



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**ESTANDARIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE  
CLAVES**

Autor(es)  
Anderson Torres Vélez

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Departamento de ingeniería industrial  
Medellín, Colombia  
2020



# **ESTANDARIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE CLAVES**

**PAPELSA S.A.**

Anderson Torres Vélez

Informe de práctica o monografía o investigación o tesis o trabajo de grado  
como requisito para optar al título de:  
Ingeniero Industrial

Asesores (a) o Director(a) o Co- Directores(a).  
Jose Vladimir Piedrahita Corrales, Ingeniero Químico

María Elena Bedoya, Ingeniera Industrial

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Departamento de ingeniería industrial  
Medellín, Colombia  
2020

---

## Contenido

1	Introducción .....	7
2	Objetivos.....	9
2.1	General .....	9
2.2	Específicos.....	9
3	Planteamiento del problema .....	10
3.1	Antecedentes .....	10
3.2	Formulación del Problema .....	11
4	Marco Teórico.....	13
4.1	Misión.....	13
4.2	Visión: .....	13
4.3	Claves: .....	14
4.4	Estandarización:.....	14
4.5	Mejoramiento: .....	14
4.6	Mejoramiento de procesos:.....	14
4.7	Diagrama causa – efecto (Ishikawa):.....	15
4.8	Mudas o desperdicios: .....	15
4.9	Principio o Regla de Pareto .....	16
5	Metodología.....	17
5.1.	Diagnóstico .....	20
5.2.	Evaluación de los Problemas del Área.....	21
5.3.	Análisis del Problema.....	21
5.4.	Maquina: .....	25
5.5.	Materiales:.....	26
5.6.	Mano de obra:.....	26
5.7.	Medio ambiente:.....	26
5.8.	Método:.....	27
6	Resultados y Análisis.....	28
7	Conclusiones .....	36

## Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 Desperdicio Corrugador 2019 .....	11
Ilustración 2 Doser Ad4A.....	17
Ilustración 3 Panel de FOMAT .....	17
Ilustración 4 Termometro digital .....	18
Ilustración 5 Smurfit Kappa Warp Referee .....	19
Ilustración 6 Balanza medidora de húmedad .....	20
Ilustración 7 Pareto defectos.....	23
Ilustración 8 Diagrama Ishikawa para Láminas encocadas y despegadas .....	24
Ilustración 9 Base de datos Claves .....	28

## Lista de Tablas

Tabla 1 Resumen de defectos periodo octubre 2019 - abril 2020.....	21
Tabla 2 Parametros claves de pared sencilla.....	30
Tabla 3 Parametros claves de doble pared.....	31
Tabla 4 Rangos de parametros por clave .....	32
Tabla 5 Caracteristicas de salida esperadas.....	32

## Lista de Anexos

Anexo 1 Base de datos .....	38
Anexo 2 Base de datos reclamos internos .....	39
Anexo 3 Entregables (Tablas de claves de pared sencilla, doble pared, tabla de rangos y valores esperados de humedad, calibre y encocamiento).....	39

## Resumen

La importancia de apostar por la reducción del consumo de materiales, recursos, la reducción de las mudas o desperdicio, y en general, apostar por la mejora de la competitividad de las empresas generan una mejora de la imagen de la empresa y del compromiso que estas tienen por entregar productos y servicios cada vez con mejor calidad para la satisfacción de las necesidades de sus clientes. En la compañía PAPELSA. S.A. se evidencia un grave problema de desperdicio de materias primas y sobrecostos por culpa de la producción de material no conforme; dentro de este material no conforme nos enfocaremos especialmente en el problema de “láminas malas”, la cual corresponde a las láminas que salen defectuosas de la máquina corrugadora por diferentes motivos como encocamiento<sup>3</sup>, diferencia de medidas con respecto a las estipuladas en el pedido o tarjeta, falla por cumplimiento de resistencias, por papeles desalineados, láminas despegadas, entre otros y que por consiguiente son enviadas a embalar como desperdicio.

Por lo anterior, se realizó un diagnóstico de la situación actual con el cual se determinó que el mayor aporte al desperdicio mensualmente es gracias a las “láminas malas”; se determinaron las principales causas que generan este problema mediante el uso de un diagrama de Ishikawa o “espina de pescado”, con el cual se pudo determinar que una de las principales causas del material a desperdicio por “láminas malas” es la falta de estandarización de los parámetros de corrida de las diferentes claves, para evitar la generación de material encocado y despegado que son algunos de los defectos que en proporción son quienes mas aportan al desperdicio por “Láminas malas”.

Para realizar dicho proyecto, fue necesario comenzar con la recolección de datos sobre los parámetros de corrida de las diferentes claves<sup>1</sup>, cuando hablamos de parámetros operativos nos referimos a valores concretos como presión de vapor, que esta relacionado completamente con la temperatura, humedad de los papeles usados y de la lámina final, aplicación de goma, presión mecánica, tensión o freno utilizado en

---

<sup>1</sup> Claves: son configuraciones determinadas de papeles de distinto calibre para asegurar que la lámina tenga cierta resistencia a la compresión vertical

los rollos de papel, entre otros, esta información fue llevada de forma organizada a una base de datos para posteriormente ser analizada y determinar parámetros estándares de corrida para la producción de diferentes clases de cartón corrugado.



## 1 Introducción

En los últimos años la industria del papel ha ido mejorando su eficiencia, tanto de manera energética como productora, de forma que han ido evolucionando sus exigencias, tanto en calidad, maquinaria, como en costo. En el mercado encontramos una empresa como PAPELSA S.A., la cual es una empresa dedicada a la producción comercialización y distribución de papel y cajas de cartón corrugado.

Durante el proceso de fabricación de láminas de cartón corrugado se ven envueltos gran cantidad de parámetros y variables, entre ellos se destacan la presión de vapor utilizada para calentar las masas corrugadoras, los rodillos pre-calentadores y pre-acondicionadores<sup>2</sup>, la aplicación de goma necesaria para pegar los diferentes papeles y asegurar la formación de la lámina, la presión mecánica para dar forma al corrugado medio y ayudar a pegar las partes de la lámina, la humedad tanto de los rollos como de la lámina y las temperaturas con la que el papel llega a diferentes partes del proceso. Este proceso es muy sensible, ya que cualquier variación de estos parámetros puede provocar que el material salga mal pegado o con deformaciones como deformaciones o desalineados.

En la actualidad, no existe una forma exacta de correr las diferentes claves, es decir, la programación de estos parámetros se realiza de manera muy empírica, por ensayo y error, por ejemplo, cuando se presenta un cambio de clave, la máquina sigue operando bajo los mismos parámetros de la clave anterior y el operario debe buscar (tantear valores) que permitan a la nueva clave salir de manera adecuada; esto genera pérdidas de tiempo y desperdicio de material.

Se tiene como objetivo realizar una toma de datos exhaustiva de dichos parámetros en las diferentes claves, con el fin de generar una base de datos con información correspondiente al seguimiento de los parámetros de corrida relevantes en el proceso de

---

<sup>2</sup> Pre-calentadores y preacondicionadores: Rodillos calentados con vapor utilizados para acondicionar el papel y mejorar el pegue del cartón

producción de láminas de cartón corrugado y con base a esta información realizar un análisis estadístico y formular valores adecuados para cada clave.

Lograr este objetivo es de vital importancia en el proceso de fabricación de láminas de cartón corrugado para la empresa PAPELSA S.A, ya que como se verá mas adelante en el presente informe, las láminas malas y/o defectuosas es la causa que más aporta al desperdicio total de la empresa, además de ser la causante de mayor tiempo perdido en el área de terminado de la empresa (área de conversión de las láminas en cajas)

Para lograr el objetivo se deberá hacer uso de diferentes herramientas de la ingeniería industrial, desde herramientas de diagnóstico como Pareto y diagramas de Ishikawa, hasta herramientas y programas estadísticos como el software R y R studio.

En el estudio que se realizará no se incluirán ni se analizarán aquellos problemas que son originarios de otras áreas, los cuales se reflejan en la situación de un área afectando su rendimiento y eficiencia, sin embargo, se darán recomendaciones acerca de diferentes problemas que siendo diferentes a los parámetros operativos, afectan de manera negativa el proceso.

## 2 Objetivos

### 2.1 General

Estandarizar y mejorar los parámetros de ejecución de las diferentes claves permitiendo que se obtengan procedimientos y mejoras en el proceso.

### 2.2 Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la capacidad en los procesos que se van a intervenir del área
- Conocer el proceso de corrugado de las láminas de cartón.
- Identificar las metodologías y herramientas bajo el campo de la Ingeniería Industrial que permitan realizar el análisis
- Realizar un diagnóstico del estado inicial del proceso de corrugado
- Recolectar la información necesaria que permita el análisis y toma de decisiones frente a los datos.
- Formular parámetros para las claves que permitan mejores resultados en el proceso.
- Presentar propuestas objetivas basadas en los resultados obtenidos.

### 3 Planteamiento del problema

#### 3.1 Antecedentes

El área de producción de la planta de cartón corrugado PAPELSA S.A. es de manera sencilla el corazón de dicha planta, ya que de este depende la conversión de las materias primas en láminas de cartón que después serán utilizadas para alimentar los procesos de terminado o de conversión de los cuales se obtiene el producto final para el cliente.

Durante los primeros días observando el proceso de corrugado, se logra identificar que este es un proceso que produce una gran cantidad de desperdicio de material, desde las capas malas de los rollos utilizados para la producción, ya que estos necesitan ser “Pelados” para retirar las primeras capas que generalmente vienen golpeadas, sucias o maltratadas de alguna forma, hasta las láminas que salen malas del proceso de corrugación, las cuales son depositadas en carros localizados en lugares específicos para luego ser llevadas a embalar y posteriormente llevadas nuevamente al molino para reciclar este material.

Una de las cualidades del cartón corrugado es que es 100% reciclable, es decir que en la práctica nada de este material es desperdiciado, ya que el producto y material defectuoso vuelve al proceso de manera indeterminada; sin embargo de manera teórica estas láminas y material defectuoso es tratado como un desperdicio, ya que se está perdiendo múltiples recursos para la conversión de este como lo son el tiempo, la mano de obra, energía eléctrica, vapor, e insumos como la goma y los aditivos que esta lleva.

Analizando la información correspondiente al año 2019 sobre el desperdicio, obtenida a través de los informes de producción mensuales tenemos la cantidad de desperdicio de corrugado a causa de cada una de las entradas que son: Capas malas, reventones (Material defectuoso resultante del reviente de un rollo de papel), Empalmes (Este se refiere al material defectuoso producido por la unión o empalme de un rollo de papel nuevo, ya que suele producir material defectuoso mientras la entrada de papel se normaliza y se alinea de manera correcta el rollo), Láminas malas, Láminas de protección (Láminas que en vez de ser embaladas, son utilizadas para la protección de las estibas que serán despachadas a los clientes) y el refile

longitudinal que es el sobrante del papel después de realizar los cortes necesarios para las láminas programadas, se obtiene la **Ilustración 1. (desperdicio corrugador 2019)**

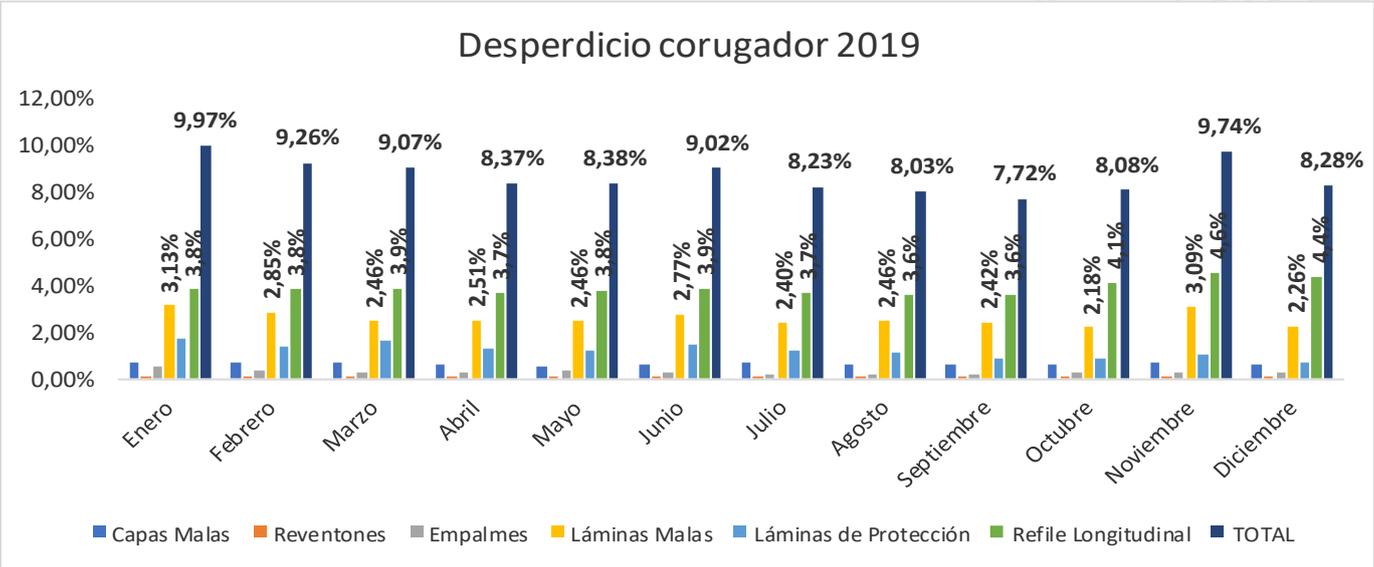


Ilustración 1 Desperdicio Corrugador 2019

Fuente: Elaborado por Papelsa S.A.

En la Ilustración 1. Se puede observar el desperdicio generado por el corrugador al cierre de cada mes durante el año 2019, en el cual se destacan (con etiqueta de datos) El total, el refile longitudinal y las láminas malas.

### 3.2 Formulación del Problema

Para el año 2019 el total de desperdicio en promedio fue de 8,68% equivalentes a 332.419 kilogramos (Mas de 332 toneladas de desperdicio) de los cuales el 45% es a causa de refile longitudinal y 30% por causa de láminas malas.

Sin embargo el refile longitudinal es una característica inherente al proceso, ya que aunque este se ha optimizado, la lista de pedidos planeados y sus respectivos cortes nunca son iguales al ancho de los papeles, es decir que siempre “sobra” una parte en los extremos, en ocasiones cuando el refile es muy ancho, se obtienen

láminas de este, las cuales van dirigidas al área al área de unitizado<sup>34</sup>, donde serán utilizadas como láminas de protección para las estibas de material que serán despachadas a los clientes.

Eliminando el refile longitudinal, nos quedaría el problema de las láminas malas, causante de en promedio el 2,58% de desperdicio mensual, aproximadamente 92 toneladas de material desperdiciado por láminas que han salido con defectos de la máquina corrugadora, equivalentes a \$23.665.525 en pérdidas mensuales aproximadamente. Los datos utilizados para obtener esta información fueron tomados del archivo acumulado de reclamos internos, los cuales se obtienen junto con la colaboración de los supervisores de producción, realizan seguimiento de los defectos y elaboran un consolidado con los reclamos de láminas malas que salen del corrugador y son encontrados en el área de terminado. Dicha información corresponde a 6 meses, tiempo de periodo de practica del estudiante Anderson Torres Vélez (octubre 2019 – abril 2020); también cabe resaltar que los valores anteriormente fueron calculados en base a dicha información, por lo tanto, los valores son un aproximado a las pérdidas reales, ya que no todas las láminas defectuosas son reporta por lo que la cifra real podría ser aún más grande.

---

<sup>3</sup> Unitizado: Área donde se utilizan las láminas malas para la protección de las estibas de material terminado, estas láminas son llamadas, láminas de protección

## 4 Marco Teórico

PAPELSA S.A. es una compañía que ha desarrollado un sistema integrado de gestión de calidad, medio ambiente, seguridad industrial y salud ocupacional para satisfacer a los clientes, promover el cuidado del medio ambiente y garantizar la seguridad y la salud de nuestros colaboradores.

Cuenta con una planta de producción de papel en el municipio de Barbosa, y dos plantas productoras de cartón, una ubicada en el mismo municipio y otra en la ciudad de Bogotá.

Sus productos son 100% reciclados, reciclables y responsables con el medio ambiente los cuales satisfacen las necesidades de los clientes y agregan valor diferenciador.

### 4.1 Misión

Somos un equipo humano comprometido, que trabaja para estar cerca de nuestros clientes, brindando alternativas confiables en papel y cartón corrugado, mediante asesoría integral y con una tecnología competitiva

Ejercemos la responsabilidad social y ambiental, la cual extendemos hasta nuestros clientes haciendo uso racional de los recursos naturales, y aplicando el concepto de sostenibilidad en todos los productos y procesos.

Garantizamos una rentabilidad satisfactoria que nos permita el progreso permanente, el desarrollo de nuestros colaboradores y una retribución justa para con ellos y demás grupos de interés.

### 4.2 Visión:

Ser la opción más competitiva del mercado a través de:

- Colaboradores desarrollados integralmente con orientación al cliente y al mejoramiento continuo.
- Soluciones sostenibles de papel y cartón corrugado.

- Alto estándares de calidad y servicio que agreguen valor a nuestros clientes y a sus clientes finales.

Para el desarrollo del proyecto se realizará utilizando las herramientas y los conceptos respectivos, los cuales son:

#### **4.3 Claves:**

Las claves son configuraciones determinadas de papeles de distinto calibre para asegurar que la lámina tenga cierta resistencia a la compresión vertical, debido a que los papeles utilizados para cada clave son diferentes se hace necesario un tratamiento distinto (Parámetros de operación) para cada una de ellas. (Fuente propia)

#### **4.4 Estandarización:**

La estandarización de procesos consiste en definir y uniforma los procedimientos, de modo que todas las personas que participan en él usan permanentemente los mismos procedimientos (Harrington, 1994)

#### **4.5 Mejoramiento:**

La mejora continua es consecuencia de una forma ordenada de administrar y mejorar los procesos, identificando las causas o restricciones, creando nuevas ideas y proyectos de mejora, llevando a cabo planes, estudiando y aprendiendo de los resultados obtenidos y estandarizando los efectos positivos para proyectar y controlar el nuevo nivel de desempeño. (Gutiérrez, 2010)

#### **4.6 Mejoramiento de procesos:**

El mejoramiento de procesos aparece hoy como una de las herramientas utilizadas por las organizaciones, no sólo con el fin de aumentar la calidad de sus productos o servicios y satisfacer a plenitud las necesidades de sus clientes, sino para autoevaluar continuamente sus factores clave competitivos e identificar oportunidades de mejora. Además, los procesos de mejoramiento pueden aumentar las posibilidades de incrementar resultados financieros y operativos a las empresas que lo utilizan. (Perez & Soto, 2005)

#### 4.7 Diagrama causa – efecto (Ishikawa):

Para la fase de análisis se utilizará el diagrama causa – efecto o diagrama de Ishikawa, el cual consiste en definir un problema o efecto negativo con el fin de encontrar las causas que incitan a que este ocurra, para lo cual se utiliza en modo paralelo un brainstorm o lluvia de ideas para identificarlas, para luego ser clasificadas en categorías que se consideren adecuadas para el problema, generalmente la 6 m's (Materiales, maquina, mano de obra, métodos, medición y medio ambiente. (SPC consulting group, 2013)

#### 4.8 Mudras o desperdicios:

Las mudras son un conjunto japonés que significa “inutilidad; ociosidad; desperdicio, superfluidad”, Este concepto fue creado y adoptado en el “Toyota Production system” (SPC consulting Group, 2013); Las mudras están presentes en los procesos y es imposible eliminarlas completamente puesto que su presencia otorga flexibilidad a los procesos, pero se deben controlar y no permitir que estos vayan más allá de lo necesario, convirtiéndose en procesos sobrantes, que generan costos y no agregan valor al bien o servicio que se está produciendo, puesto que no lo hace más valioso para los clientes; esos procesos no hacen parte de la esencia del negocio de las empresas y si son disminuidos lo mayor posible aumentarán la eficiencia y calidad en los procesos.

Existen 7 tipos de desperdicios:

- **Sobreproducción:** Producir más de lo necesario
- **Esperas o inactividad:** Tiempo ocioso de personas, maquinas o producto
- **Transporte:** Desplazamientos de material, producto en proceso o terminado
- **Inventario:** Producto almacenado
- **Movimientos:** Desplazamiento de personas
- **Defectos:** Mala calidad en los productos
- **Procesos superfluos:** procesos innecesarios que están de más como procesos de revisión de calidad (Lean solutions, 1999)

#### **4.9 Principio o Regla de Pareto**

Es una herramienta que permite la clasificación de fallas por medio de un gráfico, mostrando la importancia de cada una según el criterio que se considere más apropiado generalmente la frecuencia o cantidad de repeticiones. Diagramas de Ishikawa es una herramienta que permite determinar causas de una falla o un problema clasificadas en diferentes factores (López, Ingeniería industrial online, 2016).

Nos dice que para diversos casos, el 80% de las consecuencias proviene del 20% de las causas. No son cifras exactas, pues se considera un fundamento empírico observado por Vildredo Pareto y confirmado posteriormente por otros expertos de diversas áreas del conocimiento (Betancourt, 2016).



## 5 Metodología

En primera instancia se realiza la recolección de datos de las diferentes claves, para ello se recogerá por cada una de ellas la velocidad de corrida, la cual puede ser observada en el panel view de la corrugadora, seguido a esto se procede a medir la humedad de los rollos de papel a usar en la fabricación del cartón con un doser AD4A (ver ilustración 2)



Ilustración 2 Doser Ad4A

Luego se toman los datos de las presiones de vapor (PSI) en el cabezote, esta información es tomada de el resumen de FOMAT (sistema para la gestión y el control del suministro de vapor en los procesos de corrugado), el cual aparece en forma de tabla de en el panel view de la corrugadora como se muestra en la imagen.



Ilustración 3 Panel de FOMAT

Mediante este panel táctil los operarios pueden modificar el valor de los PSI de vapor del preacondicionador y masas de los cabezotes, de los 3 rodillos de la torre precalentadora y las 3 secciones del tren de secado, puntos claves en los que el papel y el single face<sup>4</sup> (es el papel formado entre el liner interior<sup>5</sup> y la flauta ondulada) se acondicionan para llegar a determinadas temperaturas, necesarias para que los papeles queden bien pegados entre si y sin defectos.

Luego de chequear estos valores de PSI se procede a chequear las temperaturas del papel en la entrada y salida de dichos puntos clave de forma manual con la ayuda de un termómetro



Ilustración 4 Termómetro digital

Ya que estas temperaturas, dependiendo del lugar donde sean medidos deben estar en un rango entre 75 °C – 95 °C u 85 °C – 95 °C ya que el papel debe ir debidamente precalentado para asegurar el pegue y por debajo de 100 °C, ya que después de esta temperatura el papel empieza a perder humedad y cualidades ya que este es el punto de ebullición del agua.

---

<sup>4</sup> Single face: es el papel formado por el pegue entre el liner interior y la flauta ondulada

<sup>5</sup> Liner interior: se llama liner interior al papel del cartón corrugado que ira al interior de la caja cuando esta sea armada

Una vez hecho esto, se procede a verificar las condiciones de salida de la lámina de cartón, es decir, verificar si la lámina tiene deformación en exceso (Encocamiento), el porcentaje de humedad, y el calibre.

La medición del nivel de encocamiento se realiza mediante una herramienta diseñada por smurfit kappa group, basado en la teoría de la flexión de tres puntos.



Ilustración 5 Smurfit Kappa Warp Referee

El nivel de encocamiento de las láminas de cartón no debe sobrepasar los 15 puntos de warp referee, debido a que esto genera problemas en la alimentación de las máquinas de terminado, ya que las láminas deben estar lo más planas posible para facilitar la alimentación de las máquinas, para que no se generen atascamientos y para que no haya problemas en la impresión de las láminas.

El nivel de humedad del cartón se verifica mediante una balanza medidora de humedad.



## Ilustración 6 Balanza medidora de humedad

Esta balanza calienta el cartón por encima de 100 °C con el fin de eliminar toda la humedad del cartón, de esta forma el cartón pierde peso y de esta forma calcula el porcentaje de humedad del cartón. Este debe estar entre 7.5% y 9% de humedad para garantizar que el cartón no esté muy húmedo ni muy tostado, ya que en ninguno de los dos casos es posible trabajar el cartón en las máquinas de terminado.

El calibre del cartón se mide con la ayuda de un calibrador de papel, que básicamente es una prensa para medir la resistencia a la compresión horizontal de la lámina, esto con el fin de asegurar que el material terminado cumpla con las especificaciones de resistencia a la compresión vertical (RCV) que asegura que las cajas resistan el peso de las materias que van a ser empacados y arrumados en ellas.

Adicionalmente se realiza seguimiento a la goma usada en el pegue de las diferentes claves para asegurar y alimentar la base de datos con información de su temperatura, viscosidad, punto de gel (temperatura en la cual la goma a base de almidón empieza a gelatinizar), y el porcentaje de sólidos de la goma.

Con esta información se procede a realizar una base de datos con el fin de obtener el promedio de dichos datos para obtener valores de partida que puedan ser usados para comenzar a fabricar las diferentes claves, adicionalmente se realiza una tabla con los rangos de cada una de las variables, información que puede dar información de la variación que tiene cada una de las variables. Este procedimiento se lleva a cabo mediante fórmulas anidadas en Excel.

### 5.1. Diagnóstico

Se realizaron observaciones al proceso e indagaciones a todo el personal involucrado en el área con el fin de conocer el proceso, todas sus partes y los factores influyentes en este. De esta forma se logró conocer profundamente el proceso, las variables que lo afectan y los paros y defectos que puede sufrir dicho proceso

## 5.2. Evaluación de los Problemas del Área

Se analizaron los tipos de paros más representativos arrojados por el Pareto realizado anteriormente, indagando acerca del significado que tienen en el área, el método de registro y todo lo relacionado con estos, observando detalladamente los procesos y el momento en el que estos ocurren. Con esto se determinaron relaciones entre los paros analizados y los efectos o problemas que cada uno de esta causa en el área.

## 5.3. Análisis del Problema

Se decide realizar un análisis con el fin de encontrar las causas más representativas de los tiempos perdidos o paros asociados con la ayuda de todas las personas involucradas en el proceso, aquellas que tienen un conocimiento amplio respecto al procedimiento. Las causas encontradas fueron clasificadas en los factores 6m's y plasmadas en un diagrama de Ishikawa

Una vez expuesto el problema, en el cual se evidencia una muda por defectos, causante de mas de 20 millones de pesos en perdidas mensuales, se procede a ahondar aun más en las láminas defectuosas que salen de la maquina corrugadora.

Nuevamente de la información consolidada en el archivo de reclamos internos realizamos un Pareto sobre los defectos encontrados en el periodo de 6 meses durante el cual el practicante colaboró para levantar dicha información.

**Tabla 1 Resumen de defectos periodo octubre 2019 - abril 2020**

<b>Defecto</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>%Acumulado</b>
Encocadas	42884	32,23%	32,23%
Despegadas	23249	17,47%	49,70%

<b>Defecto</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>	<b>%Acumulado</b>
Embombadas	13862	10,42%	60,12%
Tostadas	9033	6,79%	66,90%
Scores mal marcados	7697	5,78%	72,69%
Arrugas	7133	5,36%	78,05%
No se encontraron en planta	5520	4,15%	82,20%
Corrugado Medio Visible	5075	3,81%	86,01%
Húmedas	4568	3,43%	89,44%
Nido de avispa	2972	2,23%	91,68%
Mal refileadas	2890	2,17%	93,85%
Desalineadas	2531	1,90%	95,75%
Sucias	2115	1,59%	97,34%
Machacadas	1013	0,76%	98,10%
golpeadas	971	0,73%	98,83%
Fracturadas	510	0,38%	99,21%
Borde despegado	404	0,30%	99,52%
Variación de medidas	290	0,22%	99,74%
Maltratadas	214	0,16%	99,90%
Sobrante	137	0,10%	100,00%
<b>Total</b>	<b>133.068</b>		

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 1. Se observa de manera resumida los defectos encontrados durante los seis meses de práctica, allí podemos encontrar los diferentes defectos, la frecuencia, es decir, las unidades defectuosas (# de láminas) y su porcentaje acumulado.

Teniendo en cuenta la información de la tabla 1. Se elabora el Grafico 2. Pareto Defectos

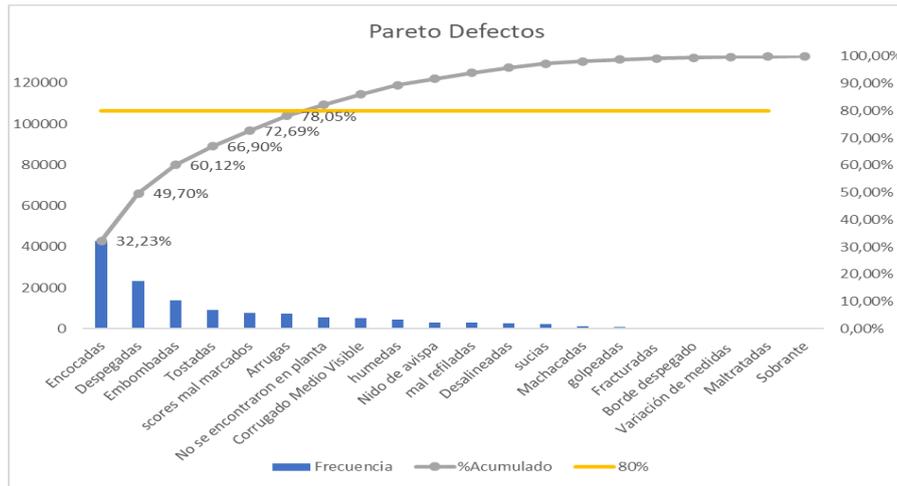


Ilustración 7 Pareto defectos  
Fuente de Elaboración Propia

De la Ilustración 7 Pareto de defectos se puede observar que cerca del 80% de los defectos están concentrados por causa de encocamiento, láminas despegadas, láminas embombadas<sup>6</sup>, tostadas, con scores<sup>7</sup> mal marcados y arrugas, sin embargo, por cuestiones de alcance nos centraremos solo en encocamiento y láminas despegadas que son el 50% de los defectos encontrados durante el periodo de práctica. Al enterarnos que el 50% de las láminas defectuosas es debido a solo dos defectos, se procede a realizar un diagrama de Ishikawa con el fin de observar de una manera más holística las causas por las cuales se generan estos dos defectos.

<sup>6</sup> Embombadas: Láminas con presencia de ampollas o burbujas de aire debido al mal pegue o al exceso de pegamento.

<sup>7</sup> Scores: Marcas hendidas que sirven como guía para realizar el doblaje de las cajas en sus aletas, además garantiza que un proceso de armado automatizado la caja sea armada y doblada en lugares exactos.

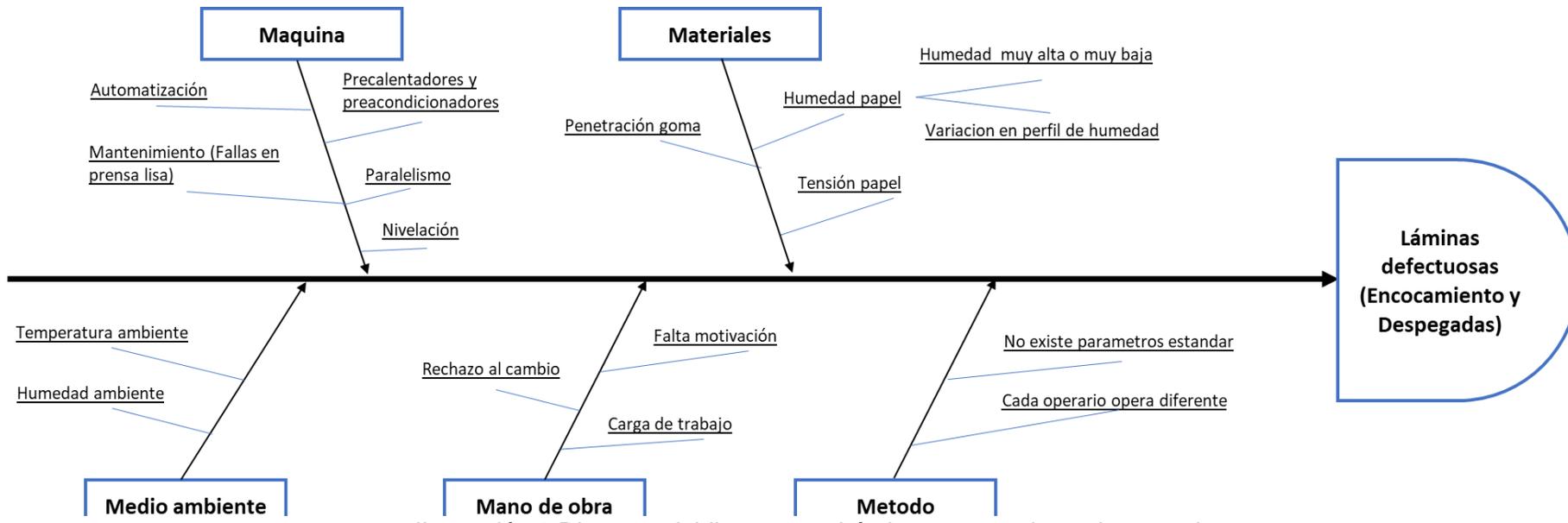


Ilustración 8 Diagrama Ishikawa para Láminas encocadas y despegadas

Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 8. Diagrama Ishikawa para láminas defectuosas, podemos observar las diferentes causas por las cuales se puede generar láminas encocadas y/o despegadas basados en las 6M's, las cuales se explican a continuación:

#### **5.4. Maquina:**

- Automatización: En cuanto a este ítem cabe resaltar que se deben hacer esfuerzos para retomar la automatización en la aplicación de Goma, ya que algunas de las láminas encocadas son producidas durante los cambios de velocidad, por ejemplo cuando hay un cambio de pedido y la maquina debe bajar el ritmo de producción durante unos segundos, en este tiempo mientras la línea va mas lento, el material recibe mucho mas calor por lo cual se debería compensar con una aplicación de goma mayor para compensar este cambio de temperatura y que la lámina no tenga escasez de humedad y no se altere por esta razón.
- Pre calentadores y pre acondicionadores: En ocasiones los estos rodillos que deben ser calentados con vapor para acondicionar los papeles presentan fallas en sus arropadores y en su distribución de calor, es decir, que es posible que esté calentando mas a un lado que al otro, esta diferencia de temperaturas genera diferencias de humedad en el material y provoca que un lado de la línea pueda salir encocado.
- Mantenimiento: El área de mantenimiento debe realizar mantenimientos preventivos, en especial en las masas corrugadoras y la prensa Lisa, ya que durante el tiempo de practica se evidenciaron diferentes fallas, en especial con la prensa lisa, lo cual genera diferencia de presiones y por lo tanto puede generar material despegado.
- Nivelación y Paralelismo: Se debe verificar que la línea de rodillos en donde va enhebrado el material este en plena condición con respecto a estos dos aspectos, ya que esto genera diferencia de tensiones y por lo tanto material encocado.

### **5.5. Materiales:**

Con respecto a este ítem, hay que resaltar que la mayoría de los problemas están dados por la humedad del papel, ya sea porque tiene grados de humedad muy altos o bajos, o porque haya mucha variación en sus perfiles de humedad, es decir que tenga franjas de humedad muy altas y otras muy bajas; Este es el mayor problema con respecto a los materiales ya que esto genera cantidades gigantes de material encocado.

### **5.6. Mano de obra:**

En este ítem es importante mencionar que los errores operativos no son por falta de capacitación, ya que PAPELSA S.A. brinda capacitación constante a los operarios en cuanto aspectos generales como específicos de la operación. El problema en cuanto a este ítem puede ser la falta de motivación, lo que genera, que en especial al final de la línea de producción (Stacker) no se haga una revisión mas continua del material y se permita el paso de material defectuoso. También esta la carga de trabajo, que en ocasiones no permite que el operario este revisando la calidad del material de manera constante. Otro problema es el rechazo al cambio, ya que la mayoría de los operarios llevan muchos años trabajando para la empresa por lo cual realizan en muchas ocasiones las actividades de la manera que a ellos les parezca y son muy reacios a que otra persona manipule las maquinas o a cambiar los métodos de trabajo.

### **5.7. Medio ambiente:**

Este ítem, aunque no se pueda controlar también puede generar material encocado, ya que la temperatura y la humedad son las condiciones que generan material encocado y es posible que el material en bodega, sufra leves deformaciones a causa de estas variables ambientales, sin embargo, en casi la totalidad de los casos los cambios debido a esto no son graves.

## **5.8. Método:**

En el proceso de producción de cartón corrugado están en juego muchas variables, entre ellas presión mecánica, aplicación de goma, presión de vapor, tensión y humedad, por mencionar algunas. La mayoría de estas variables son controlables, sin embargo, no se tienen valores estándares para programar la maquina según sea la necesidad de la clave a producir.

Otro problema en cuanto al método es que cada operario tiene una forma diferente de trabajar, por ejemplo, en ocasiones en los cambios de turno, aunque el material este saliendo con buena calidad, el operario que recibe turno modifica los parámetros de la maquina incluso sin revisar como esta la calidad del material, solo porque esa es su forma de trabajar desarrollada por su experiencia en la labor. También tienen diferentes maneras de atender las emergencias y problemas, es decir, algunos resuelven problemas quitando calor, otros disminuyéndolo, en ocasiones aumentando o disminuyendo la aplicación de goma, para lo cual se ha dado capacitaciones en la forma en que se deben atacar los problemas y la forma en la que deben usar las diferentes opciones.

A pedido del ingeniero de procesos de la empresa PAPELSA S.A. Vladimir Piedrahita, se decide atender el problema de falta de parámetros de corrida para las diferentes claves, Sin embargo, también se realizaron algunas actividades para mejorar o apoyar las falencias en los demás ítems.

Para llevar a cabo dicha actividad se propone una recolección de datos de corrida, es decir, se procede a elaborar una base de datos con los parámetros utilizados en las diferentes claves con el fin de identificar y generar valores estándares para las diferentes claves.

## 6 Resultados y Análisis

Con la información recolectada se realiza la formulación de las diferentes claves con valores de partida para cada una de ellas, cabe aclarar que los resultados de las claves obtenidas son solo de partida, y solo para los valores que pueden ser modificables, es decir, los p.s.i. (Presión de vapor) en los diferentes rodillos (Preacondicionadores, precalentadores y masas), aplicación de goma, presión mecánica del rodillo prensa en cada uno de los lados de la operación (Lado operario y lado maquina).

No se realizan formulaciones para los diferentes grados de arropamiento ya que esta es una medida para reaccionar al encocamiento generado por la variabilidad en los perfiles de humedad que presentan las materias primas (Los rollos de papel), es decir, que una las claves pueden ser corridas con distintos grados de arropamiento, incluso en una misma corrida.

No	FECHA	CLAVE	MATERIALES						MOLINO			VELOCIDAD (v. m/min)	Llaves SF (75-90°C)			MONTAJE ROLLO			Frenos PSI	LO
			LI	CM	LE	LI	CM	LE	LI	CM	LE		LO	LM	DM	5	6	9		
<b>MAYOURINO</b>																				
1	09/05/2019	ESBOK	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	75	85	3						91
3	09/05/2019	CSBOK	LW47	CM96	LMP20	MP	MP	MP	MP	MP	MP	82	84	20						79
4	09/05/2019	CSBOK	L33	CM96	L33	SK	SK	SK	SK	SK	SK	75	83.8	15.4						88
5	03/05/2019	ESBOK	L33	CM96	L33K	MP	MP	MP	MP	MP	MP	82	79	69	1					85
6	03/05/2019	CSBOK	L47	CM96	LMP20	MP	MP	MP	MP	MP	MP	93	87	56	20					81
7	03/05/2019	CSBOK	L47	CM96	L47	MP	MP	MP	MP	MP	MP	93	77	83	86					83.8
8	06/05/2019	CSBOK	LV20	CM96	CM96	MP	MP	MP	MP	MP	MP	94	86	82	26					83
9	07/05/2019	CSBOK	L55	CM96	L35	MS	MP	MP	MP	MP	MP	96	72	83	30					87
10	07/05/2019	CSBOK	L33	CM96	MS	MP	MP	MP	MP	MP	MP	95	82	88	4					88
11	07/05/2019	CSBOK	LMP20	CM96	LMP20	MP	MP	MP	MP	MP	MP	94	82.5	79	5.5					85
12	25/05/2019	CSBOK	L33	CM96	L33	MP	MP	MP	MP	MP	MP	95	87	78	30					88
13	25/05/2019	CSBOK	LMP20	CM96	LMP20	MP	MP	MP	MP	MP	MP	94	74	88	3					87
14	09/05/2019	CSBOK	L33MS	APCEAR	L33MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	95	79	79	29					82
15	09/05/2019	ESBOK	L33	L33	L33	MP	MP	MP	MP	MP	MP	93	88.2	83.3	6.9					82.4
16	09/05/2019	CM96	CM96	APCEAR	LB20	MP	MP	MP	MP	MP	MP	95	82.2	84.3	17.3					79.5
17	07/05/2019	CSBOK	LV20	APCEAR	L33K	MP	MS	MP	MP	MP	MP	93	83.1	79.9	12.3					83.3
18	23/06/2019	CSBOK	L47	CM96	L33	MP	MP	MP	MP	MP	MP	97	84.3	78.4	8.5					88.8
19	23/06/2019	CSBOK	CM96	CM96	L33	MP	MP	MP	MP	MP	MP	95	85	78	69					78
20	23/06/2019	CSBOK	L47	CM96	L33	MP	MP	MP	MP	MP	MP	94	84.4	80.9	42.9					83.4
<b>MILMO</b>																				
21	03/07/2019	CSBOK	LW47	CM96	L33	MP	MP	MP	MP	MP	MP	96	77.1	77.1	8.5					82
22	06/07/2019	CSBOK	L33	CM96	L33	MS	MP	MP	MP	MP	MP	95	86.2	85.2	8.5					86
23	06/07/2019	CSBOK	L33	CM96	L33	MS	MP	MP	MP	MP	MP	93	84.4	77.1	1.9					86
24	09/07/2019	CM96	CM96	L33	MP	MS	MP	MP	MP	MP	MP	95	85.5	81.4	4.3					87

Ilustración 9 Base de datos Claves

Queda como resultado una base de datos en Excel con 112 datos de diferentes claves de pared sencilla y 30 datos de diferentes claves de doble pared, en la cual se puede encontrar los parámetros utilizados para las presiones de vapor, la velocidad de la corrida, los materiales utilizados, la aplicación de goma, el gap de goma, las características de la goma, las temperaturas de entrada y salida de las masas, preacondicionadores y precalentadores y las condiciones de salida de las

láminas, es decir, Humedad, calibre y encocamiento. La base de datos en Excel quedara como anexo a este informe.

Con la información de la base de datos se obtuvo la tabla 2 en donde se muestran los parámetros de partida obtenidos para cada una de las claves.



Tabla 2 Parámetros claves de pared sencilla

CLAVE	Velocidad (m/s)	Presion de vapor						Aplicación goma (mm)			Gap goma (mm/1000)		Presion mecanica								
		BHS		Agnati		Torre precalentamiento	Tren de secado			BHS	Agnati	Glue machine		BHS celdas de carga		Agnati		Masas Agnati		Masas BHS	
		Precondicionador	Masas	Precondicionador	Masas		1	2	3			SUP	INF	LO	LM	LO	LM	LO	LM	LO	LM
B450BCO	143	X	X	108	158	162	117	135	140	X	120	167	0	X	X	67,8	68,75	71	74	X	X
B620K	140	X	X	107	155	163	90	150	155	X	123	0	130	X	X	59,0	59	68	68	X	X
BBGK	144	X	X	104	154	165	118	143	153	X	116	153	189	X	X	65,6	65,83	69	69	X	X
C1050K	117	102	154	X	X	159	127	148	153	0,53	X	195	189	1,52	1,46	X	X	X	X	1408	1400
C450K	145	98	155	X	X	161	117	138	152	0,42	X	150	173	1,53	1,54	X	X	X	X	1417	1404
C540BCO	143	117	157	X	X	163	119	140	155	0,49	X	128	192	1,61	1,60	X	X	X	X	1433	1433
C540K	149	101	159	X	X	165	115	145	155	0,39	X	199	142	1,59	1,61	X	X	X	X	1458	1424
C620K	147	100	157	X	X	162	116	146	156	0,42	X	151	157	1,50	1,54	X	X	X	X	1414	1400
C620KLICO	136	98	156	X	X	163	129	146	154	0,52	X	143	228	1,55	1,62	X	X	X	X	1400	1333
C720K	146	111	150	X	X	159	125	145	154	0,58	X	147	240	1,46	1,48	X	X	X	X	1400	1400
C790BCO	120	99	161	X	X	163	130	145	161	0,40	X	0	197	1,34	1,38	X	X	X	X	1400	1400
C790K	153	100	150	X	X	150	130	140	150	0,62	X	0	260	1,43	1,45	X	X	X	X	1400	1400
C930K	120	102	155	X	X	161	124	146	155	0,60	X	239	235	1,43	1,45	X	X	X	X	1375	1406
CBGK	129	98	158	X	X	163	116	135	148	0,34	X	183	0	1,70	1,79	X	X	X	X	1400	1400

En la tabla 3 se puede observar los valores de partida de las variables que el operario puede manipular en la maquina corrugadora, las “X” que aparecen en algunas secciones significa que no aplica, por ejemplo, para las claves de onda “B” no hay valores en las secciones de BHS, ya que esta ondulación solo puede ser fabricada por el cabezote Agnati, y del mismo modo para las claves de ondulación “C”.

Del mismo modo se realizó una tabla # con parámetros de partida para las claves de doble pared

Tabla 3 Parámetros claves de doble pared

CLAVE	Velocidad (m/s)	Presion de vapor						Gap goma (mm/1000)				Presion mecanica									
		BHS		Agnati		Torre precalentamiento	Tren de secado			Aplicación goma (mm)		Glue machine		BHS celdas de carga		Agnati		Masas Agnati		Masas BHS	
		Precondicionador	Masas	Precondicionador	Masas		1	2	3	BHS	Agnati	SUP	INF	LO	LM	LO	LM	LO	LM	LO	M
D1300K	90	117	151	161	153	160	150	149	159	0,47	136	281	187	1,47	1,50	58	59	59	58	1400	1400
D1130K	78	88	160	107	154	163	153	158	159	0,53	133	233,4	157,6	1,65	1,61	59,8	60,2	74,6	75,2	1400	1380
D1300K	70	99	139	121	159	153	140	156	161	0,52	134	297	231	1,82	1,79	58	59	57	57	1500	1300
D1520BCO	78	92	158	100	156	161	142	152	157	0,62	137	234,5	226,5	1,77	2,11	61,5	61,5	66,5	65,5	1400	1400
D1520BE	87	96	152	84	154	157	146	156	160	0,65	139	243,4	186,6	1,73	1,80	58,6	61	70,6	71,4	1330	1320
D1520BE BCC	69	74	146	97	141	152	142	152	156	0,61	142	281,5	166	1,51	1,52	61	62	74	72	1250	1350
D1700BE	74	90	164	93	153	155	155	160	161	0,76	146	268,5	153	1,65	1,66	61	62	75	77,5	1200	1200
D1800BE	75	90	150	109	154	149	145	154	159	0,57	142	274	160	1,57	1,56	59	59	80	80	1000	1200
D1850BCO	80	40	140	40	139	160	131	146	149	0,53	148	253	154	1,52	1,53	59	59	78	77	1200	1400
D1850BE	78	90	154	88	151	162	138	150	159	0,56	140	214,3	140,6	1,50	1,48	62,7	63,1	72,6	73,1	1178,6	1164

Se realiza la tabla 4 con el rango de cada variable, calculado a partir de los datos recolectados durante el tiempo en piso del practicante y su antecesor, con el fin de ayudar al ingeniero de operaciones a visualizar la variación que tiene cada una de las variables

Tabla 4 Rangos de parámetros por clave

CLAVE	Velocidad (m/s)	Presion de vapor										Gap goma				Presion mecanica						
		BHS		Agnati		Torre precalentamiento	Tren de secado			Aplicación		Glue machine		BHS celdas de		Agnati		Masas Agnati		Masas BHS		
		Precondición	Masas	Precondición	Masas		1	2	3	BHS	Agnati	SUP	INF	LO	LM	LO	LM	LO	LM	LO	M	
B450BCO	Min	130	X	X	100	155	161	81	112	111	0	104	144	0	X	X	63	64	64	64	X	X
	Max	160	X	X	121	165	163	160	163	164	0	133	198	0	X	X	81	83	82	82	X	X
B620K	Min	120	X	X	107	155	163	90	150	155	0	123	0	130	X	X	59	59	68	68	X	X
	Max	160	X	X	107	155	163	90	150	155	0	123	0	130	X	X	59	59	68	68	X	X
BBGK	Min	121	X	X	87	149	158	100	105	110	0	100	104	132	X	X	59	59	45	44	X	X
	Max	175	X	X	150	156	170	156	160	165	0	135	223	224	X	X	78	78	82	87	X	X
C1050K	Min	100	90	147	X	X	150	100	140	149	0,31	X	126	113	1,43	1,23	X	X	X	X	1350	1300
	Max	130	130	160	X	X	170	143	153	159	0,77	X	285	153	1,6	1,6	X	X	X	X	1500	1500
C450K	Min	123	90	140	X	X	150	90	120	130	0,26	X	119	116	1,37	1,42	X	X	X	X	1400	1400
	Max	160	110	160	X	X	168	137	150	162	0,66	X	187	234	1,64	1,69	X	X	X	X	1600	1450
C540BCO	Min	132	90	149	X	X	162	98	126	143	0,34	X	256	113	1,52	1,5	X	X	X	X	1400	1400
	Max	150	132	170	X	X	164	135	150	163	0,7	X	256	253	1,7	1,7	X	X	X	X	1500	1500
C540K	Min	130	92	151	X	X	159	98	125	150	0,3	X	114	121	1,44	1,44	X	X	X	X	1320	1300
	Max	160	119	170	X	X	170	140	155	170	0,61	X	282	162	1,7	1,79	X	X	X	X	1600	1500
C620K	Min	127	90	150	X	X	152	99	127	148	0,32	X	116	114	1,3	1,4	X	X	X	X	1300	1300
	Max	170	115	167	X	X	167	159	160	162	0,71	X	281	197	1,63	1,79	X	X	X	X	1500	1500
C620KLICO	Min	123	88	153	X	X	158	120	140	149	0,35	X	138	228	1,41	1,57	X	X	X	X	1400	1200
	Max	155	103	160	X	X	173	135	150	159	0,66	X	147	228	1,69	1,67	X	X	X	X	1400	1400
C720K	Min	132	89	140	X	X	156	121	136	144	0,32	X	215	240	1,41	1,43	X	X	X	X	1400	1400
	Max	153	124	155	X	X	164	129	150	158	0,82	X	226	240	1,5	1,52	X	X	X	X	1400	1400
C790BCO	Min	120	99	161	X	X	163	130	145	161	0,4	X	0	197	1,34	1,38	X	X	X	X	1400	1400
	Max	120	99	161	X	X	163	130	145	161	0,4	X	0	197	1,34	1,38	X	X	X	X	1400	1400
C790K	Min	140	100	150	X	X	150	130	140	150	0,62	X	0	260	1,43	1,45	X	X	X	X	1400	1400
	Max	166	100	150	X	X	150	130	140	150	0,62	X	0	260	1,43	1,45	X	X	X	X	1400	1400
C930K	Min	101	90	151	X	X	157	90	120	146	0,33	X	185	235	1,31	1,33	X	X	X	X	1200	1350
	Max	140	119	159	X	X	172	157	157	161	0,76	X	345	235	1,78	1,8	X	X	X	X	1600	1500
CBGK	Min	95	97	154	X	X	160	99	110	130	0,12	X	116	0	1,5	1,56	X	X	X	X	1400	1400
	Max	150	99	162	X	X	165	134	149	157	0,56	X	226	0	1,89	2,01	X	X	X	X	1400	1400
D1130K	Min	70	42	155	89	145	159	147	153	152	0,34	115	114	114	1,48	1,46	58	59	71	70	1300	1300
	Max	90	102	172	130	159	174	158	160	162	0,69	144	292	264	1,84	1,81	63	64	78	82	1500	1400
D1300K	Min	70	99	139	121	159	153	140	156	161	0,52	134	297	231	1,82	1,79	58	59	57	57	1500	1300
	Max	70	99	139	121	159	153	140	156	161	0,52	134	297	231	1,82	1,79	58	59	57	57	1500	1300
D1520BCO	Min	76	90	154	100	154	157	130	145	149	0,47	136	195	203	1,62	1,61	58	59	64	63	1400	1400
	Max	80	93	161	100	157	165	153	158	164	0,77	138	274	250	1,92	2,61	65	64	69	68	1400	1400
D1520BE	Min	65	89	140	53	140	153	141	149	154	0,53	130	140	117	1,55	1,61	58	59	69	67	1050	1200
	Max	110	101	156	95	160	161	151	160	162	0,77	144	309	281	1,91	2,11	59	69	73	80	1400	1400
D1520BE BCO	Min	62	57	142	89	128	149	140	150	155	0,5	138	266	157	1,46	1,45	59	60	69	68	1000	1200
	Max	75	90	150	105	154	155	144	153	157	0,71	145	297	175	1,55	1,58	63	64	79	76	1500	1500
D1700BE	Min	70	89	151	91	150	150	150	159	160	0,54	139	266	152	1,61	1,65	59	60	69	72	1000	1000
	Max	78	90	176	95	155	160	160	160	161	0,97	152	271	154	1,69	1,67	63	64	81	83	1400	1400
D1800BE	Min	75	90	150	109	154	149	145	154	159	0,57	142	274	160	1,57	1,56	59	59	80	80	1000	1200
	Max	75	90	150	109	154	149	145	154	159	0,57	142	274	160	1,57	1,56	59	59	80	80	1000	1200
D1850BCO	Min	80	40	140	40	139	160	131	146	149	0,53	148	253	154	1,52	1,53	59	59	78	77	1200	1400
	Max	80	40	140	40	139	160	131	146	149	0,53	148	253	154	1,52	1,53	59	59	78	77	1200	1400
D1850BE	Min	62	39	140	37	137	159	120	140	149	0,39	133	126	114	1,32	1,3	59	59	64	63	1000	1000
	Max	86	120	166	103	158	167	163	165	167	0,69	151	279	160	1,69	1,61	68	69	81	83	1400	1400

Adicional a esta información se calcularon también los valores de las características de salida esperadas para el cartón

Tabla 5 Características de salida esperadas

CLAVE	Humedad		Calibre		Encocamiento	
	LO	LM	LM	LO	LO	LM
B450BCO	7,05	5,89	3,03	3,02	2	4
B620K	6,75	6,51	3,10	3,10	2	6
BBGK	6,91	6,25	3,01	3,03	4	3
C1050K	5,99	5,87	4,40	4,40	3	4
C450K	6,53	6,54	4,06	4,09	3	4
C540BCO	5,91	5,58	4,02	4,03	3	2
C540K	6,09	6,50	4,05	4,10	4	5
C620K	7,05	43,42	4,10	4,09	3	3
C620KLICO	7,08	5,90	4,14	4,07	4	4
C720K	6,59	6,76	4,24	4,29	3	3
C790BCO	5,90	6,30	4,36	4,35	6	2
C790K	5,24	5,09	4,28	4,08	1	4
C930K	5,02	4,84	3,90	3,95	4	4
CBGK	5,98	5,58	3,83	3,79	8	6
D1300K	5,20	5,50	7,05	7,00	2	0
D1130K	7,39	8,52	6,87	6,92	4	4
D1300K	7,30	7,80	7,08	7,13	2	2
D1520BCO	6,18	6,39	4,85	4,82	4	2
D1520BE	6,60	6,61	6,49	128,61	1	1
D1520BE BCO	6,43	7,33	4,92	4,90	0	1
D1700BE	7,10	6,40	6,15	6,13	0	1
D1800BE	7,50	7,20	5,00	5,02	2	2
D1850BCO	6,38	6,14	5,05	5,00	0	0
D1850BE	6,15	5,99	5,10	5,18	1	2

Los parámetros de cada una de las claves no pudieron ser puestos a prueba, debido a la pandemia global ocasionada por el virus Covid-19, las cuales afectaron y disminuyeron el tiempo de asistencia presencial del practicante, por esta razón los resultados en la disminución del desperdicio y por ende el efecto financiero que este conlleva no fue posible ser calculado ni visualizado.

Entre otros resultados, se realizó seguimiento a los rollos de papel fabricados en el Molino 1, es decir el molino de PAPELSA S.A. de los cuales en el tiempo de práctica se realizaron 56 reclamos a dicho molino por fallas en los rollos, para un total de \$64'344.681,00 COP y de los cuales se observa que el 46% de los problemas encontrados en los rollos son problemas de humedad, ya sea por humedad muy alta, muy baja o porque tiene franjas húmedas. Esto es una invitación a la empresa para realizar seguimiento y acciones correctivas en la planta de Molino PAPELSA S.A. Recordemos que el proceso de elaboración de cartón corrugado es muy sensible a las variaciones de la variable humedad y es causante de diferentes problemas en las láminas de cartón, principalmente del encocamiento; por ende es de vital importancia para este proceso tener la seguridad de contar con materias primas confiables que ofrezcan mayor estabilidad al proceso.

Durante el tiempo de práctica se realizaron mediciones mensuales de nivelación y paralelismo al circuito de rodillos por donde pasa el papel, ya que una falla en alguna de estas dos características puede crear problemas en la tensión del papel y ocasionar a su vez encocamientos, arrugas, mal pegue y diferentes problemas, por lo cual con dichas mediciones se elaboraba un informe que era enviado al departamento de mantenimiento para apoyar al estado de la máquina y a la programación de las actividades de mantenimiento.

También se hizo seguimiento a los diferentes defectos como se mencionó anteriormente en el presente informe y del cual se tomaron las cifras y los porcentajes de los diferentes defectos. Durante el tiempo de practica el aprendiz realizó seguimiento a 41.610 láminas defectuosas, haciendo 164 reclamos internos durante su estadía para un total de \$43'620.863,00 COP reclamados por material terminado defectuoso.

## **6.1 Recomendaciones**

Se recomienda a la empresa PAPELSA S.A. direccionar sus esfuerzos a la rehabilitación del sistema automático de engomado, el cual permite la variación automática en la aplicación de goma en relación con la velocidad a la cual está corriendo la línea, esto es de vital importancia, ya que cuando se cambia de pedido

la línea experimenta un bajón de velocidad por unos segundos, causando que el papel y el cartón que está en la línea experimente un exceso de calor y causando problemas al material por falta de humedad, es decir, que en cada cambio de pedido se genera material, tostado, encocado, y despegado por causa de esta situación.

Se recomienda también realizar acciones correctivas urgentes en la planta molino, ya que los problemas en los perfiles de humedad de sus materias primas están generando gran cantidad de encocamiento y estos problemas de materias primas no pueden ser resueltos por los operarios al modificar los parámetros de la maquina; de esta forma se hace de vital importancia su intervención ya que genera graves problemas que no se presentan con materias primas importadas.

## **6.2 Dificultades**

Las dificultades experimentadas para desarrollar el proyecto fueron en general que el número de claves por registrar era demasiado grande, por lo tanto, no fue posible recolectar datos para cada una de ellas, además tener en cuenta que el proceso de recolección en campo se tornaba un poco extenso debido a la cantidad de datos recolectados en una sola corrida.

Otra dificultad al momento de realizar la práctica, hace referencia a que la empresa tuvo muchas dificultades y muchos tiempos muertos, debido a que se estaban llevando a cabo dos grandes proyectos dentro de la compañía, uno de ampliación del espacio y otro de instalación de una nueva máquina en el área de terminado, esto limitó el espacio y por lo tanto, la corrugadora experimentaba tiempos muertos demasiado largos por falta de espacio para almacenar las láminas de cartón.

## 7 Conclusiones

- Se logra de manera correcta el cumplimiento del objetivo general, estandarizando los parámetros de corrida para diferentes claves, sin embargo, no fue posible realizarlas para todas las claves, ya que para el estudiante en su estadía fue imposible recolectar información de la totalidad de las claves.
- Se presenta entonces una tabla imprimible que puede ser pegada en cartelera o remitida a los operarios para usar durante la producción.
- En cuanto a los objetivos específicos se logra alcanzar la totalidad de ellos, ya que se recogió suficiente información para llevar a cabo lo propuesto, se analizaron las situaciones iniciales del proceso y sus problemas; se logra conocer de manera muy específica y profunda el proceso de la fabricación del cartón corrugado, comprendiendo el juego de variables que en este se ven implicadas y la relación entre las diferentes áreas y/o etapas del proceso.
- También se concluye que, durante el periodo de práctica empresarial, se tuvo un acercamiento exitoso al mundo laboral, entendiendo que en la mayoría de los casos van a haber muchas variables que puedan afectar de manera negativa o positiva el proyecto, entendiendo la importancia de la información y el trato con las personas, el trabajo en equipo y en si la relación que tienen las diferentes áreas de la empresa en la elaboración y logro de objetivos.

## Referencias Bibliográficas

Betancourt, D. (2016). Ingenio Empresa. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de <https://ingenioempresa.com/diagrama-de-pareto/>

GESTION.ORG. (s.f.). Recuperado el 30 de 11 de 2018, de <https://www.gestion.org/que-es-el-roi-o-retorno-de-inversion/>

Lean solutions. (1999). LEAN SOLUTIONS. Recuperado el 13 de julio de 2018, de <https://www.leansolutions.co/conceptos/desperdicios/>

López, B. (2016). Ingeniería industrial online. Recuperado el 13 de julio de 2018, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/las-siete-herramientas-de-la-calidad/>

Perez, G., & Soto, A. (20 de agosto de 2005). Propuesta metodológica para el mejoramiento de procesos utilizando el enfoque Harrington y la Norma ISO 9004. REVISTA Universidad EAFIT, 41(139).

Progressa lean. (s.f.). Recuperado el 30 de 11 de 2018, de <http://www.progressalean.com/que-es-smed/>

Giovanni Pérez Ortega, A. M. (2005). *Propuesta metodológica*. Medellín: Universidad Nacional.

Group, S. c. (2013). *Lean Solutions*.

Harrington, H. J. (1994). *Mejoramiento de los procesos de la empresa*. Bogotá: McGrawHill.

Pulido, H. G. (2010). *Calidad Total y Productividad*. McGraw-Hill.

Smurfit, K. (s.f.). *Excelencia operacional OS5*.

## Anexos

### Anexo 1 Base de datos

[diferencias temperatura LO-LM.xlsx](#)

FECHA	CLAVE	MATERIALES					MOLINO					VELOCIDAD (ms/min)
		LI	CM	LE	CMI	LM	LI	CM	LE	CMI	LM	
2/07/2019	D1300	L65	CM86	L93	CM86	CM86	MP	MP	M5	MP	MP	70
2/07/2019	D1850 BE	L20	M110	L93	M110	L93	M3	M4	M3	M4	M3	62
3/07/2019	D1130K	L65	CM66	LW20	CM66	L47	M5	MP	MP	MP	MP	71
8/07/2019	D1520	L93	CM86	CM66	CM86	L93	M5	MP	MP	MP	M5	65
10/07/2019	D1130K	L65	CM99	L20	CM66	L47	M5	MP	MP	MP	MP	80
22/07/2019	D1520BCO	L93	M86	LB220	M86	L93	M4	M3	M4	M4	M4	76
6/08/2019	D1520	L93	CM86	CM66		L93	M3	M4	M4	M4	M3	90
20/08/2019	D1520BE	L93	CM86	L93	CM86	220B	M3	M4	M3	M4	M1	80
21/08/2019	D1300	L65	CM86	CM86	CM86	L65	M5	MP	MP	MP	M5	70
21/08/2019	D1130K	L65	CM66	L20	CM66	L65	M5	MP	MP	MP	M5	90
3/09/2019	D1300K	L65	CM66	CM66	CM66	L65	M5	MP	MP	MP	M5	90
15/09/2019	D1520BE BCO	L93	M110	L93	M110	L120B	M3	M4	M3	M4	M6	62
23/09/2019	D1700BE	L93	M110	L65	M110	L93	M3	M4	M4	M4	M3	70
6/11/2019	1520K	L93	CM86	L93	CM86	L93	M3	M4	M3	M4	M3	91
8/11/2019	D1850K	L120	M110	L93	M110	L93	M3	M4	M3	M4	M3	72
13/11/2019	D1850K	L120	M110	L93	M110	L93	M3	M4	M3	M4	M3	76
14/11/2019	D1700K	L93	M110	L93	M110	L93	M3	M4	M3	M4	M3	78
15/11/2019	D1800K	L120	M110	L93	M110	L93	M3	M4	M3	M4	M3	75
15/11/2019	D1520BCO	L93	M86	L93	M86	L220B	M3	M4	M3	M4	M3	75
16/11/2019	D1850K	L120	M110	L93	M110	L93	M3	M4	M3	M4	M3	86
16/11/2019	D1850BCO	L120	M110	L93	M110	220BCO	M3	M4	M3	M4	M3	80
18/11/2019	D1130K	L65	CM66	L20	CM66	L47	M5	MP	MP	MP	MP	70
27/11/2019	D1520BE	L93	CM86	L93	CM86	L93	M3	M4	M3	M4	M3	110
10/12/2019	D1520BCO	L93	CM86	L93	CM86	220BCO	M3	M4	M3	M4	M3	80
10/12/2019	D1850K	L120	CM110	L93	CM110	L93	M3	M4	M3	M4	M3	80
20/12/2019	D1850K	L120	CM110	L120	CM110	L93	M3	M4	M3	M4	M3	85
15/01/2020	D1850K	L120	CM86	L93	CM110	L93	M3	M4	M3	M4	M3	80
17/01/2020	D1130BC	L65	CM66	L20	CM66	L47	M5	M1	M1	M1	M1	85
20/01/2020	D1850	L120	CM110	L93	CM110	L93	M3	M4	M3	M4	M3	85
27/01/2020	D1130K	L65	CM66	L20	CM66	L47	M5	M1	M1	M1	M1	70

El anexo 1 es la base de datos donde se recolectó la información necesaria para la elaboración del proyecto, la imagen de anexo 1 es solo una parte de la base de datos que se puede encontrar en el siguiente hipervínculo debido a que es una base de datos muy extensa para agregar como imagen, allí podrán encontrar todos los datos tomados de las corridas de producción, desde los materiales utilizados hasta los parámetros utilizados.

## Anexo 2 Base de datos reclamos internos

[Reclamos Internos Abril 2020 \(1\).xlsx](#)

RECLAMOS INTERNOS- AÑO 2019/2020										colores e iconos para resaltar visualmente valores importantes.		
MES	Fecha	PEDIDO	TARJETA	CLIENTE	UNIDADFS	APROBADO POR	CAUSA	Más información	COSTO DE DEVOLUCIÓN	TOTAL COSTO DEVOLUCIONES INTERNAS	PESO [kg]	
ene-18	1/01/2018	440583	M28548C1-1	Alpiplas SAS	516	Jorge Gonzalez	tostadas		\$ 595.170	\$ 595.170	335	
ene-18	1/01/2018	441351	M29149C1-1	Gaseosas Pizada Tobon S.A	350	Jhon Molina	Ausencia de impresión		\$ 684.577	\$ 684.577	374	
ene-18	1/01/2018	440531	M27739C1-1	Cia De Galletas Noel S AS	650	Jhon Molina	despagadas		\$ 617.792	\$ 617.792	342	
ene-18	1/01/2018	441561	M34284C1-0	#N/D	250	Juan Carlos Duque	No se encontraron en planta					
ene-18	1/01/2018	441587	M20629C1-2	Manufacturas Infantiles SA	250	Juan Carlos Duque	despagadas		\$ 534.861	\$ 534.861	293	
ene-18	1/01/2018	436765	M17131C1-1	Intergrafic de Occidente SA	1200	Sisto Marin	tostadas		\$ 1.182.420	\$ 1.182.420	666	
ene-18	1/01/2018	439905	M30368C1-0	Alimentos Carnicos S AS	440	Jhon Molina	despagadas		\$ 1.417.486	\$ 1.417.486	809	
ene-18	1/01/2018	440302	M33085C1-0	Cia De Galletas Noel S AS	950	Juan Carlos Duque	despagadas		\$ 748.770	\$ 748.770	411	
feb-18	1/02/2018	443308	M34405T1-1	#N/D	280	Jorge Gonzalez	encocadas			\$ 820.890		
feb-18	1/02/2018	442644	M31326C1-0	Indulit y Cia SAS	459	Jorge Gonzalez	No se encontraron en planta		\$ 451.488	\$ 451.488	248	
feb-18	1/02/2018	442397	M14307C1-2	Cristar SAS	250	Juan Carlos Duque	mal refiladas		\$ 201.072	\$ 201.072	110	
feb-18	1/02/2018	442173	M34358E1-0	#N/D	808	Jorge Gonzalez	tostadas					
feb-18	1/02/2018	442175	M34353E1-0	#N/D	576	Jorge Gonzalez	Variación de medidas					
feb-18	1/02/2018	443996	M12216C1-2	Groupe Seb Andean S A	350	Jhon Molina	arrugas		\$ 168.330	\$ 168.330	93	
feb-18	1/02/2018	441683	M34904C1-0	#N/D	1025	Jhon Molina	arrugas					
feb-18	1/02/2018	443738	M33779C1-1	Induempques Medellin SAS	260	Juan Carlos Duque	mal refiladas		\$ 107.388	\$ 107.388	59	
feb-18	1/02/2018	443851	M23457C1-0	C.I. Invermec S.A	210	Juan Carlos Duque	arrugas		\$ 492.979	\$ 492.979	277	
feb-18	1/02/2018	444065	M34473B1-0	Experiencia Colombiana SAS	300	Juan Carlos Duque	No se encontraron en planta		\$ 325.162	\$ 325.162	189	
feb-18	1/02/2018	443914	M29629C1-3	#N/D	150	Jorge Gonzalez	Variación de medidas					
feb-18	1/02/2018	442388	M09634C1-4	Gaseosas Colombianas SAS	500	Sisto Marin	arrugas		\$ 694.220	\$ 694.220	390	
mar-18	1/03/2018	442328	M09634C1-4	Gaseosas Colombianas SAS	500	Sisto Marin	arrugas		\$ 694.220	\$ 694.220	390	
mar-18	1/03/2018	444952	M29591C1-0	Cia De Galletas Noel S AS	5800	Jorge Gonzalez	No se encontraron en planta		\$ 148.968	\$ 148.968	2825	
mar-18	1/03/2018	443017	M21913C1-1	Cia Nacional De Chocolates SAS	2000	Jorge Gonzalez	No se encontraron en planta		\$ 1.124.062	\$ 1.124.062	622	
mar-18	1/03/2018	445680	M31603E1-1	Alpina Productos Aliment S A	1000	Jorge Gonzalez			\$ 527.713	\$ 527.713	288	
mar-18	1/03/2018	445800	M15069C1-9	#N/D	170	Jorge Gonzalez						
mar-18	1/03/2018	445480	M33245C1-0	#N/D	100	Jorge Gonzalez						
mar-18	1/03/2018	443309	M28318C1-0	Cia Nacional De Chocolates SAS	350	Jorge Gonzalez			\$ 145.050	\$ 145.050	80	

El anexo dos es la base de datos de reclamos internos de la operación de la corrugadora, allí se almacenaba la información correspondiente al material defectuoso, los tipos de defectos, su frecuencia y el valor de los reclamos. La base de datos se puede encontrar en el siguiente hipervínculo

## Anexo 3 Entregables (Tablas de claves de pared sencilla, doble pared, tabla de rangos y valores esperados de humedad, calibre y encocamiento)

CLAVE	Velocidad (m/s)	Presión de vapor										Gap goma (mm/1000)				
		BHS		Agnati		Tren de secado			Aplicación goma (mm)		Glue machine		BHS celdas de carga			
		Preacondi onador	Masas	Preacondi onador	Masas	1	2	3	BHS	Agnati	SUP	INF	LO	LM		
B450BCO	Min	130	X	X	100	155	161	81	112	111	0	104	144	0	X	X
	Max	160	X	X	121	165	163	160	163	164	0	133	198	0	X	X
B620K	Min	120	X	X	107	155	163	90	150	155	0	123	0	130	X	X
	Max	160	X	X	107	155	163	90	150	155	0	123	0	130	X	X
BB6K	Min	121	X	X	87	149	158	100	105	110	0	100	104	132	X	X
	Max	175	X	X	150	156	170	156	160	165	0	135	223	224	X	X
C1050K	Min	100	90	147	X	X	150	100	140	149	0,31	X	126	113	1,43	1,23
	Max	130	130	160	X	X	170	143	153	159	0,77	X	285	153	1,6	1,6
C450K	Min	123	90	140	X	X	150	90	120	130	0,26	X	119	116	1,37	1,42
	Max	160	110	160	X	X	168	137	150	162	0,66	X	187	234	1,64	1,69
C540BCCO	Min	132	90	149	X	X	162	98	126	143	0,34	X	256	113	1,52	1,5
	Max	150	132	170	X	X	164	135	150	163	0,7	X	256	253	1,7	1,7
C540K	Min	130	92	151	X	X	159	98	125	150	0,3	X	114	121	1,44	1,44
	Max	160	119	170	X	X	170	140	155	170	0,61	X	282	162	1,7	1,79
C620K	Min	127	90	150	X	X	152	99	127	148	0,32	X	116	114	1,3	1,4
	Max	170	115	167	X	X	167	159	160	162	0,71	X	281	197	1,63	1,79
C620KLICO	Min	123	88	153	X	X	158	120	140	149	0,35	X	138	228	1,41	1,57
	Max	155	103	160	X	X	173	135	150	159	0,66	X	147	228	1,69	1,67
C720K	Min	132	89	140	X	X	156	121	136	144	0,32	X	215	240	1,41	1,43
	Max	153	124	155	X	X	164	129	150	158	0,82	X	226	240	1,5	1,52
C790BCCO	Min	120	99	161	X	X	163	130	145	161	0,4	X	0	197	1,34	1,38
	Max	120	99	161	X	X	163	130	145	161	0,4	X	0	197	1,34	1,38
C790K	Min	140	100	150	X	X	150	130	140	150	0,62	X	0	260	1,43	1,45
	Max	166	100	150	X	X	150	130	140	150	0,62	X	0	260	1,43	1,45

En el anexo 3 se pueden encontrar las tablas imprimibles con los parámetros estándar para la corrida de las diferentes claves, tanto para pared sencilla como para doble pared, también se encuentra una tabla con los rangos en los cuales se

ubica cada parámetro. El archivo completo se puede encontrar en el siguiente hipervínculo

[..\Documents\entregables.xlsx](#)

