivo de control de calidad en la maquina lo que puede ofrecer es disminuir la cantidad de errores en los productos que se envían al cliente y el tiempo perdido va a ser menor, haciendo de ese tiempo más próspero usándolo en la fabricación de otros productos, completando las ordenes como las pide el comprador y facturando más al momento de hacer las órdenes.

Al revisar las velocidades de la maquina teóricamente debería a correr a 200 m/min[1] de lo cual en la práctica no se hace ya que el ojo humano a esa velocidad no alcanza a detectar los defectos que algún trabajo pueda tener, haciendo que los operarios muevan la maquina hasta donde puedan ver y estar seguros que el trabajo está bien, ya que si queda con algún error ellos van a ser los responsables de imprimirlos, esto generando miedo para la elaboración acarreado que un trabajo que se deba sacar en una hora se termine en un mayor tiempo. Si se logra subir la velocidad sin tener desperfectos en los productos ofrecidos y con esto entregar los trabajos más rápido se puede reducir los costos de producción bajando los precios del producto y aumentando las utilidades ayudando a la empresa a ser más competitiva en el mercado, dando a los clientes una buena impresión cumpliendo con cada una de las fechas establecidas y satisfaciendo sus necesidades.

Adicionando a esto cabe aclarar que él no cometer errores es bastante importante en la industria litográfica porque al imprimir los diferentes diseños a la empresa se convierte en la imagen del cliente cuando el producto sale a la venta, pero no solo esto, para la empresa es muy beneficioso no cometer errores ya que los costos de no calidad hacen que las empresa no sea tan competitiva y la rentabilidad de la empresa baja, cuando se pasa a hablar sobre las afectaciones de la baja calidad para los clientes es muy relevante ya que si no se satisface la necesidad del clientes, estos van a terminar cambiando de proveedor y las ventas disminuyen. [7]

4. OBJETIVOS

Para el desarrollo de la investigación se plantean a continuación una serie de objetivos generales y específicos.

4.1. Objetivo general

Analizar la prospectiva del funcionamiento de un dispositivo de control de calidad en el proceso de impresión de etiquetas en Etipress S.A.

4.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis comparativo entre las devoluciones y quejas que se presentarían con y sin el uso del dispositivo para saber si al implementarlo ayuda a la mejora de la satisfacción de los clientes.
- Analizar la funcionalidad del dispositivo de control en el proceso de impresión de etiquetas para la optimización del mismo.
- Calcular el retorno de inversión analizando los problemas en la parte productiva, técnica y financiera que se pueden solucionar con el dispositivo, para la rentabilidad de la empresa.

5. DELIMITACIÓN DEL TRABAJO

El proyecto presentado se va a realizar en la empresa Etipress S.A ubicada en la ciudad de Bogotá, con una duración de cuatro (4) meses, en los cuales se va a recopilar la información de la empresa y las falencias que pueden existir determinando el impacto que puede tener un dispositivo de control de calidad analizándolo desde un punto técnico hasta lo financiero.

6. MARCO REFERENCIAL

En el marco referencial se va a hablar en los conceptos que se van a tratar y van a ser importantes para la investigación, además de esto se va a profundizar y ayudar entender porque son necesarios y la historia de cada uno de ellos, adicionando el lado legal y la descripción del proceso de la empresa.

6.1. Marco conceptual

A continuación, el marco conceptual ayuda a entender mejor cuales son las palabras y términos claves en la investigación aportando ideas para el desarrollo de la propuesta.

6.1.1. Control de calidad

Como se puede ver en la siguiente tabla los autores tienen diferentes puntos de vista sobre lo que puede ser el control de calidad, para este caso se pueden utilizar las definiciones que cada uno aporta ya que se puede decir que el control de calidad es un conjunto de técnicas que se usan para orientar las etapas esto con el fin de que los productos sean más útiles, económicos y puedan satisfacer las necesidades de los clientes.

Tabla 2.

Definiciones de control de calidad

Autor	Definición
"Manual de control de la calidad" J. M. Juran 1974	"Control de calidad es el proceso de regulación a través del cual podemos medir la calidad real, compararla con las normas y actuar sobre la diferencia". [8]
"Control de calidad" Bretrand L. Hansen Prabhakar M. Ghare 1990	"Se denomina control de calidad al conjunto de técnicas y procedimientos de que sirve la dirección para orientar, supervisar y controlar todas las etapas mencionadas hasta la obtención de un producto de la calidad deseada". [9]

Kaoru Ishikawa 1986	“Desarrollar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea más económico, el útil y siempre satisfactorio para el consumidor”. [10]
----------------------------	---

Nota. En la tabla están las definiciones del concepto de Control de Calidad según varios autores, relacionados con la investigación. **Tomado de:** J. M. Juran, F. M. Gryna Jr, y R. S. Bingham Jr, Manual de control de la calidad. Volumen 1. Reverte, 2012., G. Hansen, Control de calidad. Diaz de Santos, 1991, Cubillos Rodríguez, M. C., y D.Rozo Rodríguez (2009). El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. Revista de la Universidad de La Salle, (48), 80-99.

6.1.2. Control estadístico de la calidad

En este caso no se encontraron más definiciones de lo que es el control estadístico de calidad, por lo cual se utiliza lo que dicen los autores expuestos en la tabla entendiendo que es un control de varias técnicas con las cuales se utiliza la estadística esto implementándolo en los procesos industriales o en los procesos administrativos haciendo que se cumplan ciertas exigencias de calidad.

Tabla 3.

Definiciones de control estadístico de la calidad

Autor	Definición
“CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD: UNA APLICACIÓN PRÁCTICA” Mariana Palacios Lopez Victor Gisbert Soler 2018	“Es la aplicación de diferentes técnicas estadísticas a procesos industriales (mano de obra, materias primas, máquinas y medio ambiente), procesos administrativos y/o servicios con objeto de verificar si todas y cada una de las partes del proceso y servicio cumplen con unas ciertas exigencias de calidad y ayudar a cumplirlas, entendiendo por calidad ‘la aptitud del producto y/o servicio para su uso’ [11]

Nota. En la tabla esta la definición del concepto de Control de Estadístico de Calidad según autor, relacionados con la investigación. **Tomado de:** M. Palacios López y V. Gisbert Soler, control estadístico de la calidad: una aplicación práctica. Editorial Científica 3Ciencias, 2018.

6.1.3. Retorno de inversión

Según la tabla 4 diferentes autores plantean sus definiciones de lo que puede ser retorno de inversión, para este caso se puede tomar en cuenta es la de “Medición del desempeño: retorno sobre inversión, ROI; Ingreso residual, IR; Valor económico agregado, EVA; Análisis comparado” escrita por Carlos Fernando Cuevas ya que necesitamos saber si lo que invertimos lo vamos a recuperar con las ganancias que nos traiga a largo, mediano o corto plazo.

Tabla 4.*Definiciones de retorno de inversión*

Autor	Definición
<p>“Del ROI al OIR: El retorno de la inversión de la comunicación empresarial y publicitaria en medios sociales”</p> <p>Araceli Castello Martínez</p> <p>2012</p>	<p>“El retorno de inversión (ROI) es un valor porcentual que se calcula en base a la inversión realizada y los beneficios obtenidos”. [12]</p>
<p>“Medición del desempeño: retorno sobre inversión, ROI; Ingreso residual, IR; Valor económico agregado, EVA; Análisis comparado”</p> <p>Carlos Fernando Cuevas Villegas</p> <p>2001</p>	<p>“Es una razón que relaciona el ingreso generado por un centro de inversión a los recursos (o base de activos) usados para generar ese ingreso”. [13]</p>
<p>“Aproximación al cálculo de la tasa de retorno sobre la inversión en proyectos Intranet”</p> <p>José Simancas García</p> <p>Farid Meléndez Pertuz</p> <p>Rubén Sanchez Dams</p> <p>Jaime Vélez Zapata</p> <p>2016</p>	<p>“El ROI se expresa como un porcentaje de los beneficios que una inversión generará. Se obtienen los beneficios al dividir los ahorros en costos y ganancias generadas por la inversión, entre el costo de la misma”. [14]</p>

Nota. En la tabla están las definiciones del concepto de Retorno de Inversión según varios autores, relacionados con la investigación. **Tomado de:** A. Castello-Martinez, Del ROI al IOR:

el retorno de la inversión de la comunicación empresarial y publicitaria en medios sociales. Asociación Española de Investigación de la Comunicación, 2012, C. Villegas y C. Fernando, “Medición del desempeño: retorno sobre inversión, roi; ingreso residual, ir; valor económico agregado, eva; análisis comparado”, *Estud. gerenc.*, vol. 17, núm. 79, pp. 13–22, 2001, J. Simancas-García, F. Meléndez-Pertuz, R. Sánchez-Dams, y J. Vélez-Zapata, “Aproximación al cálculo de la tasa de retorno sobre la inversión en proyectos Intranet”, *Revista espacios* | Vol. 37 (No 16) Año 2016, 2016.

6.1.4. Mejora continua

La mejora continua es mencionada por diferentes autores que la ven desde muchos puntos de vista, para este caso vamos a usar todos los conceptos aportados ya que se busca usar diferentes estrategias que ayuden a maximizar nuestra suficiencia, utilizando los recursos que tenemos, haciendo esto de forma constante en la empresa.

Tabla 5.

Definiciones de mejora continua

Autor	Definición
<p>“Mejora continua de la calidad en los procesos”</p> <p>Manuel García P Carlos A. Quispe Luis G. Ráez</p> <p>2003</p>	<p>“Mejora continua es una “actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos” siendo los requisitos la “necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria””. [15]</p>
<p>“Mejora continua de los procesos. Herramientas y técnicas”</p> <p>Elsie Bonilla Bertha Díaz Fernando Kleeberg</p>	<p>“Es una estrategia empresarial utilizada para elevar el desempeño de los procesos y consecuentemente la satisfacción de los usuarios, y como tal está constituida por una serie de programas de acción y uso de</p>

<p>María Teresa Noriega</p> <p>2010</p>	<p>recursos; puede desarrollarse en los niveles operativos, tácticos y estratégicos”. [16]</p>
<p>“Auditorías, Mejora Continua y Normas ISO: factores clave para la evolución de las organizaciones”</p> <p>Janett Yáñez</p> <p>Raiza Yáñez</p> <p>2012</p>	<p>“La mejora continua es la clave del cambio/evolución exitosa de la organización”. [17]</p>
<p>Prado</p> <p>2003</p>	<p>“Es una de las herramientas básicas para aumentar la competitividad en las organizaciones. Esta filosofía se apoya en la explotación de los recursos de la compañía, especialmente los recursos humanos”. [18]</p>
<p>Bond</p> <p>1999</p>	<p>“La mejora continua debe significar un modo de vida dentro de la organización”. [18]</p>

Nota. En esta tabla están las definiciones del concepto de Mejora continua según varios autores, relacionados con la investigación. **Tomado de:** M. García P., C. Quispe A., y L. Ráez G., “Mejora continua de la calidad en los procesos”, Ind. data, vol. 6, núm. 1, p. 089, 2014, E. Bonilla Pastor de Céspedes, B. H. Díaz Garay, F. Kleeberg Hidalgo, y M. T. Noriega Aranibar, Mejora continua de los procesos: herramientas y técnicas. Universidad de Lima. Fondo Editorial, 2010, Redalyc.org. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215026158006.pdf>. [Consultado: 23-oct-2022], J. A. Marin-Garcia, Y. Bautista-Poveda, y J. J. Garcia-Sabater, “Levels in the evolution of continuous improvement: A multiple case study”, Intang. cap., vol. 10, núm. 3, 2014.

6.1.5. *Proceso de impresión*

En la tabla 6 vemos que concepto tienen diferentes autores con respecto a lo que significa el proceso de impresión y para lo que se necesita en este caso se pueden utilizar las dos definiciones que se tienen ya que el proceso de impresión se basa en la transferencia de tinta a un sustrato por medio de unos cilindros que cuando pasa por diferentes estaciones queda el diseño impreso en el material.

Tabla 6.

Definiciones de procesos de impresión

Autor	Definición
<p data-bbox="235 913 784 1018">“Implementación del sistema SMED en un proceso de impresión flexográfica”</p> <p data-bbox="345 1089 675 1123">Freddy Sarango Martínez</p> <p data-bbox="391 1157 630 1190">Jorge Abad Moran</p> <p data-bbox="477 1262 542 1295">2001</p>	<p data-bbox="821 741 1396 1484">“El proceso flexográfico es un método de impresión directo, que se basa en la transferencia de tinta de un sustrato a otro. En un cilindro metálico se coloca una plancha de caucho o foto polímero (clisé), el cual toma tinta de un rodillo de dosificación (anilox) y la transmite posteriormente a un sustrato. Por cada vuelta que da el rodillo con la plancha, se produce una imagen completa sobre el sustrato”. [19]</p>
<p data-bbox="235 1568 784 1778">“Implementación de la metodología SMED en el proceso de impresión flexográfico para la</p>	<p data-bbox="821 1543 1396 1850">“Es conocido como el proceso clave dentro de la empresa ya que le agrega valor a los productos y eleva considerablemente el margen de ganancia, el proceso de impresión flexográfica consiste en la transferencia de tinta a través de plantillas de goma las cuales</p>

<p>reducción de tiempos de setup en una industria productora de envases plásticos flexibles”</p> <p>Abril Jiménez Jefferson Bolívar</p> <p>2019</p>	<p>llevan impreso en relieve el diseño a imprimir, las cuales mediante un sistemas entintador compuesto por un cilindro anilox y una cámara de aportación de tinta, recogen tinta para transferirla luego al sustrato, el mismo que luego es embobinado para obtener como producto terminado rollos impresos que pueden venderse directamente así o pasar a siguientes procesos que le agregaran más valor, dentro de las especificaciones más importantes a tener en cuenta en este proceso tenemos los colores, diseño, tamaño de impresión y resistencias mecánicas y químicas de las diferentes tintas”. [20]</p>
---	---

Nota. En esta tabla están las definiciones del concepto de Proceso de Impresión según varios autores, relacionados con la investigación. **Tomado de:** F. Sarango Martinez y J. F. Abad Morán, “Implantación del sistema smed en un proceso de impresión flexográfica”, 2009, A. Jiménez y J. Bolívar, “Implementación de la metodología SMED en el proceso de impresión flexográfico para la reducción de tiempos de setup en una industria productora de envases plásticos flexibles”, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial., 2019.

6.1.6. Internet industrial de las cosas (IIOT)

En la siguiente tabla se va a hablar de los aportes que diferentes autores dieron acerca de lo que significa el internet industrial de las cosas, en este caso se puede utilizar en conjunto lo que dicen todos ya que para ellos es la conexión entre las máquinas y lo físico creando procesos industriales más inteligentes para la evolución de la industria y el dispositivo de control lo que hace es conectarse con la máquina de impresión mostrando al operario los defectos que se pueden llegar a presentar para poder detener la producción a tiempo y corregir el error.

Tabla 7.*Definiciones de internet industrial de las cosas*

Autor	Definición
<p data-bbox="261 411 756 558">“Introduction to the special section in software architecture and to model Industrial Internet of Things”</p> <p data-bbox="386 611 634 842">Lazo Qiu Dapeng Oliver Wu Prathap Pathi 2017</p>	<p data-bbox="821 422 1398 846">“El Internet Industrial de las cosas (IIOT) se refiere a la estrecha integración de la computación, redes y objetos físicos para la industria, en el cual dispositivos integrados están conectados en red para detectar, monitorizar y controlar el mundo físico para promover el progreso de los negocios y la fabricación”. [21]</p>
<p data-bbox="266 1083 751 1167">“Metamodelo para la integración de la Internet de las cosas y redes sociales”</p> <p data-bbox="305 1224 712 1339">Jose Ignacio Rodriguez Molano 2017</p>	<p data-bbox="821 915 1398 1507">“El Internet industrial de las cosas (IIOT) está conectando las máquinas entre sí con el mundo físico de los sensores, cada vez más omnipresentes, aumentando la velocidad de los negocios y el desarrollo industrial de forma exponencial, su principal objetivo es posicionar dispositivos inteligentes en diferentes ubicaciones para capturar, almacenar y administrar la información para que sea accesible en cualquier parte del mundo para cualquier persona” [22]</p>
<p data-bbox="246 1562 773 1703">“Reliable and prioritized communication using polarization diversity for industrial Internet of Things”</p> <p data-bbox="380 1755 638 1787">Ritesh Kumar Kalle</p>	<p data-bbox="821 1587 1398 1787">“Internet industrial de las cosas (IIOT) es una clase especial de redes industriales con el objetivo de interconectar sensores integrados en la infraestructura de los sistemas de</p>

2016	vigilancia desplegados en el terreno o alojados en servicios en la nube” [23]
“An efficient authorization framework for securing industrial Internet of Things” Guizi Chen Wee Siong Ng 2017	“El IIOT es una pila de tecnología que combina internet de las cosas, Máquinas, ordenadores y personas habilitando la transformación de negocios inteligentes a través del análisis avanzado de Big Data” [24]

Nota. En esta tabla están las definiciones del concepto de Internet Industrial de las cosas según varios autores, relacionados con la investigación. **Tomado de:** T. Qiu, D. O. Wu, y P. Prathap, “Introduction to the special section on Software Architecture and Modeling for Industrial Internet of Things”, *Comput. Electr. Eng.*, vol. 58, pp. 241–243, 2017, R. Molano y J. Ignacio, “Metamodelo para la integración de la Internet de las cosas y redes sociales”, Universidad de Oviedo, 2017, R. K. Kalle, “Reliable and prioritized communication using polarization diversity for industrial Internet of Things”, en 2016 IEEE Conference on Wireless Sensors (ICWiSE), 2016, pp. 89–94, G. Chen y W. S. Ng, “An efficient authorization framework for securing industrial Internet of Things”, en TENCON 2017 - 2017 IEEE Region 10 Conference, 2017, pp. 1219–1224.

6.2. Marco teórico

Según lo visto anteriormente se sabe que cada uno de los autores tiene diferentes puntos de vista en cuanto a que significa cada uno de los conceptos importantes que se deben comprender para este proyecto, a continuación, se va a explicar un poco más a fondo cual es la definición que se va a escoger en este proyecto con respecto al control de calidad, y a su vez cuales son las técnicas que existen para detectar los problemas que se tienen en sentido a la calidad que se entrega.

6.2.1. Control de calidad: Herramientas y técnicas.

Todos los autores que dieron su definición con respecto al control de calidad son importantes y destacables para ayudar a entender un poco más acerca de este tema, ya que se pueden unir todos los aportes dados para completar así una definición que sea más acorde al proyecto, se puede decir que es un conjunto de técnicas con las que se puede orientar y monitorear las etapas de la

producción para desarrollar y mantener un producto con la calidad deseada, que sea económico, útil y satisfactorio para el cliente.

Para llegar a esto se crearon distintas herramientas que pueden ser útiles a momento de controlar los procesos y saber si hay algún problema con la calidad del producto, estas son:

- Hoja de recopilación de datos.
- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de causa-efecto.
- Histograma.
- Estratificación.

Estas son unas de las herramientas entre otras que son las más utilizadas para ayudar a controlar la calidad y no solo esto sino también poder mejorarla, seguidamente se procederá a explicar uno a uno, para saber qué es y cómo funciona al momento de ayudar al control de la calidad, además de mostrar cuales son las ventajas que se tiene al usar algunos de ellos.

6.2.1.a Hoja de recopilación de datos. Es usada principalmente para recoger los datos que se necesitan para luego hacer un análisis más detallado de la información. Esto resulta bastante útil según como se usen esos datos y también tener en claro que se va a hacer después de tener los análisis hechos, debido a que con base en esto se va a tomar decisiones importantes en los procesos.

La hoja de datos se elabora con respecto a lo que se quiera llegar ya que debe ser de forma clara y sencilla, esto con el fin de que cuando las personas encargadas recojan los datos y los registren sea de la forma más sencilla posible, para poder facilitar la recolección de los mismos se utilizan hojas estandarizadas de acuerdo a las exigencias que se tengan. Comúnmente las hojas deben tener un encabezado en el cual recopile los datos para poder organizar y entender mejor al momento de recogerlas, como, por ejemplo, la fecha, el producto que se está fabricando, el operario, el turno y el número de elementos que se revisaron, entre otros.

Ahora bien, el tipo de hojas que se recopilan generalmente son las de datos cuantificables, la de recopilación de los datos que son medibles, la de situación de defecto y hoja de síntesis. [25]

6.2.1.b Diagrama de Pareto. Es una herramienta grafica que ayuda a identificar los problemas más importantes, esto en función de la cantidad de veces que ocurre o los costos sea en tiempo o dinero que pueda llegar a generar, y no solo eso, sino que también permite saber y dejar en claro cuáles son las prioridades a intervenir. Es decir, es un tipo de distribución de frecuencias basado en el principio de Pareto o mejor conocido como el 80/20, este nos muestra que el 80% de los inconvenientes son producidos por el 20% de las causas. Este principio es uno de los más importantes ya que nos clasifica entre los problemas más críticos que la mayoría de veces son una minoría y los errores menos graves.

Para poder elaborar el diagrama de Pareto se necesitan ciertos pasos, esto son:

- Decidir como clasificar los datos.
- Determinar el tiempo de recogida de los datos.
- Obtener los datos y ordenarlos.
- Dibujar los ejes y coordenadas.
- Dibujar el diagrama.
- Construir una línea de frecuencia acumulada.
- Analizar el Pareto.

Este último paso es uno de los más importantes ya que según el análisis que se haga y lo que arroje la gráfica es donde se debe actuar primero ya que son los errores más graves que tiene la compañía. [25].

Ya teniendo en claro esto se puede decir que es una herramienta bastante útil ya que ayuda a entender de una forma fácil y rápida cuales son los problemas que tiene la empresa y no solo esto, sino que también al hacer el diagrama e implementar las mejoras en un lapso de tiempo se pueden comparar, para así saber que tan bien van solucionando los errores y si realmente está funcionando la estrategia que se propuso o es mejor ir por otro camino.

6.2.1.c Diagrama causa-efecto. Este diagrama se conoce de distintas maneras, las cuales puede ser “El diagrama de espina de pescado”, “El diagrama causa-efecto” o mayormente conocido como “El diagrama de Ishikawa”. Consiste en recopilar todos los datos de manera grafica que puedan llegar a causar un inconveniente o también a identificar los aspectos que son necesarios para poder

alcanzar un objetivo planteado. Para poder llevar a cabo este diagrama se deben seguir ciertos pasos:

- Definir y tener en claro el problema o el efecto que se va a analizar.
- Identificar los elementos o también llamadas causas que pueden llegar a ocasionar el problema o efecto visto en el paso anterior.
- Luego de tener en claro lo previamente dicho se debe representar en un diagrama, agrupando por la naturaleza de cada uno, esto quiere decir, que causa hace que se genere cierto efecto.
- Analizar las relaciones causa-efecto para poder tomar decisiones.

Este diagrama no solo se utiliza para mejorar y controlar la calidad, sino que tiene muchos otros usos como por ejemplo encontrar las causas de las reclamaciones, la reducción de algunos costos y la mejora en algunos de los procesos [25].

6.2.1.d Histograma. Es un tipo especial de gráfico de barras que muestra la variabilidad que existe dentro de un proceso, esta toma datos variables, que pueden ser, por ejemplo: alturas, pesos, densidades, entre muchas otras, y despliega su distribución. Estos gráficos son muy útiles ya que según el comportamiento que se evidencie en la gráfica se puede saber que está pasando en un proceso y así pensar en que se puede mejorar o cómo se puede corregir lo que está sucediendo.

Este tipo de herramienta se debe usar cuando se quiera entender mejor la forma de operar ya que este ayuda a diferentes puntos como los siguientes:

- Hacer seguimiento del desempeño actual del proceso.
- Seleccionar el siguiente producto o servicio el cual se va a mejorar.
- Hacer pruebas y evaluar las revisiones de los procesos a los cuales se les va a hacer la mejora.
- Obtener un reconocimiento rápido de que tan variable es el proceso.

Si se hace el histograma y el sistema no presenta algo inusual se pueden hacer proyecciones a futuro sobre qué es lo que le puede ocurrir al proceso, esta herramienta sirve para controlar más a

detalle las cosas y que todo salga como realmente se planea desde un principio, y si algo no está bien corregirlo a tiempo. [26]

6.2.1.e Estratificación. Esta es una de las herramientas con las cuales se puede clasificar los datos que tengan características comunes para poder facilitar el respectivo análisis, esto con el fin de mirar en donde se encuentra el inconveniente y dar mejora o solución al proceso. En el momento de hablar de cuáles son los factores que se usan se debe empezar desde su origen, un ejemplo de esto es mirar a partir de quien hace el trabajo, con que insumos lo hace, que maquinaria usa, hasta que acaba el proceso, cabe aclarar que se debe tener muy claro, de qué momento se tomó y que es lo que se quiere saber de esta información.

Para esto existe una forma de hacerlo, en la cual se debe organiza en categorías, y al hacer eso se debe aplicar previo conocimiento y experiencia en los procesos de producción y los productos que se tienen.

Los tipos de estratificación son los siguientes:

- Por material y materia prima.
- Por equipos y maquinaria.
- Por operadores.
- Por método de operación o condiciones de operación.
- Por tiempo.
- Ambiente, medio ambiente y clima.
- Por medición o inspección.
- Por características especiales.

Estos tipos de estratificación deben analizarse desde su origen hasta y las condiciones que tiene cada uno, entre más se desglose el proceso más fácil va a ser analizar los datos. [27]

6.2.2. Retorno de inversión, importancia y como calcularlo

Anteriormente se ha dicho lo que varios autores han aportado acerca de la definición de lo que es el retorno de inversión, pero ahora se va a hablar del por qué es importante y como se debe calcular,

esto con el fin de saber si realmente es necesario tenerlo en cuenta al momento de implementar este proyecto o si por el contrario es algo que no tiene importancia.

6.2.2.a Importancia del retorno de inversión. Cuando se va a empezar un proyecto es inevitable que se deba invertir dinero o diferentes factores para poder lograrlo, ya sea en maquinaria, en equipos tecnológicos, en personal o incluso en el tiempo que se va a demorar el proyecto, es por esto que para tener en claro lo que se va a hacer y cómo se va a ver retribuida la inversión es de gran importancia analizar su retorno.

Es por ello que el retorno de inversión es necesario porque en este caso va a ayudar a comprender mejor la evolución financiera que el proyecto va a ir tomando, al saber esto se puede determinar la rentabilidad del proyecto e incluso puede contribuir a la proyección y planeación financiera, y como a un futuro se puede ver reflejada la inversión.[28]

6.2.2.b ¿Cómo calcular el retorno de inversión? Para iniciar a calcular el retorno de inversión se debe tener en cuenta los ingresos totales netos y el monto de la inversión, cabe resaltar que se deben considerar todos los ingresos incluso los operativos, sin descontar o añadir otras cantidades.

Luego de esto se debe restar los ingresos y el monto de la inversión, esto con el fin de revisar si nos da ganancias la operación, es de gran importancia resaltar que si el resultado de esta operación es cero quiere decir que ni se gana ni se pierde con la inversión, ya que para el siguiente paso se debe dividir esto entre el monto de la inversión y multiplicarlo por 100, al hacer esto nos da un resultado que es el que al final se debe analizar y tomar decisiones con la inversión que se va a hacer, ya que si el valor da negativo la inversión no es rentable porque da pérdidas. [28]

Para esto existe una formula la cual es la siguiente:

$$ROI = \frac{\text{Ingreso} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}} \times 100$$

6.2.3. Mejora continua, sus principios y estrategias.

La mejora continua es de gran relevancia en una empresa ya que esta es un proceso que se debe hacer con constancia, ya que esta es la que ayuda a mejorar tanto los productos como el servicio que se brinda, estas mejoras que se logran van implementándose a su debido tiempo o incluso en situaciones decisivas.

Ahora bien, las mejoras que se hacen no siempre deben ser grandes sino también pueden ser pequeñas y se pueden implementar gradualmente, esto ayuda a que esas ideas crezcan y sean más alineadas a los objetivos que tiene la empresa, tanto así que su implementación puede ser más fácil. [29]

Los tres principios fundamentales de la mejora continua o mejor llamada por los japoneses, el método Kaizen son:

- **Retroalimentación:** Este es un principio en el cual se debe mirar todo lo que se ha hecho y auto reflexionar para saber cómo van los procesos.
- **Eficiencia:** En este principio lo que se debe hacer es identificar, reducir o eliminar todo lo que no sirva en el proceso.
- **Evolución:** El objetivo final de una idea o una mejora es que cuando se implemente el proceso sea más óptimo y de eso se trata este principio, que al final cuando se revise lo que se efectúa en el proceso sea para el perfeccionamiento de la operación.

En este caso solo se va a hablar de las estrategias de la mejora continua que son más reconocidas y las cuales puede que en algún momento se lleguen a usar para poder mejorar los procesos, las cuales son las siguientes:

- Filosofía Kaizen.
- Lean manufacturing.
- Seis Sigma.
- Método de las 5's.

6.2.3.a Filosofía Kaizen. Esta estrategia es algo muy simple en cuanto a los pasos que se deben hacer ya que se basa más que todo en usar el 100% de tiempo diario en mejorar un proceso, este tiempo casi siempre es de tres a cinco días, lo que realmente es importante en esta estrategia es dedicar todo el esfuerzo en este proceso, además se debe pedir ayuda a varias personas de diferentes cargos ya que todas las áreas pueden dar mejoras desde su punto de vista. [29]

6.2.3.b Lean manufacturing. El lean manufacturing es un modelo de gestión que minimiza las pérdidas de los sistemas manufacturados, pero adicional a esto maximiza la creación de valor que

se entrega al cliente, esto lo logra reduciendo los recursos utilizando solo los realmente necesarios [29], los ocho tipos de desperdicios que se reducen son los siguientes:

- Sobreproducción.
- Tiempo de espera.
- Transporte.
- Exceso de procedimientos.
- Inventario.
- Movimientos.
- Defectos.

Al eliminar estos desperdicios ayuda a la mejora de la calidad, reduce los tiempos de producción y a su vez ayuda a la parte financiera ya que reduce los costos de producción.

6.2.3.c Seis sigma. Se centra en la optimización y refuerzo de cada una de las partes del proceso ayudando a reducir e incluso eliminar los fallos en la entrega de los productos a los clientes, este es caracterizado por las siguientes 5 etapas concretas:

- **Definir:** Se trata de especificar el objetivo del defecto y validarlo definiendo también los participantes que se encuentran en el problema.
- **Medir:** Es la comprensión del funcionamiento donde se encuentra el problema.
- **Analizar:** Se determinan las causas que generan el problema.
- **Mejorar:** Consiste en establecer las mejoras, y a su vez minimizando la inversión que se va a realizar.
- **Controlar:** Se debe garantizar la continuidad de la mejora que se implementa en el proceso, revisando además las finanzas y satisfacción del cliente. [29]

6.2.3.d Método de las 5's. Esta estrategia se enfoca más que todo en el cambio de la mentalidad y el uso de herramientas específicas para crear eficiencia y valor, los 5 términos que describen los japoneses son los siguientes:

- **Ordenar:** Clasifica los materiales, dejando solo los materiales que son necesarios para cumplir los trabajos.

- **Poner en orden:** Organizar todos los elementos a utilizar de manera lógica para que al momento de usarlos sea más fácil hacer las tareas.
- **Brillar:** Se debe hacer esfuerzos para poder mantener el lugar de trabajo limpio y aseado.
- **Estandarizar:** Se debe hacer un estándar de los procesos y la organización, en esta se lleva a cabo las reglas de cómo y cuándo se van a trabajar los pasos anteriores.
- **Sostener:** Se debe estar haciendo constante monitoreo para mantener la disciplina desarrollando así autonomía en los empleados para las buenas prácticas [29].

6.3. Marco histórico

A lo largo de los años el concepto de calidad es cada vez más importante porque es algo muy impactante en todo aquello que se ofrece en las industrias, es por ello que controlar esto es algo de mucho cuidado.

Pero, para poder hablar de la calidad todo empieza desde que los trabajadores tenían toda la responsabilidad de que el producto quedara como debía, para ellos hacían diferentes capacitaciones y cuando el resultado era satisfactorio los trabajadores se llenaban de orgullo por lo que habían logrado. Ya cuando llego la revolución industrial la especialización en cuanto a la mano de obra ya que con las maquinas el trabajo lo hacían en complemento, esto quiere decir que la mitad de la calidad la daba la maquina y no era necesario tener a trabajadores tan expertos en el tema, cabe aclarar que en ese tiempo los productos que se fabricaban no eran tan complicados y gracias a eso la calidad no se vio tan afectada, mientras más complicado se iba poniendo fabricar los productos era necesario revisar lo que se había fabricado para saber si cumplía o no con lo que necesitaba el cliente. [30].

Ya sabiendo eso podemos decir que para que exista calidad en los productos se debe tener un control, es por eso que mientras va pasando el tiempo debe evolucionar todo cada vez más para llegar a mejorar tanto los procesos como los productos y servicios que se ofrecen. Para esto cada vez iban saliendo más exponentes para hablar sobre el concepto de calidad y como esta se podía controlar, haciendo valiosos aportes que ayudan a que esto evolucione.

Esto se puede comprobar en el año 1924 donde aparece Walter A. Shewhart un ingeniero en Western Electric y luego en los Laboratorios Bell Telephone, este daba conferencias sobre el control de calidad y las estadísticas aplicadas, escribiendo diferentes artículos en múltiples revistas

y en uno de ellos propuso usar gráficos de control, ya que veía la calidad como un problema que varía constantemente, y que esto podía ser prevenido y controlado eliminando poco a poco las causas que lo llegasen a provocar. El introdujo la definición de control como: “Un fenómeno se dirá que está controlado, cuando a través del uso de experiencias previas, podemos predecir, al menos dentro de cierto límite, cómo se espera que dicho fenómeno actúe en el futuro”. [31]

En 1943 llega Kaoru Ishikawa desarrollando un diagrama para un grupo de ingenieros japoneses, lo que el diseño es lo que hoy en día se conoce con diferentes nombres como el diagrama de causa-efecto o el diagrama de la espina de pescado, esta es una herramienta que se utiliza para encontrar y seleccionar las causas que hacen que la calidad varíe en cuanto a la producción, pero además de esto también ayuda a saber la relación que existe entre ellas, el agregó otras técnicas que ayudan al control de calidad, incorporando las 7 herramientas básicas de administración de la calidad. [31]

Para los años en los que se desarrolla la segunda guerra mundial aparece William Deming ayudando al departamento de guerra de Estados Unidos a mejorar la calidad de su producción de materiales bélicos, a través de diferentes métodos estadísticos, en 1946 empezó a trabajar con la Universidad de Nueva York y allí interactuó por primera vez con diferentes estadísticos y científicos japoneses, en 1950 reúne a diferentes ingenieros, directivos e incluso estudiantes en el Control Estadístico de Procesos y los diferentes conceptos de calidad, además de esto, Deming resume lo que piensa acerca de la calidad y populariza uno de los métodos de mejora de producción y servicios la cual es el ciclo PHVA, ya que este ya lo había definido tiempo atrás por Shewhart, siendo además recordado por los 14 puntos que ayudan a identificar la fábrica que hace productos de alta calidad. [32]

Continuando con el año 1950 también se incorpora Armand Feigenbaum director general de General Electrics, donde defiende la inclusión de todas las funciones dentro del proceso de calidad, esto con la idea de no solo quedarse en el área de producción, esto ya que el pensamiento que él tenía era que la calidad debería estar en un punto donde todavía no ocurra ningún error, por decir algo al inicio de los procesos, en vez de confiar en después controlar y luego inspeccionar los procesos cuando la línea productiva ya va más avanzada, esto quiere decir que para que exista el control de calidad total también va desde la función administrativa, en el punto donde los clientes

dan sus especificaciones, para seguir luego con los diseños, la ingeniería, el montaje, para luego finalizar con él envío del cliente.

En el mismo año G. Taguchi resalta que se debe reforzar la interacción entre los diferentes equipos que existen en una empresa, como los ingenieros que diseñan y los que fabrican, además de esto él es la persona que aporta el concepto de función de pérdida de calidad [32], agregando a esto el contribuyo a la aplicación de la estadística y la ingeniería, para poder reducir costos y mejorar la calidad en los diseños de los productos y los procesos para poder fabricarlos, al aplicar los métodos de Taguchi permite desarrollar tecnologías para diseños más robustos y la elaboración de productos baratos pero de alta calidad. [31]

Ya para el año 1951 Joseph Juran publica libros y artículos relacionados a la calidad, uno de los más nombrados es el reconocido libro “Manual del control de la calidad” ya que este fue una de las bases para poder hacer las normas de la calidad ISO 9000, la definición de que este da sobre la calidad es “adecuación al uso” lo que quiere decir que la calidad se ve reflejada cuando los clientes toman usan el producto y pueden expresar si cumple con las especificaciones y satisface las necesidades de cada uno, cabe recalcar que esto puede variar de cliente a cliente ya que no todos piensan lo mismo y tienen diferentes requerimientos, esto puede estar basado en distintas categorías, como por ejemplo: la tecnológica, psicológica, tiempo, contractual y ético.

A principios de los años 60's Philip Crosby aporta el concepto de cero defectos y le da importancia al por que se deben categorizar y determinar el gran impacto que tienen los Costos de la No Calidad en una empresa, además de esto escribe un libro el libro “La calidad no cuesta” describe la calidad como la “Conformidad con las necesidades”. [31]

Pasando a los años 80's la exigencia de la calidad se vuelve mucho más grande que antes, esto en cuanto a los proveedores de la industria militar, nuclear, aeroespacial y a toda la parte comercial, gracias a esto se forma un comité técnico (TC156) este era el encargado de publicar diversas normas internacionales que ayudaran a el aseguramiento de la calidad.

Para poder hacer esto se toma como ejemplo las normas británicas BS5750 que fueron creadas en 1977, todo esto da pie para que en 1987 saliera a la luz la primera edición de la familia de la serie

ISO 9001, en el año 1994 su primera revisión y en el año 2000 se hace la última revisión de la norma base. [33]

Ahora bien, es importante pasar a conocer cómo se fundó Etipress y el por qué su creación, no solo esto sino también en que año es certificada con las normas ISO, todo empieza en 1992 en la ciudad de Bogotá con el objetivo de cubrir la necesidad de reemplazar las etiquetas en hojas por unas que fueran más fáciles de dispensar como lo son las etiquetas autoadhesivas, posterior a esto en el año 2002 consigue la certificación en ISO 9001:2000 y en 2005, 2008 y 2011 la recertificación por el ICONTEC. Luego de esto en el año 2010 como lineamiento estratégico decide implementar el sistema de gestión integral lo que agrupa calidad, seguridad industrial, salud ocupacional, medio ambiente y buenas prácticas de manufactura. [34]

6.4. Marco normativo

A continuación, en este marco legal se va mostrar la normativa vigente en Colombia que se debe cumplir con respecto a la calidad que se va a trabajar en la investigación y desarrollo de la propuesta.

6.4.1. Normas referentes a la calidad

En esta parte se va a mostrar las normas que se deben seguir acerca de la calidad para que el proyecto se lleve a cabo de la forma correcta.

Tabla 8.

Apartado “Determinación de los requisitos para los productos y servicios” de la Norma ISO 9001

Norma	Descripción
<p>8.2.2. Determinación de los requisitos para los productos y servicios.</p> <p>Norma ISO 9001</p>	<p>«Cuando se determinan los requisitos para los productos y servicios que se van a ofrecer a los clientes, la organización debe asegurarse de que:</p> <p>a) los requisitos para los productos y servicios se definen, incluyendo:</p>

	<p>1) cualquier requisito legal y reglamentario aplicable; 11</p> <p>2) aquellos considerados necesarios por la organización;</p> <p>b) la organización puede cumplir con las declaraciones acerca de los productos y servicios que ofrece.» [35]</p>
--	---

Nota. En esta tabla se muestra el apartado a cumplir de la norma ISO 9001. **Tomado de:** Q. Edición, “Norma internacional Traducción oficial Official translation Traduction officielle ISO 9001”, Edu.mx. [En línea]. Disponible en: <http://www.itvalledelguadiana.edu.mx/ftp/Normas%20ISO/ISO%209001-2015%20Sistemas%20de%20Gesti%C3%B3n%20de%20la%20Calidad.pdf>.

Este apartado se va a cumplir en el proyecto ya que una de las cosas que se quiere hacer al implementar el dispositivo de control es poder controlar la calidad, comparando lo que se va a producir y lo que el cliente quiere que le fabriquemos, y con esto entregarles a los clientes lo que ellos necesitan para cumplir con sus requerimientos y satisfacer sus necesidades.

Tabla 9.

Apartado “Revisión de los requisitos para los productos y servicios” de la Norma ISO 9001

Norma	Descripción
<p>8.2.3. Revisión de los requisitos para los productos y servicios.</p> <p>Norma ISO 9001</p>	<p>«La organización debe asegurarse de que tiene la capacidad de cumplir los requisitos para los productos y servicios que se van a ofrecer a los clientes. La organización debe llevar a cabo una revisión antes de comprometerse a suministrar productos y servicios a un cliente, para incluir:</p>

	<p>a) los requisitos especificados por el cliente, incluyendo los requisitos para las actividades de entrega y las posteriores a la misma;</p> <p>b) los requisitos no establecidos por el cliente, pero necesarios para el uso especificado o previsto, cuando sea conocido;</p> <p>c) los requisitos especificados por la organización;</p> <p>d) los requisitos legales y reglamentarios aplicables a los productos y servicios;</p> <p>e) las diferencias existentes entre los requisitos del contrato o pedido y los expresados previamente» [35]</p>
--	--

Nota. En esta tabla se muestra el apartado a cumplir de la norma ISO 9001. **Tomado de:** Q. Edición, “Norma internacional Traducción oficial Official translation Traduction officielle ISO 9001”, Edu.mx. [En línea]. Disponible en: <http://www.itvalledelguadiana.edu.mx/ftp/Normas%20ISO/ISO%209001-2015%20Sistemas%20de%20Gesti%C3%B3n%20de%20la%20Calidad.pdf>.

Al implementar el dispositivo de control se tienen muchas finalidades, entre ellas esta poder tener un mayor calidad en los productos fabricados y entregados al cliente, es por eso que se necesita controlar los procesos, pero además de esto también se necesita saber cuáles son los requerimientos del cliente, tanto en el diseño, como en la fabricación del producto y la entrega del mismo, para esto se necesita hablar con el cliente y así saber en qué material lo requiere, el diseño que va a llevar y el tipo de acabado que le quiere agregar, luego de esto se pasa a mirar que vale el producto a elaborar y la generar la orden de compra para que quede claro cómo se va a hacer, esto para cómo nos dice este apartado, comparar lo que el cliente nos está pidiendo y lo que le podemos fabricar.

Tabla 10.

Apartado “Cambios en los requisitos para los productos y servicios” de la Norma ISO 9001

Norma	Descripción
8.2.4. Cambios en los requisitos para los productos y servicios. Norma ISO 9001	«La organización debe asegurarse de que, cuando se cambien los requisitos para los productos y servicios, la información documentada pertinente sea modificada, y de que las personas pertinentes sean conscientes de los requisitos modificados.» [35]

Nota. En esta tabla se muestra el apartado a cumplir de la norma ISO 9001. **Tomado de:** Q. Edición, “Norma internacional Traducción oficial Official translation Traduction officielle ISO 9001”, Edu.mx. [En línea]. Disponible en: <http://www.itvalledelguadiana.edu.mx/ftp/Normas%20ISO/ISO%209001-2015%20Sistemas%20de%20Gesti%C3%B3n%20de%20la%20Calidad.pdf>.

Como el motivo de este proyecto es mejorar los procesos con el dispositivo de control y no solo eso sino como el nombre lo dice, poder controlar la calidad se debe tener muy en claro que es lo que se va a fabricar, para poder registrar los parámetros en la maquina y que salga tal cual lo desea, ahora bien, si el cliente decide cambiar de opinión es cosa diferente ya que todo se debe modificar, desde el diseño en adelante, y para esto como dice este apartado la información documentada debe ser de acuerdo a lo que se va a modificar, y claro está, los clientes deben ser conscientes de lo que se les va a entregar según el cambio realizado.

Tabla 11.

Apartado “Planificación del diseño y desarrollo” de la Norma ISO 9001

Norma	Descripción
8.3.2. Planificación del diseño y desarrollo. Norma ISO 9001	«Al determinar las etapas y controles para el diseño y desarrollo, la organización debe considerar:

	<p>a) la naturaleza, duración y complejidad de las actividades de diseño y desarrollo; b) las etapas del proceso requeridas, incluyendo las revisiones del diseño y desarrollo aplicables;</p> <p>c) las actividades requeridas de verificación y validación del diseño y desarrollo» [35]</p>
--	--

Nota. En esta tabla se muestra el apartado a cumplir de la norma ISO 9001. **Tomado de:** Q. Edición, “Norma internacional Traducción oficial Official translation Traduction officielle ISO 9001”, Edu.mx. [En línea]. Disponible en: <http://www.itvalledelguadiana.edu.mx/ftp/Normas%20ISO/ISO%209001-2015%20Sistemas%20de%20Gesti%C3%B3n%20de%20la%20Calidad.pdf>.

Al momento de fabricar los productos no es solamente decir que se va a hacer, sino también tener en claro cómo y que es lo que se va a fabricar, para ello detrás de un producto terminado se tiene ciertos trabajos y paso a paso que ayudan a la elaboración de lo vendido, como se ve anteriormente en la norma ISO 9001, donde se debe saber la dificultad y cuánto tiempo se va a demorar en fabricar el producto, las etapas que este conlleva y las actividades de inspección y validación de lo que se va a enviar al cliente.

6.4.2. Leyes medioambientales

A continuación, se muestra una parte del decreto el cual rige en la empresa, además del porqué se incluye en este proyecto y como el dispositivo impacta con el medio ambiente.

Tabla 12.

Decreto 1076 de 2015, Título 7, capítulo 1, anexo 1

Norma	Descripción
<p>LISTA DE RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS POR PROCESOS O ACTIVIDADES</p> <p>Decreto 1076 de 2015</p>	<p>«Y12 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.</p>

<p style="text-align: center;">Titulo 7</p> <p style="text-align: center;">Capítulo 1</p> <p style="text-align: center;">Anexo1</p>	<p>Y13 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos.» [36]</p>
---	--

Nota. En esta tabla están los tipos de desechos que se pueden presentar en la empresa según el decreto 1076 de 2015. **Tomado de:** “Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible - Gestor Normativo”, Gov.co. [En línea]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>. [Consultado: 27-nov-2022].

Teniendo en cuenta que el material se empieza a desperdiciar desde el momento del alistamiento porque deben ajustar los colores para que las tonalidades queden bien y enhebrar la máquina, lo que significa pasar material por cada uno de los rodillos para en blanco para posteriormente empezar a imprimir, se adiciona una normativa de carácter ambiental ya que al implementar el dispositivo de control una de las cosas que ayuda a controlar son los desperdicios, esto lo que con lleva es a gastar menos material y menos tintas al momento de imprimir, disminuyendo los desechos que genera la producción al final.

6.5. Marco empresarial

La empresa Etipress S.A se encuentra ubicada en el mercado de las artes gráficas, imprimiendo etiquetas autoadhesivas, tipo cupón, fundas termo encogibles y tipo IML (In mould labeling), es una sociedad anónima en la cual es la unión de un fondo social que lo suministran diferentes accionistas en los que cada uno de ellos da sus respectivos montos de sus aportes. [37]

Para poder hacer esto, el proceso inicia con el interés del cliente por nuestros productos y hablar con los asesores, luego el asesor, pide la cotización de cuánto puede costar para posteriormente montar la orden de compra si el cliente decide hacer su producto con nosotros, después se crea la ficha técnica con el montaje hecho en la cotizaciones y se pasa a planeación la orden para empezar a hacer el tipo de producto elegido, a logística para alistar el material a usar, ya en producción hacen el respectivo alistamiento de las maquinas, ajustan las tintas y empiezan a imprimir lo escogido, cabe aclarar que cuando se revisan los colores los que lo hacen son los inspectores de calidad y ellos dan el aval para poder iniciar la impresión, ya para finalizar se pasa a rebobinado

para mirar los errores que puede tener el producto y a calidad para darle una inspección final antes de ser enviado al cliente.

El proceso en el que se va a intervenir es en la producción mientras se imprimen las etiquetas, ayudando a controlar mejor la calidad y aumentando la velocidad de la máquina, ya que se va a implementar un dispositivo que mientras imprime va verificando todo cada una de las etiquetas, con el fin de que, si sale algún error, se detenga la producción a tiempo, evitando desperdiciar tiempo y materiales, conllevando así a llevar darle más calidad a los productos entregados a los clientes.

7. DISEÑO METODOLÓGICO

Al pasar a la parte del diseño metodológico se pretende planear las actividades y su respectivo desarrollo, observando cual es el proceso que se debe seguir en cada fase de la investigación para poder cumplir con los objetivos planteados.

7.1. Enfoque y método de investigación

Esta propuesta tiene un enfoque cuantitativo ya que se van a tomar datos del proceso y del área de calidad para así sacar una estadística de que es lo que pasa al imprimir las etiquetas, y el método es deductivo porque se va a empezar de lo específico a lo general, esto mirando cómo se comporta la maquina en la que se va a implementar el dispositivo de control y las demás maquinas similares a esta, para así poder decir que, el dispositivo de control aumenta la calidad de los productos y mejora el proceso de impresión en la máquina.

7.2. Fuentes de información

En este trabajo de investigación se van a usar las fuentes de información secundarias ya que la información a usar son los libros o artículos de investigación por parte de otras personas que ya hayan investigado sobre el tema y lo implementaron en sus proyectos o libros publicados, adicionando los documentos y cifras de la empresa que ya se han calculado en años anteriores y en el actual.

7.3. Fases

El proyecto de investigación está compuesto de diferentes fases y estas con diferentes actividades que ayudan a darle desarrollo a los objetivos vistos anteriormente.

7.3.1. Fase exploratoria

En esta fase se necesita buscar información sobre los temas relacionados a lo que se va a trabajar, pero además de esto también se necesita saber cuáles son los problemas que se están presentando en planta y así saber cómo el dispositivo de control ayuda, las actividades que se van a realizar son las siguientes:

- Revisar cuantas devoluciones y reclamos hacen los clientes por el tema de las no conformidades.

- Identificar qué y cuantos defectos de impresión se encuentran al momento de imprimir una etiqueta.
- Revisar el proceso de impresión y la calidad con la que se envían los productos al cliente.
- Identificar cuáles son los defectos que controla el dispositivo y si sirven para controlar los que se encuentran al imprimir.
- Investigar con el fabricante de la maquina la velocidad a la que puede correr un trabajo.
- Revisar a qué velocidad está trabajando la máquina, la dificultad y las especificaciones del trabajo.
- Según los inconvenientes presentados mirar cuales no permite que se pueda subir la velocidad a la máquina.
- Revisar cuantos trabajos se fabrican con la velocidad teórica de la máquina.
- Observar que soluciones se dan para corregir los defectos que se producen.

7.3.2. Fase descriptiva

Al pasar a esta fase del proyecto lo que se hace es describir cuales son los problemas que se pudieron evidenciar al momento de ir a la planta y revisar el proceso de impresión actualmente, que se hace para poder resolverlos y si las soluciones que se hacen realmente benefician a la empresa.

- Explicar cómo es el proceso de impresión de etiquetas y que errores se encontraron.
- Exponer las inconvenientes que se presentan al momento de imprimir las etiquetas y como afectan la producción.
- Relacionar si la velocidad de la maquina hace que la calidad se vea afectada.
- Identificar los trabajos y sus especificaciones en los cuales la velocidad de la maquina es más baja.
- Explicar por qué el aumentar la velocidad de la maquina y disminuir los costos de no calidad ayuda a pagar el dispositivo.

7.3.3. Fase de análisis

Cuando pasamos a la fase de análisis lo que hacemos es revisar los datos obtenidos a partir de los inconvenientes encontrados en la maquina al momento de la impresión y como estos nos ayudan

a entender mejor si el dispositivo mejora los procesos, además de saber si los costos que se reducen con la implementación ayudan a pagar el dispositivo.

- Analizar si al bajar los costos de no calidad ayuda a pagar el dispositivo de control.
- Identificar si el dispositivo de control vuelve más productiva la máquina.
- Relacionar si los defectos que se corrigen y el aumento de la velocidad de la máquina ayudan a pagar el costo del dispositivo.
- Analizar si al implementar el dispositivo de control nos da un retorno de inversión a corto, mediano o largo plazo.

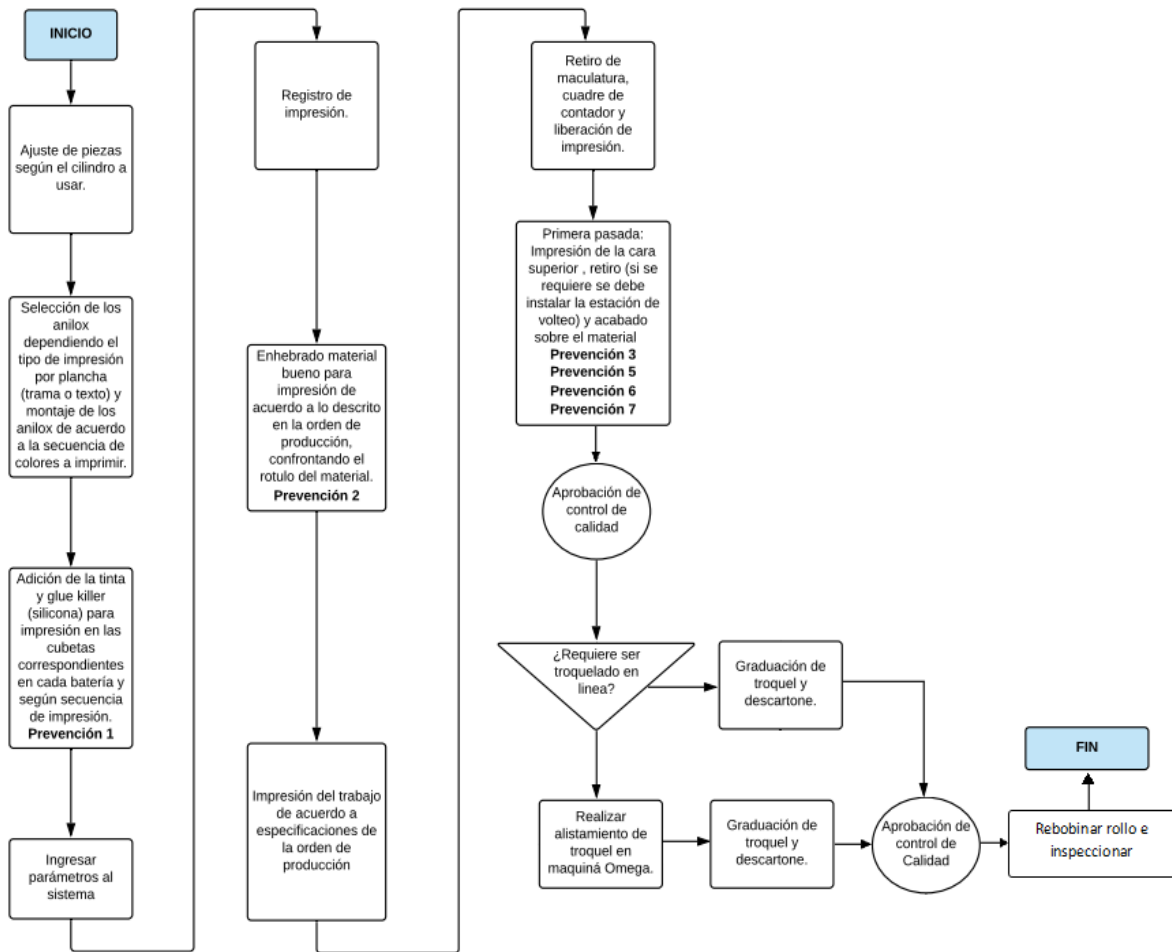
8. RESULTADOS

Con base a lo encontrado en la investigación, se halló que existen cuatro costos que justifican la inversión del dispositivo, los cuales son: los costos de hora máquina, las ordenes incompletas, los materiales adicionales y de reposición.

Es de suma importancia saber los costos de ordenes incompletas y los materiales adicionales son costos no calidad de rechazos internos ya que los defectos que se cometen no alcanzan a llegar al cliente, caso contrario sucede en los materiales de reposición, estos son rechazos externos debido a que llegan al cliente y son devueltos por falta de calidad, pero para empezar a hablar un poco más a fondo de ellos es necesario entender cómo es todo el proceso de impresión de las etiquetas, para ello se diseña un diagrama de flujo donde se describe el paso a paso como se puede apreciar en la figura 4:

Figura 4.

Diagrama de flujo del proceso de impresión de etiquetas.



Nota. En este diagrama se describe el paso a paso y lo que se debe tener en cuenta al momento de imprimir las etiquetas, muchos de estos datos se sacan de los documentos de la empresa.

Cabe aclarar que el dispositivo de control se ubicara justo después de la estación de troquelado y descartone, ya que en ese sitio es cuando la cámara puede detectar todos los colores y las forma en que se troquelo la etiqueta, esto con el fin de tener más certeza en el proceso.

Por consiguiente se tienen en cuenta las actividades que se deben seguir para cumplir los objetivos, basado en la hipótesis que al implementar el dispositivo de control lograran subir la velocidad de la máquina para ser más productivos y disminuir errores que se presentan en la actualidad, siendo así se debe conocer las fallas que se han presentado producción pero no solo en la empresa sino

también tomar en cuenta que ha sucedido en otras compañías que al igual que nosotros trabajan con la misma técnica de impresión, tomando como ejemplo una investigación que varios estudiantes hicieron en Rumania acerca de la calidad al imprimir cajas de cartón en flexografía, sin embargo al hacer un diagrama de Pareto encontraron que una de las 20% de las causas que generan el 80% de las consecuencias son los problemas por defectos de impresión [38].

Adicional a esto se pide más información acerca de la cámara al fabricante como lo son los tiempos de entrega y especificaciones del dispositivo, este menciona que la cámara se demora en fabricación 14 semanas, 3 semanas de transporte y nacionalización, adicionando una semana que se tarda en instalar y dar conexión a la maquina dando un total de 18 semanas aproximadamente desde la compra.

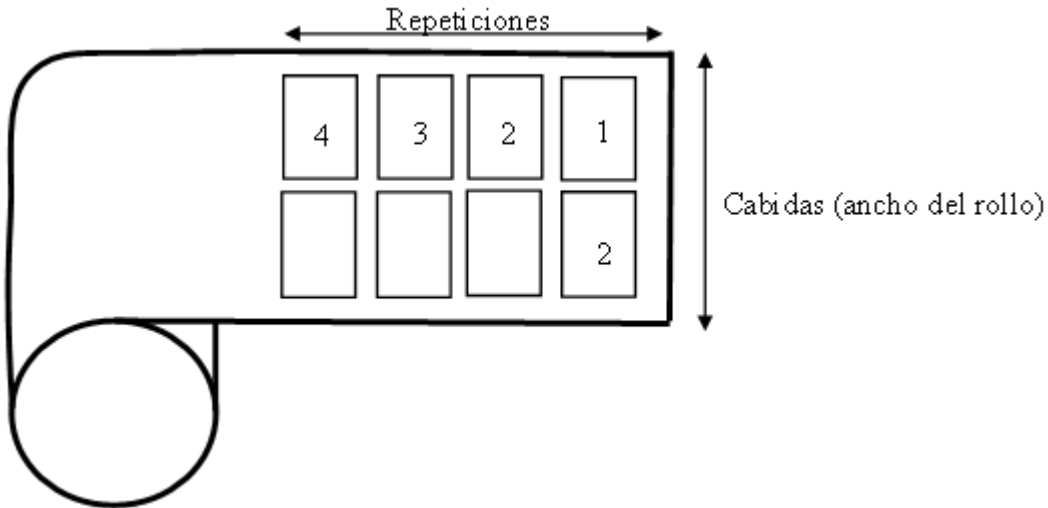
Acara además que la cámara trabaja comparando la foto de referencia con lo que realmente está saliendo en la producción, para ello utiliza una luz estroboscópica la cual permite al dispositivo captar las imágenes a gran velocidad, incluyendo un mapa de rollo dinámico lo cual su función es almacenar todos los defectos que tenga la producción, actualizando constantemente la inspección (Ver anexo 2), sin embargo, se debe adquirir un software adicional que permite hallar una diferencia de color en dado caso que exista (Ver anexo 3). En las especificaciones nos informa que el ancho máximo de material para inspección es de 570mm y la máxima velocidad a la que la maquina puede correr para que el dispositivo detecte el error es de 250m/min (Ver anexo 2), es muy importante tener estos datos ya que como se dijo anteriormente la máxima velocidad en la que se ha impreso un trabajo en esta máquina es de 120m/min, lo que quiere decir que se podría detectar los errores que existan sin ningún tipo de problema.

La velocidad a la que corre la maquina es muy importante ya que puede hacer que la calidad varíe, esto debido a que actualmente los operarios de la maquina cada vez que imprimen un trabajo miran las etiquetas mientras se embobinan en el rollo, algunos trabajos se ruedan a altas velocidades porque los clientes no son tan exigentes con la calidad del trabajo, otros se deben rodar muy lento, como es el caso de los laboratorios farmacéuticos o de cosméticos, ya que estos necesitan ser más cuidadosos por la información delicada impresa que lleva cada etiqueta, además, entre más pequeña sea la dimensión del producto se debe hacer el montaje en más cabidas, se deja claro que en la empresa se le llama cabidas al número de etiquetas que caben en el ancho del rollo y las

repeticiones son las que caben al desarrollo del cilindro, poniendo como ejemplo la figura 5 donde el montaje tiene 2 cabidas y 4 repeticiones.

Figura 5.

Montaje de rollo con cabidas y repeticiones.



Nota. En la figura anterior se muestra un ejemplo del montaje de un rollo de etiquetas con 2 cabidas y 4 repeticiones.

Al tener claro los problemas presentados en otras compañías y como son los montajes en la maquina se necesita saber cuáles son los inconvenientes que más se presentan cuando se va a iniciar la producción de un trabajo, siendo así que los tres problemas son: los rollos de material sin tensión, trabajos que tengan diferente ancho de material y planchas muy antiguas, cuando alguna de las dos primeras ocurre puede generar un cambio en el registro de la imagen, si pasa la última en mención pueden aparecer manchas o carencias de impresión.

Tomando en cuenta lo anterior, para conocer los reclamos que hacen nuestros clientes por las no conformidades se toman en cuenta los costos no calidad ya que en ellos se ve reflejado los materiales adicionales y de reposición, dejando en claro que no todas las causas por las que se generan estos costos es relacionado a la calidad o errores que la cámara logra prevenir o arreglar a tiempo, se toman en cuenta cada uno de los meses en tres años consecutivos, con el fin de hacer el análisis un poco más exacto, los años que se analizan son 2020, 2021 y 2022.

Ahora bien, cabe aclarar que algunas de las causas por las cuales se solicita material adicional y algunas de reposición son las mismas, ya que cuando se pide material adicional consiste en que la persona va a solicitar al almacén de materias primas más material del que realmente se necesita en la producción, llena una especie de vale de adición donde se escribe quien es el encargado del complemento, la razón por la cual se pide y la firma del director de producción autorizando la salida del material. Al hablar del material de reposición este se lleva a cabo respecto a los avisos de los clientes cuando unas de nuestras ordenes no llegaron con la calidad adecuada, es decir, cuando el cliente nos notifica que cierta cantidad de etiquetas o fundas no llegaron como debían, si el error fue nuestro procedemos a hacer la producción nuevamente con las unidades que se deben reponer.

Dejando en claro que para encontrar las 126 causas que agrupan 1212 trabajos con defectos de calidad en todas las maquinas que posee la empresa, así como se ve en la tabla 13:

Tabla 13.

Causas reportadas por los clientes debido a las no conformidades.

Causas	Reportes	%
CARENCIA DE IMPRESIÓN	110	9,08%
DIFERENCIA DE TONOS VERSUS PATRÓN DE COLOR	83	15,92%
NO ANCLA EL CODIFICADO	65	21,29%
SOBRETROQUELADO	61	26,32%
MANCHAS DE IMPRESIÓN	58	31,11%
DESPRENDIMIENTO DE TINTA (CINTA MÁGICA O ALCOHOL)	50	35,23%
TROQUEL CORRIDO	49	39,27%
DESREGISTRO	39	42,49%
SANGRADO DE ADHESIVO	35	45,38%
SENTIDO DE EMBOBINADO INCORRECTO	34	48,18%
OTRO	29	50,58%
ARTE OBSOLETO	29	52,97%
REBABAS - DESCARTONE	24	54,95%
DESREGISTRO DE BARNIZ	24	56,93%
AUSENCIA DE ADHESIVO EN FUNDA	22	58,75%
MATERIA PRIMA INCORRECTA	22	60,56%
DIMENSIÓN DE LA FUNDA POR FUERA DE ESPECIFICACIÓN	20	62,21%
INFORMACIÓN DEL ROTULO INCORRECTA	20	63,86%
RAYAS POR FRICCIÓN EN LAS ETIQUETAS	19	65,43%
TELESCOPEO	18	66,91%
PROBLEMAS DE FUNCIONALIDAD (ETIQUETAS Y FUNDAS)	18	68,40%
MAL CONTEO DE ETIQUETAS	18	69,88%
PROBLEMAS DE ADHESIVO	16	71,20%

ARRUGAS EN EL PLASTIFICADO	15	72,44%
TEXTO NO CORRESPONDE	14	73,60%
EXCESO DE ADHESIVO EN FUNDA	12	74,59%
MICROPERFORADO POR FUERA DE ESPECIFICACIÓN	11	75,50%
AUSENCIA DE BARNIZ	11	76,40%
TEXTOS EMBOTADOS	10	77,23%
DIAMETRO DEL ROLLO NO CUMPLE	10	78,05%
GLASSINE ROTO	10	78,88%
IMAGÉN NO CORRESPONDE	10	79,70%
FUNDA PEGADA NO ABRE FACIL	9	80,45%
PROBLEMAS DE REFILE	9	81,19%
ROLLOS CON ESPACIOS SIN ETIQUETA	8	81,85%
EMPALME DE COLOR INCORRECTO (SEGÚN ESPECIFICACIÓN TÉCNICA)	8	82,51%
VARIACIÓN DE TONO DURANTE EL TIRAJE	8	83,17%
NO CUMPLE PRUEBA DE FRICCIÓN	7	83,75%
REFERENCIA INCORRECTA	6	84,24%
PELUSA EN EL ROLLO	6	84,74%
BURBUJAS EN EL PLASTIFICADO	6	85,23%
INCUMPLIMIENTO EN LOS TIEMPOS DE ENTREGA	6	85,73%
AUSENCIA DE SOLVENTE EN FUNDA (SELLE)	6	86,22%
BARNIZ MATE NO CUMPLE	5	86,63%
CANTIDAD INCOMPLETA DE ETIQUETAS	5	87,05%
PROBLEMAS DE TERMOENGIDO	5	87,46%
ROLLOS DEFORMES (GOLPEADOS O EN MAL ESTADO)	5	87,87%
TROQUEL DESALINEADO	5	88,28%
OPASIDAD Y GRUMOS EN EL BARNIZ	5	88,70%
MAL DILIGENCIAMIENTO DE LOS REGISTROS	4	89,03%
DESPRENDIMIENTO DE ESTAMPADO	4	89,36%
ROLLO SUCIO	4	89,69%
TRASPADO DEL CODIFICADO	4	90,02%
CANTIDAD INCOMPLETA DE FUNDAS	4	90,35%
MEZCLA DE REFERENCIAS	4	90,68%
CORE INCORRECTO	4	91,01%
NO CUMPLE DIMENSIÓN (ZONA DE IMPRESIÓN - FUNDAS)	4	91,34%
EXCESO PRESIÓN EN MICROPERFORADO (FUNDA CORTADA)	3	91,58%
ETIQUETAS AL REVÉS	3	91,83%
ERROR EN LA ESPECIFICACIÓN	3	92,08%
BARNIZ MATE NO CUMPLE (OPACIDAD)	3	92,33%
CANTIDAD INCOMPLETA (FALTANTE DE ROLLOS O FAJILLAS)	3	92,57%
BAJA CARGA DE BARNIZ	3	92,82%
ARRUGADO	3	93,07%
POROSIDAD	3	93,32%
ETIQUETAS MAL REPUESTAS	2	93,48%
EXCESO DE PRESIÓN EN MICROPERFORADO	2	93,65%
PROBLEMAS DE MARCACIÓN AL RESPALDO	2	93,81%
ARRUGAS EN EL LAMINADO	2	93,98%
ETIQUETA NO DISPENSA	2	94,14%

NO LEE CÓDIGO DE BARRAS	2	94,31%
ARTE SIN ACOTACIONES (DIMENSIONES, RESERVAS Y ZONAS TRANS.)	2	94,47%
RAYADO	2	94,64%
DIMENSIÓN DE LA ETIQUETA POR FUERA DE ESPECIFICACIÓN	2	94,80%
ARRUGAS EN EL MATERIAL	2	94,97%
PROBLEMA DE GAP	2	95,13%
AUSENCIA DE HOT-MELT	2	95,30%
FALTANTE DE MATERIAL	2	95,46%
EXCESO DE SOLVENTE EN FUNDA (SELLE)	2	95,63%
TEXTOS NO LEGIBLES	2	95,79%
DESPRENDIMIENTO DE COLD FOIL	2	95,96%
PROBLEMAS DE FUNCIONALIDAD (FUNDAS)	2	96,12%
AUSENCIA DE MICROPERFORADO	2	96,29%
ACABADO INCORRECTO	2	96,45%
FRANJEO	2	96,62%
NO CUMPLE ANCHO PLANO	1	96,70%
MANCHAS DE BARNIZ	1	96,78%
NO CUMPLE PRUEBA DE CRAQUELADO - FUNDAS	1	96,86%
BLOQUEO DE ADHESIVO	1	96,95%
ETIQUETAS CON CABELLOS	1	97,03%
CARENCIA EN EL COLDFOIL	1	97,11%
NO CUMPLE NÚMERO DE EMPALMES ESPECIFICADOS	1	97,19%
BAJA TENSIÓN EN EL ROLLO	1	97,28%
MAL CONTEO DE ETIQUETAS (ROLLOS INCOMPLETOS)	1	97,36%
BARNIZ FUERA DE ESPECIFICACIÓN	1	97,44%
ROLLOS DESALINEADOS	1	97,52%
DIMENSIÓN DEL MICROPERFORADO POR FUERA DE ESPECIFICACIÓN	1	97,61%
ETIQUETAS MAL REPUESTAS (TORCIDAS)	1	97,69%
FANTASMA DE IMPRESIÓN	1	97,77%
ETIQUETAS NO DISPENSA	1	97,85%
VARIACIÓN DE GAP	1	97,94%
TROQUEL INCORRECTO	1	98,02%
ALTA CARGA DE BARNIZ	1	98,10%
ERROR FECHA DE DESPACHO	1	98,18%
ENPALMES INCORRECTOS (EMPALME EN EL GAP)	1	98,27%
ESPACIOS SIN ETIQUETA	1	98,35%
PROBLEMAS DE FUNCIONALIDAD (ETIQUETAS)	1	98,43%
CARENCIA DE COLD FOIL	1	98,51%
FUNDA SELLADA AL REVÉS (TEXTOS CORTADOS)	1	98,60%
CARENCIA DE ESTAMPADO	1	98,68%
ENVASES COLAPSADOS	1	98,76%
DIAMETRO DEL CORE NO CORRESPONDE	1	98,84%
PROBLEMAS DE MICROPERADO	1	98,93%
NO CUMPLE ADHERENCIA DE LAMINADO (DESLAMINADO)	1	99,01%
PROBLEMAS DE MICROPERFORADO	1	99,09%
NO CUMPLE CON LA CANTIDAD ESPECIFICADA	1	99,17%

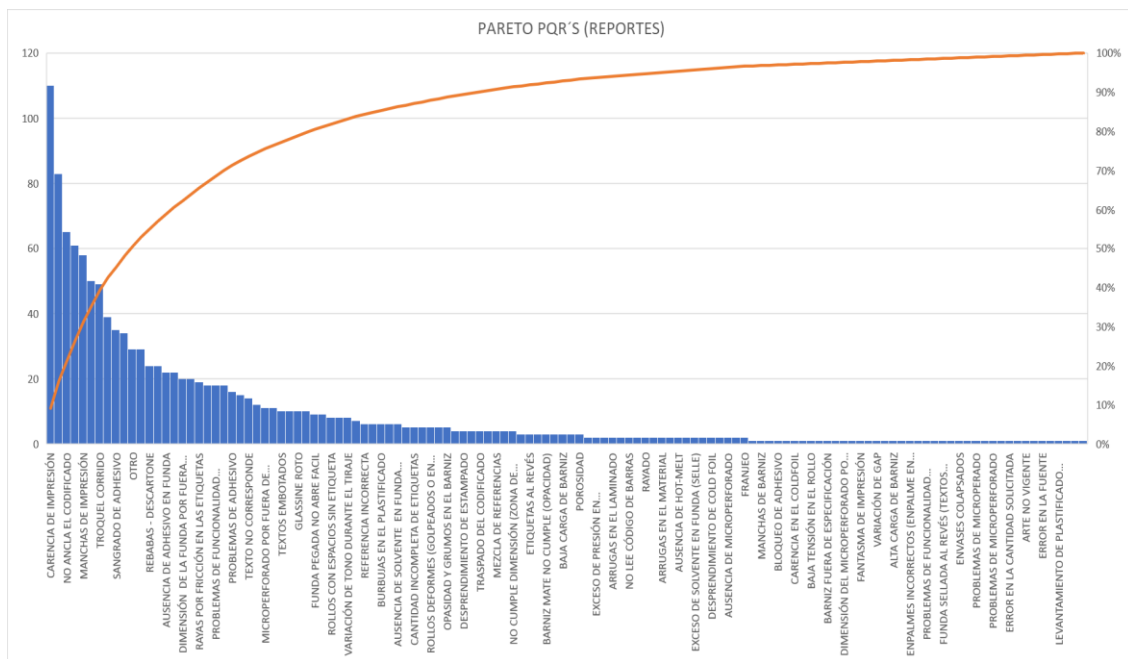
ERROR EN LA CANTIDAD SOLICITADA	1	99,26%
TRASPASO DE CODIFICADO INKJET	1	99,34%
ARTE NO VIGENTE	1	99,42%
NO CUMPLE PESO	1	99,50%
ERROR EN LA FUENTE	1	99,59%
VARIACIÓN DE COLOR DURANTE EL TIRAJE	1	99,67%
LEVANTAMIENTO DE PLASTIFICADO (DESLAMINADO)	1	99,75%
REBABAS	1	99,83%
FUNDA CORTADA	1	100,00%

Nota. En la tabla anterior se ven los datos suministrados por la empresa correspondientes a las no conformidades.

Gracias a estos datos se elabora un diagrama de Pareto para hallar las causas con el mayor número de consecuencias mostrando que las carencias de impresión son las que más se han presentado, así como se ve en la figura 6

Figura 6.

Diagrama de Pareto con las PQR'S de los clientes.

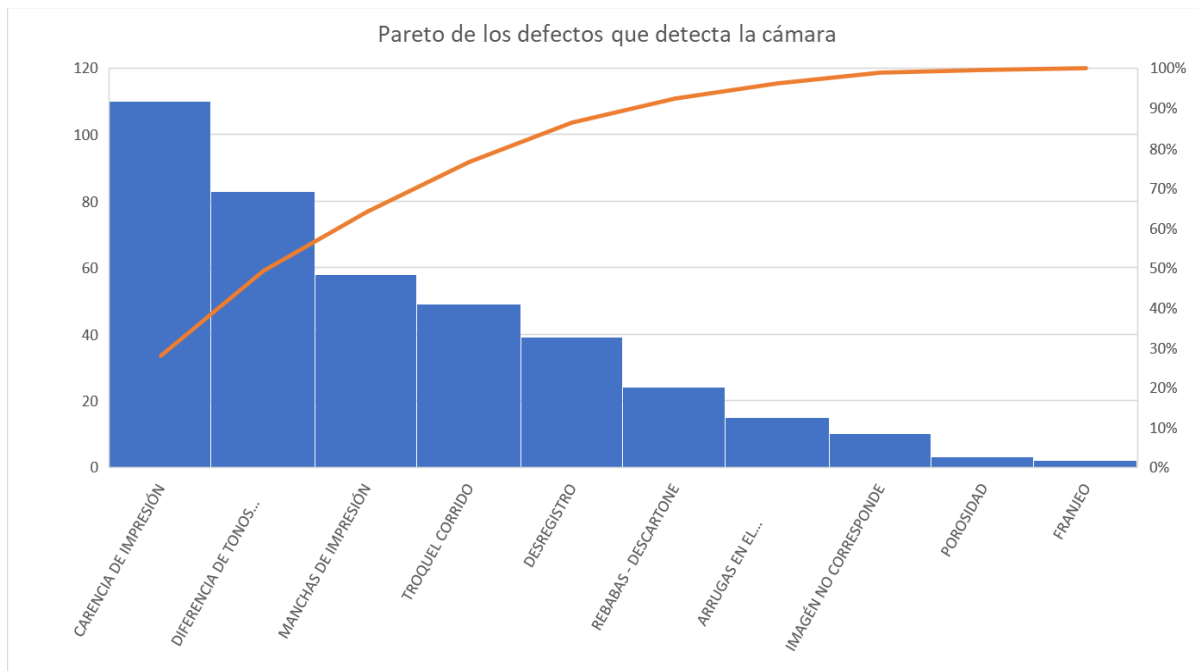


Nota. El diagrama anterior es el Pareto de los reportes que se tuvieron del año 2020, 2021 y 2022 de todos los defectos de las maquinas que se tienen en la empresa.

Sin embargo, de las vistas anteriormente, solo 11 de ellas las puede detectar el dispositivo, estas son las siguientes:

Figura 7.

Diagrama de Pareto de los defectos que detecta la cámara



Nota. El diagrama anterior es el Pareto de los reportes que se tuvieron del año 2020, 2021 y 2022 de las causas que el dispositivo de control puede detectar.

Como se ve en el diagrama anterior la causa por la cual los clientes más se quejan es la carencia de impresión, es muy importante recalcar que al implementar el dispositivo de control se puede tener más control de este defecto, lo que conlleva a disminuir las quejas de los clientes como reducir los costos de reposición.

Las imágenes presentadas a continuación son para entender mejor que es cada una de las causas encontradas:

Figura 8.

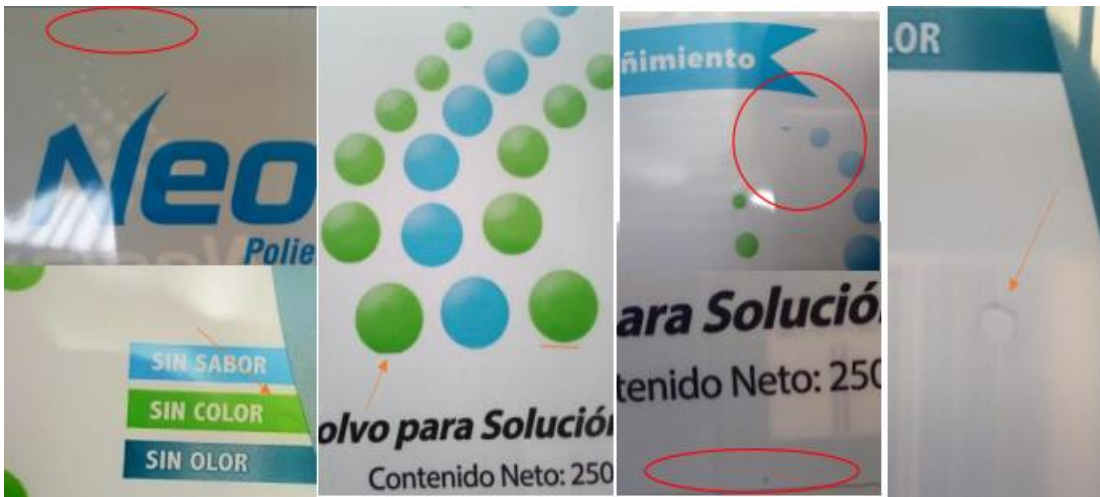
Des registro



Nota. La imagen anterior corresponde a la causa llamada des registro.

Figura 9.

Manchas



Nota. La imagen anterior corresponde a la causa llamada manchas.

Figura 10.

Rebaba



Nota. La imagen anterior corresponde a la causa llamada rebaba.

Figura 11.

Troquel corrido



Nota. La imagen anterior corresponde a la causa llamada troquel corrido.

Figura 12.

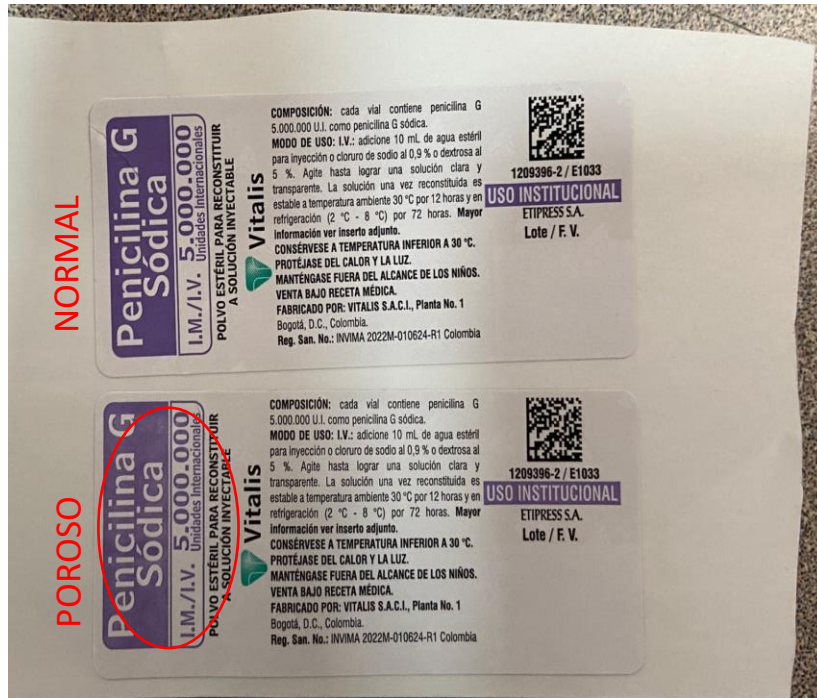
Carencias de impresión



Nota. La imagen anterior corresponde a la causa llamada carencias de impresión.

Figura 13.

Porosidad



Nota. La imagen anterior corresponde a la causa llamada porosidad.

Figura 14.

Diferencia de tonos



Nota. La imagen anterior corresponde a la causa llamada diferencia de tonos.

Figura 15.

Arrugas en el plastificado



Nota. La imagen anterior corresponde a la causa llamada arrugas en el plastificado.

Figura 16.

Franjeo



Nota. La imagen anterior corresponde a la causa llamada franjeo.

Figura 17.

Imágenes no corresponden



Nota. La imagen anterior corresponde a la causa llamada imágenes que no corresponden.

- Mala rotulación del rollo.
- Material incorrecto.

- Ajuste de color (solo material adicional)
- Mal refilado y sellado.
- Sangrado de adhesivo.

En el caso de los ajustes de color, mala rotulación del rollo, sangrado del adhesivo y mal refilado y sellado son cosas que la cámara no podría prevenir, por ejemplo en el caso del ajuste de color, se hace cuando inicia una producción y se necesita cuadrar las tintas para que quede del color necesario para el cliente, en el sangrado de adhesivo es algo que llega desde el proveedor y nosotros no podemos corregir, en el refilado y sellado es un proceso aparte que no corresponde a la máquina, y en la mala rotulación del rollo son defectos que las personas de almacén deben tener en cuenta estos errores no se producen impresión, los demás problemas dichos anteriormente se encuentran cuando se imprime una producción y la cámara las podría detectar, sin embargo actualmente la solución que se da es poner una marca donde inicia el error hasta donde finaliza para posteriormente solicitar material para completar la producción, la consecuencia de esto es que no se puede saber que tanto se dañó porque una gran cantidad de metros se pudo haber impreso antes de que el operario haya podido detectar el problema.

Se segmenta un poco más la búsqueda encontrando 11 causas con 108 reportes en tres años dando así un promedio de 3 por mes como se aprecia en la tabla 14 (Ver anexos 1, 2 y 3) estos valores son relacionados con la maquina en la cual se le va a incluir el dispositivo de control:

Tabla 14.

Cantidad de ordenes de reposición en el 2020, 2021 y 2022

ORDENES DE REPOSICION	
AÑO	CANTIDAD
2020	53
2021	32
2022	23
PROMEDIO MENSUAL	3

Nota. En la tabla anterior están los datos suministrados por la empresa correspondientes a las no conformidades relacionados a la máquina del análisis y que se pueden prevenir con el dispositivo.

Así mismo, al revisar las minutas de los trabajos impresos en la máquina durante los tres años se puede identificar a qué velocidad se imprimió cada trabajo, se debe tener en cuenta que con esto se sabe cuántas ordenes se rodaron en condiciones óptimas y desfavorables como se aprecia en la tabla 15:

Tabla 15.

Velocidades y cantidad de ordenes

ORDENES TOTALES	%
975	100%
ORDENES VELOCIDAD <40M/MIN	
585	60%
ORDENES CON MAXIMA VEL 120 M/MIN	
116	11,9%
ORDENES CON VEL 80M/MIN<=O.P<120M/MIN	
50	5,1%

Nota. En la tabla anterior esta la cantidad de ordenes con velocidad menos a 40m/min, entre 80m/min y menor a 120m/min, y con la máxima velocidad con la que se ha impreso un trabajo (120m/min), estos datos son suministrados por la empresa.

Con relación a esto se puede observar que en tres años se imprimieron un total de 975 órdenes, de las cuales 116 de ellas se rodaron a 120m/min siendo esta la máxima velocidad a la que se ha corrido un trabajo, adicional a esto aproximadamente el 60% de los trabajos se imprimen a 40m/min, el concepto de imprimir así en la empresa es desfavorable debido a que hay otras máquinas en las que el costo de hora es menor y se puede hacer el trabajo en la misma técnica de impresión dejando libre esta máquina para poder realizar otras producciones que requieren entregar en un tiempo de entrega más bajo. Así mismo tan solo el 5.1% de las producciones se imprimieron por encima de los 80m/min, lo que quiere decir que muchos de los trabajos que se hacen en esta máquina tiene un grado de complejidad mayor que requieren de más cuidado, tales como las mencionadas anteriormente.

Por otra parte se podría decir que al implementar el dispositivo de control la maquina sería más productiva ya que en los tres años correspondientes al análisis se imprimieron 6.939.318 metros lineales, de los cuales se tardaron aproximadamente 1.624 horas como se ve en la tabla 16 esto rodando a las velocidades descritas en el párrafo anterior, de otro modo cuando la cámara este puesta para detectar errores la idea es que se produzcan los trabajos a una velocidad no menor a 80m/min, si esto se aplicara el caso anterior ese número de metros se hubiera impreso en 1.446 horas, ahorrando 11% del tiempo el cual se hubiera podido utilizar para hacer trabajos que nos generen más utilidad, es decir que sería más productivo porque se imprimen más metros con un grado de calidad mayor en menos tiempo.

Tabla 16.

Productividad de la máquina

PRODUCTIVIDAD	
M. LINEALES	6.939.318
TIEMPO REAL (HORAS)	1.624
TIEMPO TEORICO (HORAS)	1.446
% TIEMPO AHORRADO (CON EL DISPOSITIVO)	11%

Nota. En esta tabla se muestra el tiempo real en el cual se imprimió los metros totales en tres años, y el tiempo que se ahorraría si se hubieran impreso a 80m/min.

Viendo los defectos, las causas por las cuales se pide material adicional y las reposiciones, se puede decir que apenas llegue la cámara y se instale en la maquina a la cual se le hizo el análisis se va a observar la mejora en el primer trabajo que se imprima ya que con los ajustes correspondientes se volvería más productiva la maquina trabajando a una mayor velocidad, previniendo los defectos, pero además de esto los costos en que incurren cada uno de ellos se puede utilizar para pagar la inversión que esta genera. Con la base de datos que tiene la empresa (Ver anexo 1) se puede saber cuántas reposiciones, material adicional y ordenes incompletas por temas asociados a calidad hubo cada uno de los meses, además de mostrar cuánto cuesta la hora máquina, el ahorro en términos de tiempo y dinero que se puede tener si se imprime a la velocidad que se tiene presupuestado al implementar el dispositivo, esto puede ayudar como guía para saber cuánto se economiza por mes para ayudar a pagar la inversión y en cuanto tiempo empieza a ser utilidad para la empresa.

Tabla 17.

Costo de material adicional

MATERIAL ADICIONAL					
MES	2020	2021	2022	TOTAL	PROMEDIO
ENERO	\$ 0	\$ 216.348	\$ 0	\$ 216.348	\$ 72.116
FEBRERO	\$ 2.011.381	\$ 401.126	\$ 241.969	\$ 2.654.477	\$ 884.826
MARZO	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
ABRIL	\$ 0	\$ 331.968	\$ 0	\$ 331.968	\$ 110.656
MAYO	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
JUNIO	\$ 50.688	\$ 255.500	\$ 0	\$ 306.188	\$ 102.063
JULIO	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
AGOSTO	\$ 244.723	\$ 0	\$ 0	\$ 244.723	\$ 81.574
SEPTIEMBRE	\$ 1.134.241	\$ 751.193	\$ 274.268	\$ 2.159.703	\$ 719.901
OCTUBRE	\$ 1.736.778	\$ 0	\$ 373.200	\$ 2.109.978	\$ 703.326
NOVIEMBRE	\$ 214.656	\$ 0	\$ 0	\$ 214.656	\$ 71.552
DICIEMBRE	\$ 108.400	\$ 0	\$ 0	\$ 108.400	\$ 36.133

Nota. En esta tabla se muestra el costo del material adicional correspondiente a cada mes durante los tres años del análisis.

Tabla 18.*Costo de reposiciones*

MATERIAL DE REPOSICIÓN					
MES	2020	2021	2022	TOTAL	PROMEDIO
ENERO	\$ 2.386.798	\$ 1.567.293	\$ 676.007	\$ 4.630.097	\$ 1.543.366
FEBRERO	\$ 7.141.115	\$ 1.435.479	\$ 443.610	\$ 9.020.205	\$ 3.006.735
MARZO	\$ 6.459.040	\$ 3.172.926	\$ 3.105.535	\$ 12.737.500	\$ 4.245.833
ABRIL	\$ 3.456.304	\$ 796.565	\$ 0	\$ 4.252.869	\$ 1.417.623
MAYO	\$ 0	\$ 2.748.599	\$ 1.985.050	\$ 4.733.650	\$ 1.577.883
JUNIO	\$ 0	\$ 1.575.499	\$ 823.844	\$ 2.399.343	\$ 799.781
JULIO	\$ 4.305.259	\$ 2.382.331	\$ 0	\$ 6.687.590	\$ 2.229.197
AGOSTO	\$ 3.238.227	\$ 0	\$ 1.558.698	\$ 4.796.925	\$ 1.598.975
SEPTIEMBRE	\$ 7.572.757	\$ 861.457	\$ 0	\$ 8.434.213	\$ 2.811.404
OCTUBRE	\$ 5.047.065	\$ 948.806	\$ 4.807.630	\$ 10.803.501	\$ 3.601.167
NOVIEMBRE	\$ 3.765.508	\$ 365.121	\$ 251.634	\$ 4.382.264	\$ 1.460.755
DICIEMBRE	\$ 3.684.516	\$ 0	\$ 1.632.023	\$ 5.316.539	\$ 1.772.180

Nota. En esta tabla se muestra el costo de reposiciones correspondiente a cada mes durante los tres años del análisis.

Tabla 19.*Total, de costos de reposicione y material adicional*

TOTAL, MATERIAL ADICIONAL Y DE REPOSICION					
MES	2020	2021	2022	TOTAL	PROMEDIO
ENERO	\$ 2.386.798	\$ 1.783.641	\$ 676.007	\$ 4.846.445	\$ 1.615.482
FEBRERO	\$ 9.152.497	\$ 1.836.605	\$ 685.580	\$ 11.674.682	\$ 3.891.561
MARZO	\$ 6.459.040	\$ 3.172.926	\$ 3.105.535	\$ 12.737.500	\$ 4.245.833
ABRIL	\$ 3.456.304	\$ 1.128.533	\$ 0	\$ 4.584.837	\$ 1.528.279
MAYO	\$ 0	\$ 2.748.599	\$ 1.985.050	\$ 4.733.650	\$ 1.577.883
JUNIO	\$ 50.688	\$ 1.830.999	\$ 823.844	\$ 2.705.531	\$ 901.844
JULIO	\$ 4.305.259	\$ 2.382.331	\$ 0	\$ 6.687.590	\$ 2.229.197
AGOSTO	\$ 3.482.950	\$ 0	\$ 1.558.698	\$ 5.041.648	\$ 1.680.549
SEPTIEMBRE	\$ 8.706.997	\$ 1.612.650	\$ 274.268	\$ 10.593.916	\$ 3.531.305
OCTUBRE	\$ 6.783.843	\$ 948.806	\$ 5.180.830	\$ 12.913.479	\$ 4.304.493
NOVIEMBRE	\$ 3.980.164	\$ 365.121	\$ 251.634	\$ 4.596.920	\$ 1.532.307
DICIEMBRE	\$ 3.792.916	\$ 0	\$ 1.632.023	\$ 5.424.939	\$ 1.808.313
				PROMEDIO	\$ 2.403.920

Nota. En esta tabla se muestra el total de los costos de reposiciones y material adicional correspondiente a cada mes durante los tres años del análisis y el promedio mensual.

Como se aprecia en la tabla 17, 18 y 19 son los costos correspondientes a cada uno de los meses donde se ve que no todos los meses se encuentran costos asociados a los defectos de calidad que

se pueden prevenir. Del mismo modo es de suma importancia el número de ordenes incompletas que se generaron ya que estas no se pueden entregar al cliente completas y se debe enviar un parcial, esto por falta de calidad en la producción y los errores que se presentan son los mismos que la cámara podría evitar, este análisis se hizo en el mismo periodo de tiempo que los otros costos, encontrando se generaron 108 órdenes que equivalen a \$135.364.898 dando como resultado \$3.760.136 en promedio por mes, como se puede apreciar en la tabla 20.

Tabla 20.

Costo ordenes incompletas

O.P INCOMPLETAS	108
TOTAL	\$ 135.364.898
PROMEDIO/MES	\$ 3.760.136

Nota. En esta tabla se muestra el total ordenes incompletas con el costo total y el promedio por mes.

Al tener en cuenta lo anterior también se debe saber cuánto se ahorra por mes en horas máquina, para esto se tomaron las minutas de las ordenes producidas, el costo de cada una de ellas, y la diferencia si se hubieran impreso con la cámara implementada, dado como resultado que por mes en promedio se puede economizar \$3.259.557 pero a esto se le deben sumar los valores de material adicional, de reposición que corresponden a \$2.403.920 y las ordenes incompletas por temas asociados a calidad equivalentes a \$3.760.136, generando como resultado el ahorro de \$9.423.613, como se ve en la tabla 21.

Tabla 21.

Costos totales ahorrados

PROMEDIO APROXIMADO POR MES DE COSTOS TOTALES AHORRADOS	
MATERIAL ADICIONAL Y DE REPOSICIÓN	\$ 2.403.920
ORDENES INCOMPLETAS	\$ 3.760.136
TIEMPO DE MAQUINA	\$ 3.259.557
TOTAL	\$ 9.423.613

Nota. En esta tabla se muestra los costos totales ahorrados del material adicional, de reposición, ordenes incompletas y tiempo de máquina, si se implementara el dispositivo de control.

Dentro de este orden de ideas para saber en cuanto tiempo se recupera la inversión, es necesario saber el valor de la máquina, para ello se habla con el fabricante y nos informa que el costo de la cámara y el software que se debe comprar esta por un valor total de 32.031 euros (Ver anexos 2 y 3), lo que en pesos colombianos equivale a \$176.170.500, pero adicional a esto se debe tener en cuenta el costo del envío y los impuestos que este acarrea, que corresponden a \$35.985.000, para un total de \$212.155.500.

Visto de esta forma se puede decir que con lo economizado cada mes se puede retornar la inversión en cierto periodo de tiempo, para calcular cuánto se demora en volver el dinero invertido, se debe mirar el costo del dispositivo y lo ahorrado por mes, es decir que en este caso teóricamente se demoraría 23 meses en recuperar este dinero y del mes 24 hacia adelante son utilidades que deja la máquina como se ve en la tabla 22, sin embargo a este lapso de tiempo se le da un margen de error del 20% ya que no siempre van a salir las mismas producciones ni tampoco los mismos errores, por lo que se puede decir que la inversión retorna a los 28 meses aproximadamente.

Tabla 22.

Retorno de inversión

MES	AHORRO/MES	PAGOS
1	\$ 9.423.613,47	\$ 212.155.500,00
2	\$ 9.423.613,47	\$ 202.731.886,53
3	\$ 9.423.613,47	\$ 193.308.273,06
4	\$ 9.423.613,47	\$ 183.884.659,59
5	\$ 9.423.613,47	\$ 174.461.046,12
6	\$ 9.423.613,47	\$ 165.037.432,66
7	\$ 9.423.613,47	\$ 155.613.819,19
8	\$ 9.423.613,47	\$ 146.190.205,72
9	\$ 9.423.613,47	\$ 136.766.592,25
10	\$ 9.423.613,47	\$ 127.342.978,78
11	\$ 9.423.613,47	\$ 117.919.365,31
12	\$ 9.423.613,47	\$ 108.495.751,84
13	\$ 9.423.613,47	\$ 99.072.138,37
14	\$ 9.423.613,47	\$ 89.648.524,90
15	\$ 9.423.613,47	\$ 80.224.911,43
16	\$ 9.423.613,47	\$ 70.801.297,97
17	\$ 9.423.613,47	\$ 61.377.684,50
18	\$ 9.423.613,47	\$ 51.954.071,03
19	\$ 9.423.613,47	\$ 42.530.457,56
20	\$ 9.423.613,47	\$ 33.106.844,09
21	\$ 9.423.613,47	\$ 23.683.230,62
22	\$ 9.423.613,47	\$ 14.259.617,15
23	\$ 9.423.613,47	\$ 4.836.003,68
24	\$ 9.423.613,47	-\$ 4.587.609,79

Nota. En esta tabla se muestra la proyección del número de meses en los cuales se retorna la inversión del dispositivo de control.

Cabe resaltar que sacar una suma de dinero de esta magnitud no es tan sencillo, para esta inversión se va a pedir un préstamo al banco, hablando con ellos se les pide información y dicen que pueden financiar el dinero a 24 cuotas con una tasa de interés del 18,85% EA, para saber cuánto se debe pagar en intereses, abono a capital y el total mes a mes se genera la siguiente tabla de amortización:

Tabla 23.*Tabla de amortización*

PRESTAMO						
PERIODO	DEUDA INICIAL	TASA DE INTERES	INTERESES	AMORTIZACIÓN	PAGO	DEUDA FINAL
1	\$ 212.155.500	0,01449505	\$ 3.075.205	\$ 8.839.813	\$ 11.915.017	\$ 203.315.688
2	\$ 203.315.688	0,01449505	\$ 2.947.071	\$ 8.839.813	\$ 11.786.883	\$ 194.475.875
3	\$ 194.475.875	0,01449505	\$ 2.818.937	\$ 8.839.813	\$ 11.658.750	\$ 185.636.063
4	\$ 185.636.063	0,01449505	\$ 2.690.804	\$ 8.839.813	\$ 11.530.616	\$ 176.796.250
5	\$ 176.796.250	0,01449505	\$ 2.562.670	\$ 8.839.813	\$ 11.402.483	\$ 167.956.438
6	\$ 167.956.438	0,01449505	\$ 2.434.537	\$ 8.839.813	\$ 11.274.349	\$ 159.116.625
7	\$ 159.116.625	0,01449505	\$ 2.306.403	\$ 8.839.813	\$ 11.146.216	\$ 150.276.813
8	\$ 150.276.813	0,01449505	\$ 2.178.270	\$ 8.839.813	\$ 11.018.082	\$ 141.437.000
9	\$ 141.437.000	0,01449505	\$ 2.050.136	\$ 8.839.813	\$ 10.889.949	\$ 132.597.188
10	\$ 132.597.188	0,01449505	\$ 1.922.003	\$ 8.839.813	\$ 10.761.815	\$ 123.757.375
11	\$ 123.757.375	0,01449505	\$ 1.793.869	\$ 8.839.813	\$ 10.633.682	\$ 114.917.563
12	\$ 114.917.563	0,01449505	\$ 1.665.736	\$ 8.839.813	\$ 10.505.548	\$ 106.077.750
13	\$ 106.077.750	0,01449505	\$ 1.537.602	\$ 8.839.813	\$ 10.377.415	\$ 97.237.938
14	\$ 97.237.938	0,01449505	\$ 1.409.469	\$ 8.839.813	\$ 10.249.281	\$ 88.398.125
15	\$ 88.398.125	0,01449505	\$ 1.281.335	\$ 8.839.813	\$ 10.121.148	\$ 79.558.313
16	\$ 79.558.313	0,01449505	\$ 1.153.202	\$ 8.839.813	\$ 9.993.014	\$ 70.718.500
17	\$ 70.718.500	0,01449505	\$ 1.025.068	\$ 8.839.813	\$ 9.864.881	\$ 61.878.688
18	\$ 61.878.688	0,01449505	\$ 896.935	\$ 8.839.813	\$ 9.736.747	\$ 53.038.875
19	\$ 53.038.875	0,01449505	\$ 768.801	\$ 8.839.813	\$ 9.608.614	\$ 44.199.063
20	\$ 44.199.063	0,01449505	\$ 640.668	\$ 8.839.813	\$ 9.480.480	\$ 35.359.250
21	\$ 35.359.250	0,01449505	\$ 512.534	\$ 8.839.813	\$ 9.352.347	\$ 26.519.438
22	\$ 26.519.438	0,01449505	\$ 384.401	\$ 8.839.813	\$ 9.224.213	\$ 17.679.625
23	\$ 17.679.625	0,01449505	\$ 256.267	\$ 8.839.813	\$ 9.096.080	\$ 8.839.812
24	\$ 8.839.812	0,01449505	\$ 128.134	\$ 8.839.813	\$ 8.967.946	\$ 0

Nota: En esta tabla de amortización se muestra cuanto se debe pagar en total cada mes para la financiación del proyecto.

Analizando la tabla anterior se puede decir que del mes 1 al 19 la compañía debe poner una parte del dinero para el pago y la otra parte se puede costear con lo economizado de la implementación del dispositivo, y del mes 20 hacia adelante la deuda se puede suplir únicamente con lo ahorrado, sin embargo, al tomar un préstamo con el banco se terminaría pagando al final de los 24 meses \$250.595.556, se toma la decisión de aceptar esta opción y pagar más de lo que vale el dispositivo ya que la compañía no cuenta con la plata para pagar de contado.

9. CONCLUSIONES

De acuerdo con el desarrollo del presente proyecto se concluye que:

En los tres años correspondientes al análisis para las quejas y devoluciones de los clientes se evidencio que existieron 126 causas, sin embargo no todas están asociadas a la maquina en cuestión, solo 11 de ellas pueden ser detectadas por el dispositivo, al realizar el diagrama de Pareto se encuentra que la carencia de color es una de las no conformidades más repetitivas, con esto sabemos que al implementar la cámara de inspección se podría evitar las consecuencias que ocurren mejorando la calidad y la imagen con los clientes.

Al analizar el dispositivo de control y su funcionalidad en el proceso de impresión se puede decir que mejoraría en gran proporción la calidad de los productos que se le entrega a los clientes, optimizando las operaciones ya que se podría prevenir entregar ordenes incompletas, utilizar material adicional e incluso tener menos reposiciones para reprocesar, ayudando a que la maquina sea más productiva porque se imprime un mayor número de metros lineales, aumentando la velocidad lo que conlleva que se entregue en menos tiempo y con un mayor grado de calidad.

El costo del dispositivo es de \$212.155.500 incluyendo envío e impuestos, pero los costos de la no calidad junto con las ordenes incompletas y las horas máquina son aproximadamente \$9.423.613,47 mensuales los cuales ayudan a pagar el dispositivo, su retorno de inversión teóricamente es de 23 meses, sin embargo, se da un margen de error del 20% ya que las causas encontradas no siempre van a ser las mismas, de tal modo que aproximadamente se recupera la inversión en 28 meses.

Por el valor del monto de la inversión, no es sencillo pagar el dinero de contado, es por eso que se pide un préstamo a un banco, el cual financia la inversión a 24 cuotas con una tasa de inversión del 18.85% EA, esto lo que genera es que del mes 1 al 19 se tenga que sacar dinero adicional al ahorro para poder pagar, pero a partir del mes 20 hacia adelante las cuotas se van a poder pagar con el valor que se economiza.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Omet.com. [En línea]. Disponible en: https://printing.omet.com/media/product/VF_4ante_EN_LR_2.pdf. [Consultado: 20-sep-2022].
- [2] J. José, T. Guilló, ©. Juan, J. T. Guilló, y A. Candela, “Calidad total: fuente de ventaja competitiva Edición electrónica: Espagrafic”, *Org.ar*. [En línea]. Disponible en: <https://biblioteca.org.ar/libros/133000.pdf>. [Consultado: 20-sep-2022].
- [3] C. E. Mora Contreras, “La Calidad del Servicio y la Satisfacción del Consumidor”, *Rev. Bras. Mark.*, vol. 10, núm. 2, pp. 146–162, 2011.
- [4] M. Tavera y E. Fernando, “Propuesta de mejora de la calidad del servicio aplicable a centros de diagnóstico automotor”, *Propuesta de mejora de la calidad del servicio aplicable a centros de diagnóstico automotor*. [Trabajo de grado, Fundación Universidad de América] Repositorio Institucional Lumieres. <https://hdl.handle.net/>, vol. 20, p. 500, 2021.
- [5] A. R. Vezga Restrepo y S. Sadovnik Sterling, “El desarrollo y la historia de la imprenta en la ciudad de Cali, Colombia”, Universidad Autónoma de Occidente, 2014.
- [6] Q. Mosquera y K. Jazmín, “Determinación de índices de satisfacción de una empresa de artes gráfica de la ciudad de Guayaquil en el área de litografía”, 2005.
- [7] G. Garzón y L. Marcela, “Análisis de costos de calidad en el proceso operativo de una empresa litográfica basado en el método PEF”, *Análisis de costos de calidad en el proceso operativo de una empresa litográfica basado en el método PEF*. [Trabajo de grado, Fundación Universidad de América] Repositorio Institucional Lumieres. <https://hdl.handle.net/>, vol. 20, p. 500, 2021.
- [8] J. M. Juran, F. M. Gryna Jr, y R. S. Bingham Jr, *Manual de control de la calidad. Volumen 1*. Reverte, 2012.
- [9] G. Hansen, *Control de calidad*. Diaz de Santos, 1991.
- [10] Cubillos Rodríguez, M. C., y D. Rozo Rodríguez (2009). El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. *Revista de la Universidad de La Salle*, (48), 80-99.
- [11] M. Palacios López y V. Gisbert Soler, *control estadístico de la calidad: una aplicación práctica*. Editorial Científica 3Ciencias, 2018.
- [12] A. Castello-Martinez, *Del ROI al IOR: el retorno de la inversión de la comunicación empresarial y publicitaria en medios sociales*. Asociación Española de Investigación de la Comunicación, 2012.
- [13] C. Villegas y C. Fernando, “Medición del desempeño: retorno sobre inversión, ROI; ingreso residual, IR; valor económico agregado, EVA; análisis comparado”, *Estud. gerenc.*, vol. 17, núm. 79, pp. 13–22, 2001.

- [14] J. Simancas-García, F. Meléndez-Pertuz, R. Sánchez-Dams, y J. Vélez-Zapata, “Aproximación al cálculo de la tasa de retorno sobre la inversión en proyectos Intranet”, *Revista ESPACIOS* | Vol. 37 (Nº 16) Año 2016, 2016.
- [15] M. García P., C. Quispe A., y L. Ráez G., “Mejora continua de la calidad en los procesos”, *Ind. data*, vol. 6, núm. 1, p. 089, 2014.
- [16] E. Bonilla Pastor de Céspedes, B. H. Díaz Garay, F. Kleeberg Hidalgo, y M. T. Noriega Aranibar, *Mejora continua de los procesos: herramientas y técnicas*. Universidad de Lima. Fondo Editorial, 2010.
- [17] *Redalyc.org*. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215026158006.pdf>. [Consultado: 23-oct-2022].
- [18] J. A. Marin-Garcia, Y. Bautista-Poveda, y J. J. Garcia-Sabater, “Levels in the evolution of continuous improvement: A multiple case study”, *Intang. cap.*, vol. 10, núm. 3, 2014.
- [19] F. Sarango Martinez y J. F. Abad Morán, “Implantación del sistema smed en un proceso de impresión flexográfica”, 2009.
- [20] A. Jiménez y J. Bolívar, “Implementación de la metodología SMED en el proceso de impresión flexográfico para la reducción de tiempos de setup en una industria productora de envases plásticos flexibles”, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial., 2019.
- [21] T. Qiu, D. O. Wu, y P. Prathap, “Introduction to the special section on Software Architecture and Modeling for Industrial Internet of Things”, *Comput. Electr. Eng.*, vol. 58, pp. 241–243, 2017.
- [22] R. Molano y J. Ignacio, “Metamodelo para la integración de la Internet de las cosas y redes sociales”, Universidad de Oviedo, 2017.
- [23] R. K. Kalle, “Reliable and prioritized communication using polarization diversity for industrial Internet of Things”, en 2016 IEEE Conference on Wireless Sensors (ICWiSE), 2016, pp. 89–94.
- [24] G. Chen y W. S. Ng, “An efficient authorization framework for securing industrial Internet of Things”, en TENCON 2017 - 2017 IEEE Region 10 Conference, 2017, pp. 1219–1224.
- [25] Cesar Camisón, “La gestión de la calidad pro procesos. Técnicas y herramientas de calidad”, *mailxmail.com* [En línea]. Disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso-gestion-calidad-procesos-tecnicas-herramientas-calidad/hoja-recogida-datos>
- [26] S. Latinoamericana y L. C. Histograma, *Uqroo.mx*. [En línea]. Disponible en: http://sigc.uqroo.mx/03_map_proc/dgc/a/Metodologias/Histogramas.pdf. [Consultado: 26-oct-2022].
- [27] *Tecnm.mx*. [En línea]. Disponible en: <https://www.colima.tecnm.mx/posgrado/vfji/materialdescarga/Las%20herramientas.pdf>. [Consultado: 27-oct-2022].

- [28] D. Santos, “¿Qué es el retorno de la inversión y cómo se calcula?”, Hubspot.es, 08-mar-2022. [En línea]. Disponible en: <https://blog.hubspot.es/marketing/que-es-retorno-de-inversion>. [Consultado: 26-nov-2022].
- [29] M. Seminario, “Principios y estrategias para la mejora continua de la empresa”, Grupo Atico34, 09-jul-2020. [En línea]. Disponible en: <https://protecciondatos-lopd.com/empresas/mejora-continua/>. [Consultado: 26-nov-2022].
- [30] Besterfield, Dale H; González y Pozo, Virgilio. (2009). Control de calidad.
- [31] Institutoi4.net. [En línea]. Disponible en: <https://institutoi4.net/wp-content/uploads/2017/07/LIBRO-CALIDAD-I.pdf>. [Consultado: 29-oct-2022].
- [32] Upct.es. [En línea]. Disponible en: http://www.dimf.upct.es/docencia/asignaturas/fabricacion/I_IND/141215017_ing_cali/Ap5 II.pdf. [Consultado: 30-oct-2022].
- [33] Ipn.mx. [En línea]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3158/ESIME%20ZAC%20TAXQ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Consultado: 30-oct-2022].
- [34] Com.co. [En línea]. Disponible en: <https://www.etipress.com.co/nosotros>. [Consultado: 27-nov-2022].
- [35] Q. Edición, “NORMA INTERNACIONAL Traducción oficial Official translation Traduction officielle ISO 9001”, Edu.mx. [En línea]. Disponible en: <http://www.itvalledelguadiana.edu.mx/ftp/Normas%20ISO/ISO%209001-2015%20Sistemas%20de%20Gesti%C3%B3n%20de%20la%20Calidad.pdf>.
- [36] “Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible - Gestor Normativo”, Gov.co. [En línea]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>. [Consultado: 27-nov-2022].
- [37] “Los tipos de sociedades que debe conocer”, Scotiabankcolpatria.com. [En línea]. Disponible en: <https://www.scotiabankcolpatria.com/educacion-financiera/finanzas-maestras/tipos-de-sociedades>. [Consultado: 31-oct-2022].
- [38] G. V. Folea, Doctoral School of Industrial Engineering and Robotics, University “Politehnica” of Bucharest, Romania, E. Bălan, C. Mohora, Faculty of Industrial Engineering and Robotics, Robots and Production Systems Department, University “Politehnica” of Bucharest, Romania, and Faculty of Faculty of Industrial Engineering and Robotics, Robots and Production Systems Department, University “Politehnica” of Bucharest, Romania, “Considerations on quality assurance for flexographic print products,” *Annals*, vol. 12, no. 1, pp. 33–47, 2020.

ANEXOS

Anexo 1. Material adicional, de reposición, horas maquina y O.P incompletas. (Ver archivo adjunto)

Anexo 2. Características y precio de cámara de inspección. (Ver archivo adjunto)

Anexo 3. Software cámara de inspección. (Ver archivo adjunto)