

PLANTEAMIENTO DE UN MODELO LEAN MANUFACTURING PARA EL
MEJORAMIENTO DE CALIDAD Y PROCESOS, EN LA EMPRESA ABS CROMOSOL

LTDA

DANNA VIVIANA DIAZ MENDEZ

EDGAR ESTEBAN BERMUDEZ TOBAR

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA

FACULTAD DE INGENIERIAS

PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C

2018

PLANTEAMIENTO DE UN MODELO LEAN MANUFACTURING PARA EL
MEJORAMIENTO DE CALIDAD Y PROCESOS, EN LA EMPRESA ABS CROMOSOL
LTDA

DANNA VIVIANA DIAZ MENDEZ

EDGAR ESTEBAN BERMUDEZ TOBAR

Asesor de proyecto

Ing. Peña Vargas Luis Héctor

Proyecto de grado

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA

FACULTAD DE INGENIERIAS

PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C

2018

Nota de aceptación

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, Mayo 2018

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios por que él es mi fuerza, mi guía, siempre me ha rodeado de personas maravillosas y me sigue bendiciendo al tener a mi abuela Concha al que también va dedicado este proyecto, por brindarme todo su apoyo incondicional, su tenacidad, esmero y amor, a mis padres por su cariño y fortaleza, a mi familia por estar pendientes y colaborarme en todo y a las demás personas que aportaron de su conocimiento y tiempo para llevar a cabo este proyecto.

(Danna Diaz Méndez)

Este proyecto va dedicado a Dios en primera estancia por darme salud y bendición, por permitirme con su infinita bondad y amor lograr mis objetivos; a mi madre Luz Mireya que desde el cielo me apoyo, me guio a seguir un camino del bien, que durante el tiempo desde que no estuve con ella la sentí y comprendí su amor para convertirme en la persona que siempre quiso, un profesional lleno de valores “Te amo mamá”; a mi padre Leónidas que con su amor, perseverancia y apoyo pude salir adelante, que con sus consejos me dio fuerzas para lograr este tan anhelado objetivo “Te amo papá”; a mi tío Gonzalo que con sus palabras y consejos me dio la oportunidad de saber cómo es realmente ser un líder, no es fácil, pero hay que tener motivación y entusiasmo al momento de realizarlo; a mis abuelos, familiares y amigos que los quiero, siempre los llevare en mi corazón. Gracias a todos por poner ese granito de arena en mi vida, fueron fundamentales para lograr este objetivo.

(Edgar Esteban Bermúdez Tobar)

Tabla de contenido

Resumen.....	ix
Abstract.....	xi
Introducción	1
1. Identificación del problema.....	2
1.1 Antecedentes del proceso.....	2
1.1.1 Identificación de los procesos.....	2
1.2. Descripción del problema.....	6
1.3. Formulación del problema	8
1.3.1. Pregunta de investigación.....	8
1.3.2. Sistematización del problema.....	8
2. Justificación	9
3. Objetivos.....	11
3.1. Objetivo General	11
3.2. Objetivos Específicos.....	11
4. Marco referencial.....	12
4.1. Antecedentes de la investigación	12
4.2. Marco teórico	14
4.2.1 Lean Manufacturing.	15
4.2.2 CINCO ESES.	15
4.2.3. Layout – Distribución de planta	17
4.2.4 Kaizen.....	18
4.2.5 SMED.	19
4.3. Marco Conceptual	19
4.4. Marco Legal	20
5 Marco Metodológico.....	25
5.1 Tipo de investigación	25
5.1.1 Procesos metodológicos.	26
5.1.2 Proceso metodológico en planta.	28

5.2 Hipótesis.....	31
5.2.1 Tamaño poblacional y muestra	32
5.2.2 Muestra	32
5.3. Limitaciones de la Investigación.....	33
5.4. Alcances	34
5.5. Georreferenciación.....	34
5.5.1. Hidrocrom.....	35
5.5.2 NC DLNEY CROM LTDA.....	35
5.5.3. Cromados Willinton.	36
5.5.4. Plasticos Bohorquez.	37
5.5.5. Cromados.....	38
5.6. Instrumento recolección de información.....	39
6. Resultados de la Investigación.....	42
6.1 Diagnostico Lean Manufacturing.....	43
6.2 Análisis diagnostico Lay-Out.....	49
6.3 Análisis diagnostico principio Kaizen.....	53
6.4 Análisis diagnostico principio 5´s	54
6.4.1 Eliminar (Seiri).	54
6.4.2 Ordenar (Seiton).	54
6.4.3 Limpieza e Inspección (Seiso).....	54
6.4.4 Estandarizar (Seiketsu).....	54
6.4.5 Disciplina (Shitsuke).	55
6.5 Análisis diagnostico SMED	55
6.6 Visita a la planta e inspección de los puestos de trabajo.....	57
7. Propuesta de ingeniería.....	63
7.1 Despliegue de la propuesta LAY-OUT.....	63
7.1.1 Propuesta de implementación laboratorio químico.	67
7.2 Despliegue de la estrategia Kaizen – Mejora continua	78
7.2.1 Actividades desarrolladas referentes a la mejora continua.....	78
7.2.2 Estrategia implementación Target Sheet.	80
7.3 Despliegue de la estrategia 5 S´s.....	82

7.3.1 Seiri (Separar).....	82
7.3.2 Seiton (Ordenar).	88
7.3.3 Seiso (Limpiar).	90
7.3.4 Seiketsu (Estandarizar/ Comunicar).	90
7.3.5 Shitsuke (Respetar).....	91
7.4 Despliegue de la estrategia SMED.....	93
7.4.1 Clasificación de operarios.	93
7.4.2 Capacitación a los operarios con menos aprendizaje.	97
7.4.3 Alistamiento de consumo de materia prima por día.	97
7.5 Indicadores de gestión KPI	101
7.6 Tack Time y OEE propuesto.....	105
8. Cronograma de Actividades.....	107
9. Análisis Económico	108
9.1 Flujo de caja año 2017	108
9.2 Flujo de caja proyectado	109
9.3 Análisis de sensibilidad proyectado	110
9.4 TIO y TIR del proyecto de inversión de laboratorio.....	110
9.5 Propuesta linea prelectolitica Cobre Qco vs linea prelectolitica Niquel Qco	114
Conclusiones	116
Recomendaciones	118
Referencias	120
Lista De Figuras	122
Lista De Tablas	124
Anexo A Encuesta Diagnostico recolección de información en la Empresa Cromosol LTDA .	126

Resumen

En la actualidad la empresa ABS Cromosol Ltda. tiene como actividad económica el proceso de cromado para piezas plásticas ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno) y policarbonato. La cual maneja un bajo estándar de producción y calidad, un incorrecto Layout, cada día la competencia está más fuerte y las exigencias para mantenerse dentro del mercado están enfocados a la satisfacción de clientes que cada vez se vuelven más estrictos y buscan costos bajos, pero con un nivel de eficacia óptimo para de esta manera obtener un nivel de satisfacción alto. Con lo anterior, se desea aplicar los conocimientos que se han aprendido a lo largo de la carrera en la cotidianidad de ABS Cromosol y poder evidenciar cómo la ingeniería industrial logra contribuir al mejoramiento de los procesos.

Lo que se pretende con este proyecto es implementar la filosofía Lean Manufacturing que beneficie a la empresa ABS Cromosol en factores de producción, estandarización en la calidad y una mejor distribución en planta con ayuda de herramientas y los debidos conocimientos adquiridos. Actualmente la gerencia opta por buscar alternativas de mejora que se vean basados en un mejor funcionamiento y desarrollo de la organización, en el momento la empresa cuenta con ciertos fallos que ocasionan desequilibrio en las entregas y en consecuencia perdida de los clientes debido a fracasos en anteriores administraciones, por estas razones se obtienen unos indicadores muy bajos.

En los últimos cinco años de haber instalado la línea de producción pre-electrolítica se obtuvo un contrato con la empresa EBEL y a raíz de esto se notó las distintas fallas en los diferentes sectores de la empresa.

Este proyecto documenta un antes y una mejora planteada a través de la filosofía Lean Manufacturing incluyendo herramientas como el Kaizen, el SMED, las 5S y Layout con la finalidad de lograr ser una empresa más competitiva y rentable, mejorando desde el interior de esta y todo lo que sea necesario para que el cliente esté satisfecho con los resultados de su pedido.

Palabras clave: Lean Manufacturing, ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno), Mejora, Competitiva, Cromado.

Abstract

At present the company ABS Cromosol LTDA. The process of chromium plating for ABS plastic parts (acrylonitrile butadiene styrene) and polycarbonate is an economic activity. which manages a low standard of production and quality, an incorrect layout, every day the competition is stronger and the demands to stay within the market are focused to the satisfaction of customers who increasingly become stricter and look for costs low, but with an optimum level of efficiency in order to achieve a high level of satisfaction. With the foregoing, we want to apply the knowledge that has been learned throughout the career in the daily life of ABS Cromosol and to be able to show how the industrial engineering manages to contribute to the improvement of the processes.

What is intended with this project is to implement the Lean manufacturing philosophy that benefits the company ABS Cromosol in factors of production, standardization in the quality and a better distribution in plant with help of tools and the due knowledge Acquired. Currently the management chooses to look for alternatives of improvement that are based on a better functioning and development of the Organization, at the moment the company has certain failures that cause unbalance in deliveries and consequent loss of customers due to failures in previous administrations, for these reasons very low indicators are obtained.

In the last five years of having installed the pre-electrolytic production line a contract was obtained with the company EBEL and as a result of this we noticed the different failures in the different sectors of the company.

This project documents a before and an improvement posed through the philosophy Lean manufacturing including tools like the Kaizen, the SMED, the 5s and Layout with the purpose of being a more competitive and profitable company, improving from the inside of this and Everything that is necessary for the customer to be satisfied with the results of your order.

Key words: Lean Manufacturing, ABS (Acrylonitrile butadiene styrene), improves, competitive, Chrome

Introducción

La presente investigación se desarrolla en ABS CROMOSOL LTDA la cual tiene como actividad principal realizar el cromado de piezas plásticas ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno) donde por medio de diferentes procesos químicos y electroquímicos se obtiene el producto ya terminado, una pieza totalmente recubierta de cromo. Estos servicios se prestan desde la década de los años 90 en la ciudad de Bogotá, cuenta con gran trayectoria en el mercado, actualmente la empresa acepta las problemáticas que inciden en el desarrollo del proceso y el flujo continuo de dichas operaciones que afectan seriamente la organización en cuanto al beneficio que esta obtiene. Algunos de estas mudas son defectos, sobreproducción, inventario, movimientos, tiempo y procesos.

Uno de los procesos que maneja el área de cromado es la línea pre-electrolítica que cuenta con diferentes concentraciones donde se centra en la unidad de medida de los decímetros cuadrados (dm^2) por pieza procesada, requiere de cierto control en la parte de consumos que se hacen dependiendo del trabajo realizado en diferente periodo de tiempo, la organización día a día muestra carácter en su trabajo dando fiabilidad tanto a los clientes antiguos como también los nuevos, brindando seguridad para que a largo plazo se tanga un cumplimiento de pedido efectivo y eficaz. Como ingenieros industriales y con ayuda del conocimiento, las habilidades y diferentes estrategias por medio de la elaboración de un Lean Manufacturing se aplicará sistemas como el Kaizen, el SMED, las 5S y Layout para lograr estandarizar todos los factores que influyen y poder lograr un resultado eficiente en calidad y producción.

Con el fin de obtener los resultados propuestos y llevarlos a cabo, de esta manera ver un crecimiento en las distintas áreas de productividad.

1. Identificación del problema

1.1 Antecedentes del proceso

Actualmente en este mercado cambiante el cual ofrece variedad de productos, con diferentes precios, calidades y diseños, etc. en consecuencia es una obligación buscar ser competitivos y ofrecer a los clientes diferentes alternativas donde ABS CROMOSOL sea la mejor opción, mediante el uso de estrategias como la aplicación del LEAN MANUFACTURING , donde se tiene como fin mejorar exponencialmente la calidad de los servicios, la fidelización de los clientes y el mejoramiento de la imagen que ABS Cromosol tiene dentro del mercado.

En los últimos años se ha intentado mejorar los respectivos procesos con el objetivo principal de mantenerlos sin que haya fallos, aplicando los conocimientos y los diferentes referentes para mantener el control de producción. Sin embargo, la competencia ha ido creciendo en el sector industrial incentivando a la organización a manejar una excelente calidad y manejar precios que no son estables para mantener una empresa declinando ciertas oportunidades de mejora que se deben optar para el beneficio del mismo.

1.1.1 Identificación de los procesos. La planta funciona inicialmente con la llegada del cliente donde cada uno se encarga de llevar las piezas de plástico que necesitan la transformación química debidamente lavadas, en segundo lugar, se inicia la transformación química en los diferentes baños (Mordentado, reductor, paladio, acelerado y por último níquel químico), luego se hace un control de calidad de las piezas y por último se realiza la facturación y entrega de las

piezas al cliente. A continuación, se representa el diagrama de flujo la línea Prelectrolítica Níquel-Químico.

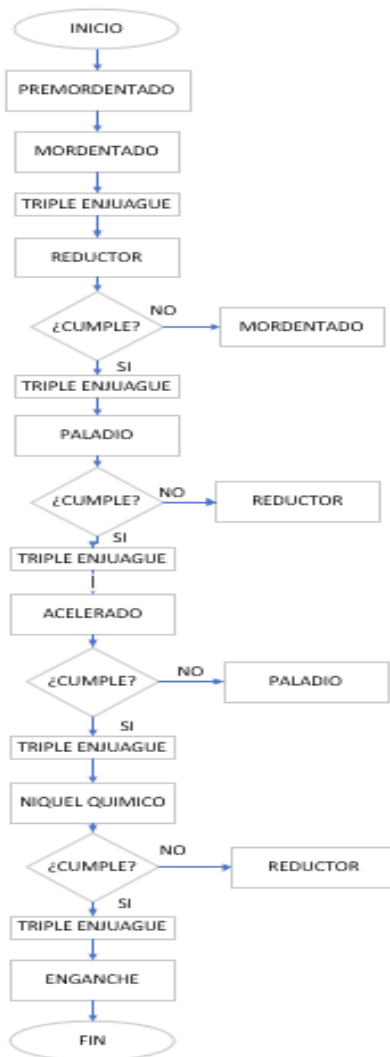


Figura 1 Diagrama de flujo línea Prelectrolítica Níquel- Químico
 Nota: Creación de los autores

En las siguientes figuras se detallan los procesos químicos a las cuales son sometidas las distintas unidades de plástico.

Baño químico de Mordentado: Este baño químico es el primer y más importante en el proceso, ya que su función es abrir los poros de cada pieza de plástico ABS, en un caso de que no abra un poro puede quedar pelada o con parches es decir que la pieza no serviría causando uno de los problemas fundamentales presentados en este proyecto.



Figura 2 Baño de Mordentado
Nota: Creación de los autores

Baño químico de Reductor: Este baño realiza una función igual de importante para el proceso de cromado, y es limpiar los residuos que contengan los poros de la pieza ABS, si estos poros no son limpiados pueden influir en la contaminación de los demás baños del proceso.



Figura 3 Baño Reductor

Nota: Creación de los autores

Baño químico de Paladio: Realiza la función de recubrir los poros de paladio catalizador y estaño, para así realizar un metalizado más seguro, en principio si no recubre bien la pieza puede fallar el proceso de metalizado causando pérdidas considerables.



Figura 4 Baño de Paladio

Nota: Creación de los autores

Baño Níquel químico: En este proceso la pieza plástica luego de pasar por los baños anteriormente mencionados logra el aspecto metalizado, cuando las piezas no cumplen con los requisitos de limpieza o el tiempo exacto de los baños queda partes blancas es decir donde no fue Mordentado correctamente o el paladio no se adhirió bien al total de la pieza.



Figura 5 Baño de Níquel Químico
Nota: Creación de los autores

1.2. Descripción del problema

En la actualidad, la empresa ABS CROMOSOL LTDA tiene varias fallas en su producción, por ejemplo, no tiene un estándar de procesos lo que genera que las piezas salgan defectuosas, no cuenta con análisis de tiempos y no hay sinergia entre los operarios. En el capítulo 6, tabla 3 se encuentra el diagnóstico que se realizó detalladamente y su respectivo análisis, estas falencias generan que la empresa no cumpla con indicadores y por tal razón no se está generando ninguna rentabilidad para corto ni largo plazo, por lo siguiente se presenta a continuación el diagrama de Ishikawa determinando los principales fallos:

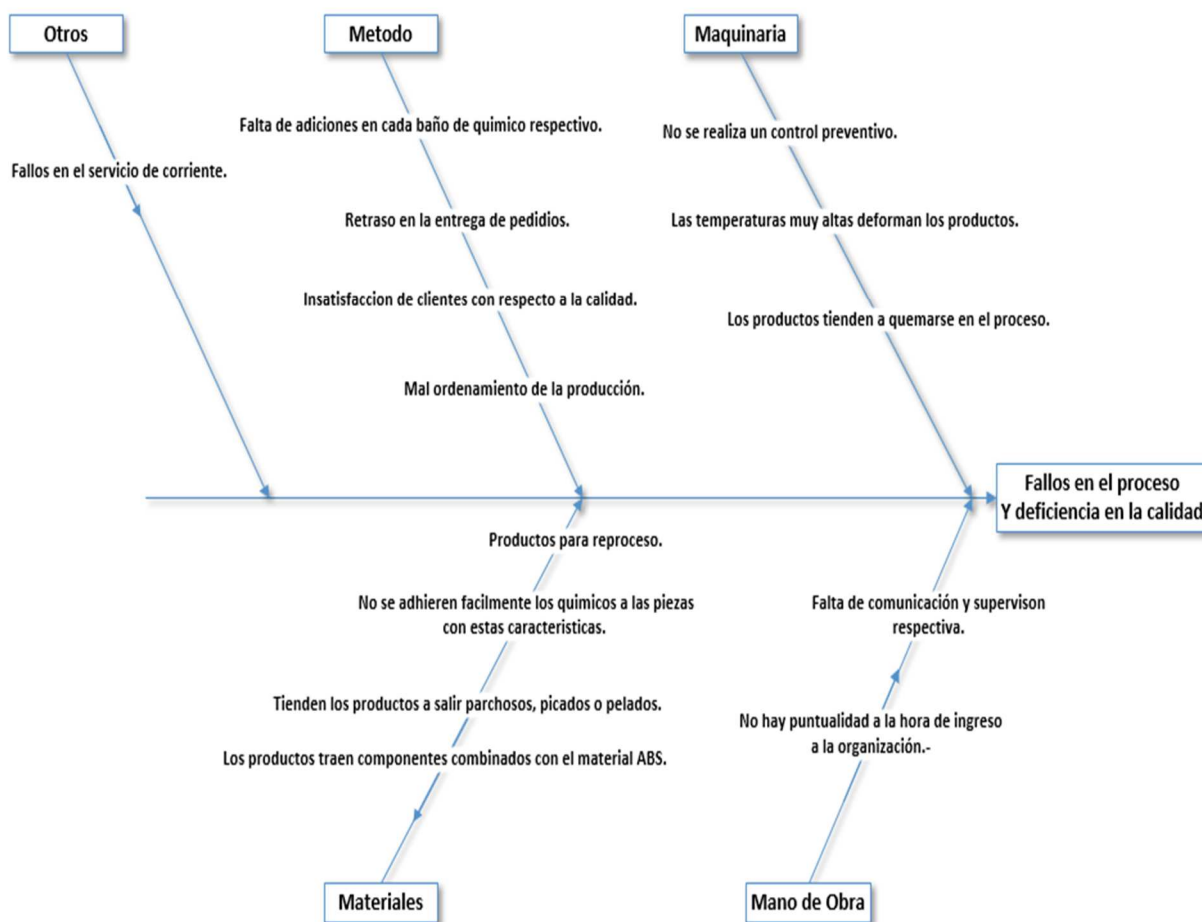


Figura 6 Diagrama de Ishikawa

Nota: Creación de los autores

1) Existe una seria deficiencia en la calidad debido a que no cuenta con un control de estandarización de cada baño químico para determinar las adiciones correctas, esto genera insatisfacción del cliente y pérdidas de materias primas.

2) El retraso en la hora de entrada de los operarios hace tardío en el comienzo de la actividad, lo cual obliga a volver a planear la producción, generando tiempos muertos para la organización.

3) Retraso en la entrega de pedidos, además las piezas no se entregan completas como llegan desde un principio.

4) Fallas en las revisiones continuas, no se determina un horario específico de supervisión lo cual puede causar grandes mermas en el proceso, generar altos costos, deformaciones y fallos de recubrimientos en cada producto procesado.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Pregunta de investigación.

¿Qué mejoras en los procesos de cromado de plástico ABS establecidos en ABS Cromosol se requieren para disminuir las no conformidades y aumentar la rentabilidad? donde por medio de la filosofía Lean Manufacturing se logre reducir los inconvenientes presentados en los procesos.

1.3.2. Sistematización del problema

¿Actualmente cómo se encuentra la empresa ABS CROMOSOL LTDA en relación con el modelo de gestión Lean Manufacturing?

¿Cómo se podrían implementar estas herramientas para que la empresa sea más competitiva en el mercado actual?

¿Cuál es el lead time actual y como se ve reflejado el tiempo de entrega al cliente?

¿Existe un control actual de procesos?

2. Justificación

En la actualidad cada vez son más las empresas que se van sumando a esta actividad en Colombia, nacen pymes que de algún modo van teniendo cabida en el mercado compitiendo con precios bajos y aunque no es fácil mantenerse en pie por la situación económica que atraviesa actualmente el país, siempre es importante saber cómo se encuentra frente a las demás y con esta la necesidad de realizar mejoras en los procesos en donde se busca implementar, buscar e innovar a través de la filosofía del Lean Manufacturing para obtener cambios positivos que se verán reflejados en la terminación de un producto con alto estándar de calidad ofreciendo a los clientes satisfacción. “Está el hecho de que una pyme colombiana necesita dos empleados para producir el mismo valor agregado que un solo trabajador de una gran empresa.” (PTP Colombia, 2017, p. 5)

Por el momento la empresa ABS Cromosol Ltda. presenta problemas como re- procesos, desperdicios y almacenaje de materias primas, estos factores generan aumento en costos de materias primas y demoras e incumplimiento en pedidos, por ende, la insatisfacción en el cliente.

Con relación a esto se ve la necesidad de realizar una propuesta que contribuya a la empresa algunos aspectos de mejora en sus procesos ya que ha registrado indicadores bajos en los últimos años, se considera que la implementación de las herramientas Lean más importantes dentro del ámbito industrial, con el solo objetivo de obtener una mejora continua que contribuya al beneficio de la empresa, al menor costo y en tiempos considerablemente cortos como se identifican (5S, Kaizen, SMED y Layout) teniendo en cuenta una escala de importancia para

aplicar las metodologías, la organización tiene destinado a mediano plazo analizar e implementar el proyecto, sin embargo en los próximos años tendrá un déficit en el mercado ya que el cliente estará perdiendo ventas y al mismo tiempo está perdiendo material tomando decisiones importantes de si sigue o no con la organización.

Por otra parte en este momento la empresa no paga las piezas defectuosas simplemente devuelve el material ya realizado procesado y desplacado, pero sin ninguna importancia de uso es decir que existe inconformidad con el cliente, con las problemáticas principales la empresa está perdiendo los pocos clientes que dan los suficientes ingresos para sostener una rentabilidad y un beneficio a la organización, la aplicación de los métodos Lean es eficiente ya que se demuestra con estadísticas y hechos, es importante recalcar que habría un beneficio si se implementaran pequeños cambios en el transcurso del tiempo para continuar con la mejora continua.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Identificar las fallas de la empresa y plantear un sistema Lean Manufacturing en la empresa ABS Cromosol Ltda. Para así mejorar los procesos (Mordentado, Reductor, Paladio, Acelerado, Níquel Químico, Cobre Acido, Níquel y Cromo) y tener un mejoramiento productivo generando un aumento significativo en la rentabilidad de la organización.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar los principales errores para tener un control en el proceso, teniendo en cuenta los movimientos dentro de la línea pre-electrolítica (Mordentado, Reductor, Paladio, Acelerado, Níquel Químico).
- Aplicar los principios básicos que se deben tener en cuenta en un sistema Lean Manufacturing con el propósito de optimizar procesos y disminuir desperdicios.
- Realizar el Layout de la planta, con el beneficio de facilitar los procedimientos y reducir tiempos.

4. Marco referencial

4.1. Antecedentes de la investigación

El Lean Manufacturing fue creado por Taiichi Ohno, expresión que se originó en Occidente. El cual a su vez dio ideó el TPS (Sistema de Producción Toyota). El objetivo es encontrar herramientas que ayuden a reducir o eliminar los desperdicios, así como la implementación de una metodología para la mejora continua que permita reducir costos en la compañía. Mejorar procesos para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad entre otros más beneficios que brinda esta filosofía. Lo que el cliente en general percibe y adquiere es una SOLUCION no un servicio ni un producto. Lean Solutions (2017), Vásquez & Prieto (2013).

Los pasos se deben realizar de manera uniforme y constante, eliminando lo que no agrega valor al producto o proceso y optimizando los recursos, las diferentes áreas en las que se puede aplicar la mejora son en la gestión, inventarios, procesos, desplazamientos, retrasos entre otras.

Al hablar de esta filosofía un tema que se ha venido trabajando a lo largo del tiempo por varias universidades del país, interesadas en desarrollar y aplicar sus metodologías en sus investigaciones, de esta manera surgen propuestas para su correcta implementación enfocados en diferentes empresas ya sea de servicio o de producción con el objetivo de realizar mejoras a procesos que logren ser competitivos en el mercado de hoy en día. Se muestran a continuación varios trabajos elaborado por estudiantes de universidades del país, referente al tema de investigación tratado en este documento.

En la Universitaria Uniagustiniana recientemente se desarrolló un proyecto donde se implementó una propuesta de Lean Manufacturing en la empresa ABS Cromosol, sus metodologías a utilizar fueron Poka Yoke, Heijunka, 5 S's y semanas Kaizen. Como es evidente en este proyecto se trabajan las dos últimas metodologías con el objetivo de replantearlas logrando que en la empresa se ejecute de manera permanente y logren obtener beneficios de estos. Cabe resaltar que se diferencian notoriamente los dos proyectos tanto en sus objetivos como su desarrollo en general. (Jerez, 2017)

En la Universidad Militar Nueva Granada se realizó un proyecto donde implementaron la metodología Lean en una empresa PYME llamada Tres60 Logística cuyo objetivo se basó en realizar mejoras como elevar la productividad, generar satisfacción al cliente, mejorar capacidad y calidad, por otra parte también se enfocaron en reducir tiempos de espera, costos, inventarios y residuos con el fin de dar una solución acorde a la situación real que maneja la empresa, diseñaron formatos para el levantamiento, análisis y consolidación por medio de macros diseñadas en Excel y la información fue tomada por áreas que se involucran directamente como el área comercial. (Roqueme & Suárez, 2015)

En la Pontificia Universidad Javeriana se realizó un proyecto que contiene propuestas de mejoramiento a través de las herramientas de Lean Manufacturing en la empresa Diseños y Confecciones Mercy. La cual se constituye como una empresa de diseño, confección y comercialización de ropa y uniformes para dama. Las propuestas son generadas con el fin último de mejorar las entregas retrasadas a clientes, por medio de la disminución de desperdicios en el

proceso productivo que no agreguen valor al producto y que ayuden a disminuir tiempos, costos y posibles riesgos potenciales para la organización. (Gonzales & Gacharna, 2013).

Mariano (2011) en su blog electrónico afirma lo siguiente:

Los recubrimientos de cromo por baños electrolíticos se utilizan como capas protectoras contra la corrosión y como acabado decorativo. En general, estos recubrimientos se realizan en baños químicos formulados con cromo hexavalente. En el caso de los plásticos el recubrimiento tiene fines puramente decorativos. Es un proceso muy utilizado en piezas plásticas para automóviles. Considerando que los plásticos no son conductores de la electricidad, requieren ser sometidos a procesos complejos de pretratamiento para poder recibir los recubrimientos técnicos que les confieren las propiedades. Esta preparación es compleja y contempla el uso de productos de alta toxicidad y difícil control.

4.2. Marco teórico

Para la correcta aplicación de la metodología propuesta y con el objetivo de estructurar un plan de mejora para la empresa ABS CROMOSOL donde se puedan aplicar varios de los conocimientos adquiridos en lo largo de la carrera, se considera importante realizar una revisión de conceptos, origen e historia de donde surgen términos que serán tratados en el documento teniendo en cuenta que el análisis se desarrollará en el área de producción esto con el fin de volver a la situación real de la empresa.

4.2.1 Lean Manufacturing. Es la filosofía sobre como operar un negocio, enfocado en la eliminación de los desperdicios, mejora continua, reducción de tiempos, calidad y la reducción de los costos. Tiene un sistema estructural representado en una casa que se dice que si es sólida si el techo (principios) y los cimientos (Gestión visual, procesos estables, etc.) y los pilares (Just In Time y Jidoka) están bien establecidos y son fuertes. (Lean Solutions,2017).

"Lean Manufacturing es las estrategias de mejora que en los últimos 10 años han dominado las tendencias de producción. Lean Manufacturing absorbió los sistemas conocidos en los años 80 como Justo a tiempo (JAT) o Just in Time (JIT), desde entonces Lean ha evolucionado en los últimos años acorde a la evolución del mercado global, pero en esencia conserva los mismos principios." Lean Solutions, (1999-2017)

4.2.2 CINCO ESES. Es un método que se define por "*ordenar y limpiar*" es decir que el objetivo es poner en orden el puesto de trabajo definir y estandarizar las condiciones de los puestos de trabajo a través de cinco fases de implementación que se realizan de manera secuencial. Corresponden a un seguimiento sistemático de una organización y control que deben tener las personas dentro de su área de trabajo, el nombre 5S's se deriva de las iniciales de cinco palabras japonesas, Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke que se definen como Eliminar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y en crear un hábito respectivamente.

El concepto 5S es utilizado a nivel global en las empresas multinacionales y también es aplicada a aquellas consideradas microempresas, ya que es una técnica que genera confiabilidad en los resultados tanto a corto plazo como a largo plazo y genera una excelente efectividad en los procesos de producción, lo que permite dar a conocer esta herramienta es la importancia de

percibir las cosas de una manera una actitud rápida como por ej. La calidad dando así una actitud positiva a los empleados en su puesto de trabajo.

4.2.2.1 Separar (Seiri). Este principio consiste en identificar y separar los objetos o elementos que no se utilizan en el área de trabajo generando despilfarro, tiempos muertos y no hay eficiencia en el desarrollo del proceso, al mismo tiempo esto genera estorbo y puede que allá una mala manipulación por parte de los operarios que puedan afectar los productos que se están trabajando, otra de las cosas importantes es la falta de espacio incluyendo en gran parte un accidente del operario que estas fallas puedan generar. En la actualidad se manejan tarjetas rojas para identificar que materiales son los que no se deben utilizar en las respectivas áreas de trabajo.

4.2.2.2 Ordenar (Seiton). Este principio consiste en *ordenar los objetos o cosas útiles que son necesarios dentro del área de trabajo*, determinando que cada objeto debe estar en un lugar específico para así facilitar la búsqueda y al terminar de dar el uso específico volver a la posición inicial sin dejarlo a la deriva, lo que trata de dar a entender este factor es generar un lugar adecuado para cada objeto o cosa teniendo en cuenta los criterios de seguridad industrial que se maneja dando un criterio de calidad y eficiencia en el proceso productivo.

4.2.2.3 Limpieza e Inspección (Seiso). Este principio consiste en *mantener el puesto de trabajo limpio e inspeccionar* a diario incentivando a la mejora continua, los métodos más usuales es mantener los objetos de área de trabajo limpios y en su puesto para realizar la ejecución de las actividades, además se deben mantener los equipos en excelentes condiciones,

con la limpieza se pueden detectar de inmediato las causas principales y así poder eliminarlas.

4.2.2.4 Estandarizar (Seiketsu). Este principio consiste en *informar a todas las modalidades operativas que ya se establecieron*, para lograr esto se debe implementar y tener desarrollados los primeros tres principios anteriores, de esta manera se tiene un estándar de la forma más sencilla y eficaz.

4.2.2.5 Disciplina (Shitsuke). Este principio tiene como objetivo primordial *hacer llegar el mensaje al operario de tal manera que se forje un hábito*, permitiendo mantener un orden sobre las cosas y que lo aplique de la mejor manera posible, esto es a lo que llamamos una cultura de autodisciplina formando al operario a seguir las instrucciones correctas y generando sistemas de control visual o sistemáticos que analicen el control del proceso.

4.2.3. Layout – Distribución de planta. Consiste en la distribución y disposición de todos los elementos que integran la producción de un producto a costos adecuados, los objetivos son la integración de todos los factores permitentes que afectan a la distribución, los movimientos del material según distancias mínimas, circulación de trabajo a través de la planta, utilización efectiva de todo el espacio, satisfacción y seguridad de los trabajadores y reducir los costos. (Muther 1970).

Tiene tres principios básicos consisten en: *integración de conjunto* quiere decir que la mejor distribución es la que se integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, actividades

auxiliares de modo en que resulte el compromiso mejor entre todas las partes, *Mínima distancia recorrida*, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta y por ultimo *Circulación o flujo de materiales* que entre las áreas sea mejor la circulación entre materiales.

Al preparar el plan teórico y deducir el practico se puede usar plantillas y planos a escala, diagramas y se debe preparar diferentes alternativas. Una de las ventajas de un buen Layout son la reducción del riesgo a la salud, incremento de producción y disminución de los retrasos y acotamiento de tiempo de fabricación.

4.2.4 Kaizen. Comprende diferentes técnicas y estrategias encaminadas en mejores resultados, la mejora continua se refiere a pequeños cambios en un determinado tiempo que usualmente es corto, las etapas que tiene el Kaizen son mejorar un cambio en la actitud de los trabajadores, formación y participación del personal y cambio de cultura empresarial.

Los procesos del Kaizen son: Conocer la situación actual, seleccionar los puntos de mejora, implementar las acciones de mejora y verificar la eficacia (García, 2015). El verdadero criterio fundamental para luchar contra esta consecuencia es el trabajo en equipo con el que se basa el concepto de la filosofía Lean Manufacturing en el progreso, consiste en un paso a paso con las respectivas innovaciones y/o mejoras, que conduce al éxito de la organización, por consiguiente, se dice que siempre hay un proceso mejor que el que se implementa en beneficio a todo a un corto o mediano plazo,

4.2.5 SMED. Esta herramienta representa una reducción en los tiempos de alistamiento y de preparación en las maquinas. Además de disminuir la parte de operaciones lo que se destaca la rapidez con los que se van desarrollando los ajustes prosiguiendo al dicho mejoramiento dentro del proceso productivo, imponiendo fallos de espera y un flujo continuo.

4.3. Marco Conceptual

A continuación, por medio de un mapa conceptual se explicará los diferentes métodos que se aplicaran

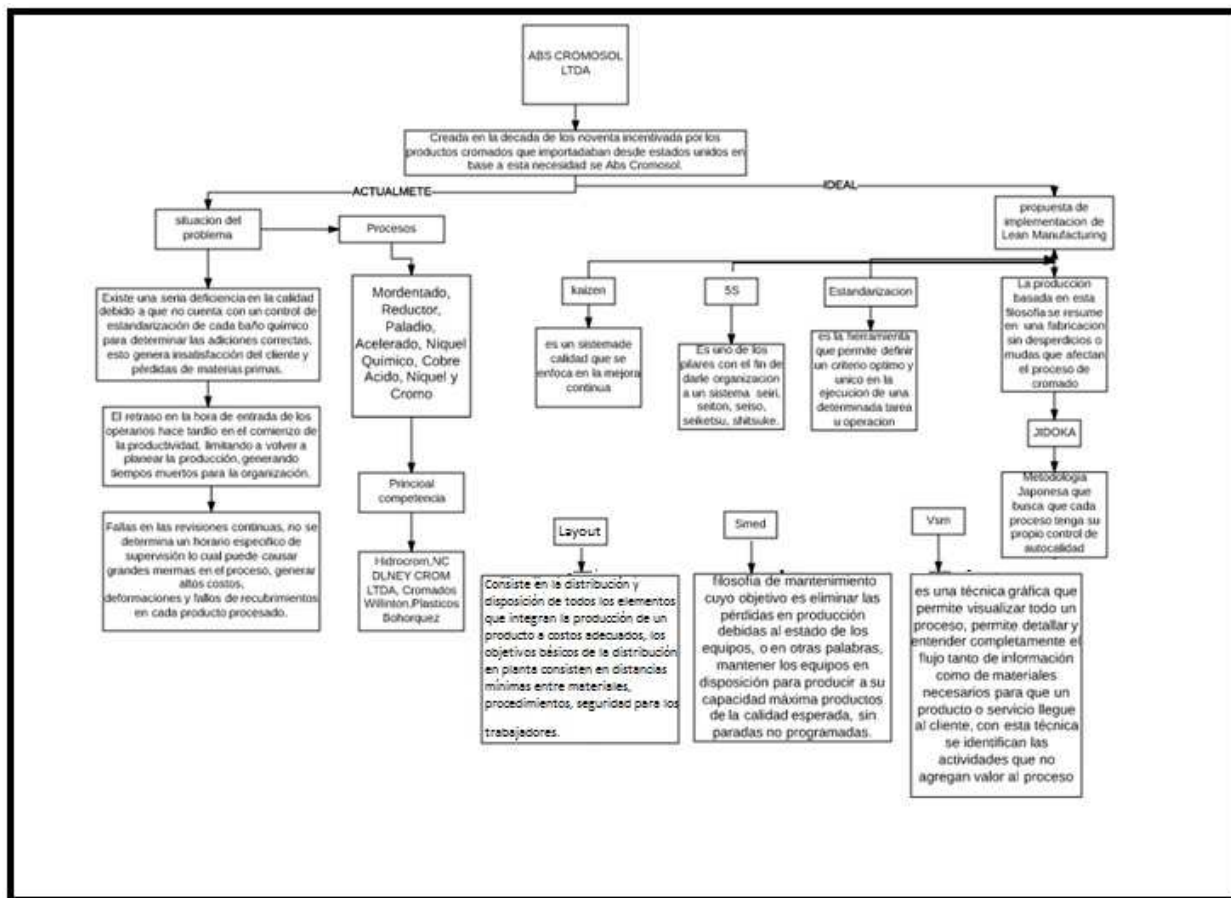


Figura 7 Marco conceptual
Nota: Creación de los autores

4.4. Marco Legal

En Colombia rigen leyes que establecen parámetros para el uso de sustancias químicas en el territorio nacional, dichas normas fueron regidas por entes del país para velar por la seguridad y protección del medio ambiente y de las personas.

Tabla 1 Marco legal

RESOLUCIÓN	TÍTULO	DESCRIPCIÓN	ENTE EMISOR
Resolución 0001 del 8 de enero de 2015	Por la cual se unifican y actualizan la normatividad sobre el control de sustancias y productos químico	Productos químicos que puedan ser utilizados o destinados, directa o indirectamente en la extracción, transformación y refinación de drogas ilícitas; serán controlados cualquiera sea su denominación y estado físico. (http://www.minjusticia.gov.co/portals/0/ccite/documento %20conceptual%20v8%20(enero%2002%20-2018).pdf)	La república de Colombia
Ley 1252 del 27 de noviembre de 2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones	Regular, dentro del marco de la gestión integral y velando por la protección de la salud humana y el ambiente, todo lo relacionado con la importación y exportación de residuos peligrosos en el territorio nacional. (https://www.ica.gov.co/getattachment/d4d9d6c3-366a-4c79-8079-c9811f6216fc/2008L1252.aspx)	El congreso de Colombia

<p>Resolución 019 de 2008 del 30 de octubre de 2008</p>	<p>Por medio de la cual se derogan unas disposiciones y se unifica la reglamentación para compra, venta, consumo, distribución, almacenamiento y transporte de las sustancias sometidas a control especial</p>	<p>El objetivo de control será la compra, venta, consumo, distribución, almacenamiento y transporte de las sustancias químicas que el consejo nacional de estupefaciente defina en el cumplimiento de las atribuciones establecidas.</p> <p>(https://ejercito.mil.co/?idcategoria=215814)</p>	<p>El Consejo Nacional de Estupefacientes</p>
<p>Decreto 1299 de 2008</p>	<p>Reglamenta departamento de gestión ambiental de empresas a nivel industrial y se dictan otras disposiciones</p>	<p>Se aplicará a todas las empresas a nivel industrial cuyas actividades, de acuerdo a la normatividad ambiental vigente, requieran de licencia ambiental.</p> <p>(http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2008/dec_1299_2008.pdf)</p>	<p>Presidente de la Republica de Colombia</p>

Decreto 4741 de 2005	Reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral	Prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de los residuos o desechos generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente. (http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18718)	Presidente de la Republica de Colombia
Ley 55 de 1993	Convenio No. 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el trabajo	Aplicable a todas las ramas de actividades económicas en las que se utilizan productos químicos, es necesario lograr un manejo racional y apropiado de los desechos peligrosos por parte de las personas que los han de utilizar, y así evitar daños al medio ambiente y la salud humana y animal, vida e integridad de las personas. (http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0055_1993.html)	El Congreso de Colombia

Ley 100 de 1993	Ley de Seguridad Social	Garantizar los derechos irrenunciables de la persona y la comunidad para obtener la calidad de vida acorde con la dignidad humana, mediante la protección de las contingencias que la afecten. (http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0100_1993.html)	El Congreso de la Republica de Colombia
Decreto 1072 de 2015	Sistema de Gestión Seguridad, Salud en el Trabajo (SG-SST)	Se recopila la normatividad en cuanto a las relaciones laborales individuales. Se pueden llevar a cabo renovaciones automáticas, procedimientos de terminación unilateral, terminación por incapacidad, pensión y cierre de la organización. Se mencionan las normas sobre cesantías, la base de liquidación y normas. (http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=62506).	Presidente de la Republica de Colombia

Nota: Creación de los autores

5 Marco Metodológico

5.1 Tipo de investigación

Según el libro metodología de la investigación elaborado por Sampieri, Fernández y Baptista se puede establecer que a partir de la problemática mencionada el enfoque de investigación acorde es de *enfoque cuantitativo* donde se acercan a realidades objetivas por ende se contemplara la hipótesis como inicio para direccionar el proyecto, este se somete a prueba mediante la utilización de diseños de investigación apropiados para identificar los aspectos a considerar de mejoras para la empresa según las necesidades descritas. Es posible con este tipo de investigación medir variables que interactúan en el proceso de la empresa y de esta manera desarrollar un análisis.

Relacionando lo anterior el alcance de la investigación es de tipo *correlacional* cuya utilidad es saber cómo se puede comportar una variable al conocer el comportamiento de otra involucrada, enfocando más al proyecto es analizar la posibilidad de cómo la empresa puede lograr mejoras implementando un tipo de proceso distinto comparado con el que actualmente maneja.

Para lograr responder las preguntas de investigación se espera llevar a cabo un diseño de investigación de tipo *no experimentales* de manera que se estudia sin la manipulación deliberada de variables y en los que solos se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010)

La información de recopilación de datos se realizará de manera *transeccional*, es decir que la recolección de datos e información se recoge en un tiempo único, su propósito es describir variables y analizar si incidencia e interrelación en un momento dado. Distintas ocasiones de ejecución de los procesos de la empresa para de esta manera recoger información mediante observación en diversas situaciones propias de la empresa.

5.1.1. Procesos metodológicos.

Fase 1: Consultas y recoger información. Estudiar y consultar conceptos Lean Manufacturing como base principal para el desarrollo correcto de los objetivos, consultas de libros, tesis, páginas web que contribuyan al planteamiento del problema.

Verificar los documentos existentes para analizarlos sacando conclusiones de lo que se puede lograr llevando a cabo la metodología del Lean Manufacturing

Fase 2: Diagnostico. Proceso de observación y análisis mediante constantes visitas realizadas a la empresa para conocer su estructura organizacional y procedimientos de manera que se puedan determinar cuáles son sus posibles falencias.

Realizar encuesta a los funcionarios de la planta para establecer las necesidades que ellos como empleados perciben actualmente.

Enfocándonos a los procesos internos de la empresa cotejar cual es el estado actual de los elementos que hacen parte del proceso.

Fase 3. Planteamiento de la estrategia para mejoramiento.

- Elaboración del planteamiento y análisis de distribución de planta, Layout con la cual como objetivo principal es evitar el cruce de procesos en distintas etapas y la reducción de movimientos dentro de los mismos.
- Creación de planes de acción, para la ejecución de Kaizen en la empresa ABS Cromosol, entre las estrategias se utiliza el análisis de VSM (Value Stream Mapping) actual y el propuesto.
- Preparación del método SMED a través de alistamiento de consumo de materia prima por día para lograr la reducción de los desperdicios en las herramientas a utilizar en la producción, clasificación de operarios para asignación de tareas y capacitación a los operarios
- Implementación de un sistema que este enfocado en llegar a tener lugares de trabajo más organizados, ordenados y limpios logrando la mayor productividad por medio de las 5 S´ (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke).

Fase 4. Socialización del plan. En esta fase se pretende dar a conocer a las partes interesadas del proyecto el plan de mejora para la empresa ABS Cromosol con el fin de justificar las razones por las cuales se optaron para su elaboración.

Fase 5. Revisión, ajustes y aprobación. Análisis de la propuesta y revisión de sus alcances y mejoras.

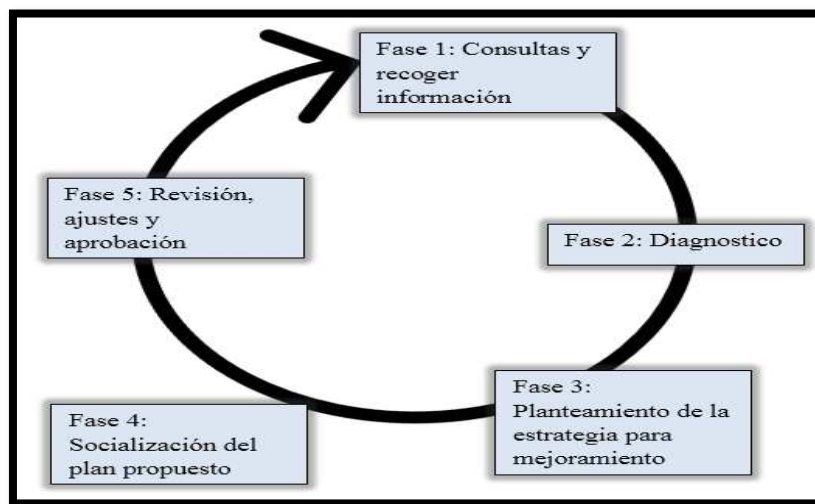


Figura 8 Proceso metodológico

Nota: Creación de los autores

5.1.2 Proceso metodológico en planta.

Mordentado. Es el principal baño químico en el respectivo proceso de cromado, está conformado de Ácido Sulfúrico y Acido Crómico su temperatura adecuada debe estar entre los $68^{\circ}\text{C} - 75^{\circ}\text{C}$ para que pueda ser utilizado de manera correcta, su función principal es abrir poros en la superficie de cada pieza de plástico ABS o PC (Policarbonato).

Reductor. Está compuesto de ácido clorhídrico industrial y NTC 38, se puede manejar a una temperatura ambiente y si está muy por debajo de su composición química se trabaja entre los $30^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$, su función principal es limpiar los poros de cada pieza plástica ABS, ya que cada poro puede contener el mínimo arrastre de Mordentado el cual puede provocar contaminación en los demás baños químicos.

Paladio. Está compuesto por Paladio catalizador, Ácido Clorhídrico Reactivo y estabilizador de caloides, se utiliza en la mayoría de las veces en temperatura ambiente, su función principal es cubrir los poros que trae la pieza desde el proceso de Mordentado hasta mencionado proceso ya que contiene paladio y una capa cubierta de estaño lo que hace adherir más rápido el proceso de niquelado.

Acelerado. Está compuesto por Complex 69, se utiliza y se trabaja a una temperatura de 50°C – 60°C, su función principal es retirar la capa de estaño que posee en la superficie la pieza de plástico para así solo dejar el paladio recubriendo los poros y eliminar cualquier posibilidad de no recubrimiento.

Níquel Químico. Está compuesto por Amoni C60 (Azul), Amoni C61 y Amoniaco, en la mayor parte se puede tener en temperatura ambiente, pero se recomienda mantener entre los 30°C - 40°C para que el proceso pueda ser más ligero y puedan disminuir los tiempos de espera, su función principal es recubrir la pieza plástica y metalizarla.

5.1.2.1 Línea Pre-electrolítica.

Cobre Acido. Está compuesto por sulfato de cobre, cobre en platinas, cloruro de cobre y ácido sulfúrico, su temperatura debe permanecer en un estado ambiente, ya que si aumenta el nivel de temperatura la pieza toma un color opaco que impide tomar el respectivo brillo, su función principal es hacer un recubrimiento de cobre sobre el metalizado de la superficie plástica dando un color bronce que resalta con el brillo.

Níquel. Está compuesto de sulfato de níquel, cloruro de níquel, níquel metal y ácido bórico, para ser trabajado correctamente debe estar a una temperatura entre los 50 °C – 60 °C para que

se adhiera mejor el níquel metal, resalte más el brillo y el tiempo disminuya dependiendo del tamaño (dm²) de la pieza.

Cromo. Está compuesto por ácido crómico, para ser trabajado correctamente su temperatura debe estar en ambiente, su principal función es cubrir la capa de níquel con una capa cromo terminando así el proceso.

5.2 Hipótesis

Con relación a la problemática anteriormente mencionada a analizar es necesario identificar cuáles serían los aspectos de mejoramiento en los cuales se deben implementar acciones para lograr los objetivos, como hipótesis se identifican que las siguientes pueden alinear la búsqueda de información en la fase diagnóstica

La distribución de la planta y puestos de trabajo inciden en el tiempo de terminación de la pieza. Lo anterior indica que si se tiene una buena organización se disminuye el desplazamiento de un puesto a otro que como resultado se obtendría tiempos menores.

Inspeccionar que la pieza a la cual se le hará la transformación química cumpla con los estándares establecidos de modo que al iniciar su proceso y en el transcurso del mismo la pieza se encuentre en óptimas condiciones para que al finalizar no tenga algún defecto y no quede considerada como no conforme.

Por consiguiente, se constituyen como variables a observar y realizar su investigación: La distribución de la planta, tiempos en los procesos de producción incluyendo el desplazamiento y estado de la materia prima. A su vez las relaciones que se pueden encontrar entre las mismas teniendo en cuenta que cada una es dependiente para lograr el cumplimiento al cliente.

5.2.1 Tamaño poblacional y muestra

La empresa ABS CROMOSOL LTDA es una microempresa, su actividad económica es el recubrimiento de piezas plásticas en cromado. Ubicada en la ciudad de Bogotá en el sur occidente, en la localidad de Kennedy, inició en el año 1987: fundada por Gonzalo Bermúdez Vivas. La línea pre-electrolítica se inició hace catorce (14) años por los resultados que hasta la fecha eran rentables para la compañía, empezó con 3 operarios y en la actualidad trabajan 5 cada uno en funciones distintas como operario de línea pre-electrolítica (Mordentado, Reductor, Paladio, Acelerado y Níquel químico), dos operarios manejan la parte de enganche, un operario maneja la línea de cromado (Cobre ácido, Níquel y Cromo) y un operario auxiliar que realiza la función de control de calidad e inspección de áreas.

5.2.2 Muestra

La población está conformada por todas las empresas cuya actividad es igual o similar. (A continuación, en la georreferenciación describen cada una). Por ende, la muestra es la empresa ABS Cromosol, en la cual se pretende realizar el proyecto tanto a los operarios de la planta como a los procesos de producción en general, por consiguiente, se explica brevemente la muestra poblacional con relación a la producción.

Tabla 2 Muestra poblacional y operacional

Muestra poblacional		Muestra operacional	
Cargos	Cantidad de Empleados	Descripción enfocados a la Calidad	Cantidad
Jefe de producción	1	Unidades producidas al día	6080
Operario de línea pre - electrolítica	1	Unidades conformes	5580
Operario zona de enganche	2	Unidades inconformes	500
Operario de línea de cromado	1		

Nota: Creación de los autores

5.3. Limitaciones de la Investigación

Para una investigación completa y exacta el tiempo no puede llegar a ser suficiente, ya que para la recoger datos e información se necesita la disposición de la empresa, se debe identificar cuáles son los espacios y tiempos disponibles para de esta manera coincidir y evitar interrupciones en los procesos, teniendo presente que esta avalúa el respaldo para llevar a cabo el proyecto y procurar a realizar recolección de datos.

Por otra parte, la disposición con la que cuentan los operarios al momento de realizar algún cuestionario o encuesta.

Por último, pueden surgir actitudes de resistencia al cambio, de esta manera no se adaptan fácilmente a las nuevas estrategias, lo que conlleva a evidenciar demoras en los tiempos.

5.4. Alcances

El alcance del proyecto es identificar y realizar una propuesta de mejoramiento a través de las herramientas de un sistema Lean Manufacturing, teniendo en cuenta que para lograr los objetivos se tiene que realizar una investigación exhaustiva, determinar cuál es el diagnóstico y con esto si realizar el planteamiento de la estrategia para el progreso.

La importancia de identificar las razones que en el proceso afecta la calidad de las piezas generando defectos como por ejemplo el mal recubrimiento, rayones del material, combinación de ABS con otra referencia de plástico o un reproceso, todo esto generado por un mal control de insumos faltando en su momento químicos indispensables para el proceso.

5.5. Georreferenciación

A continuación, se da a conocer dentro de la localidad de Kennedy las empresas que son competencia para ABS Cromosol. Adicional todo el comercio, en el sector educativo y de salud, y otros puntos geográficos principales que se encuentran dentro de la zona, se relacionan de la siguiente manera.

5.5.1. Hidrocrom. Empresa dedicada al proceso de cromado en piezas de grifería.

Dirección: calle 38 sur 72j 11 **Coordenadas:** 4.611782, -74.143603.

Distancia: 650 metros de abs cromosol en el sentido norte-sur de la av boyaca.

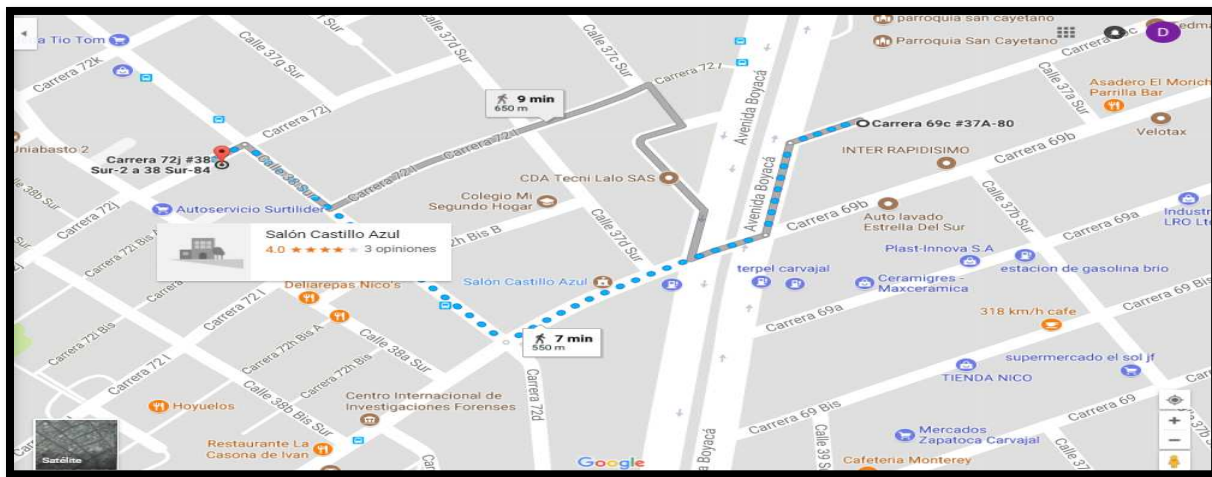


Figura 9 Google. (s.f). [Mapa de Bogotá, Colombia en google maps ubicando empresa Hidrocrom] Recuperado el 25 de Agosto, 2017

5.5.2 NC DLNEY CROM LTDA. Empresa dedicada al proceso de cromado en piezas de grifería plásticas. **Dirección:** Cra. 69a #36 Sur-2 a 36 Sur-98, Bogotá **Coordenadas:** 4.611507, -74.138808. **Distancia:** 500 metros de ABS Cromosol ubicada dos cuadras de la organización.

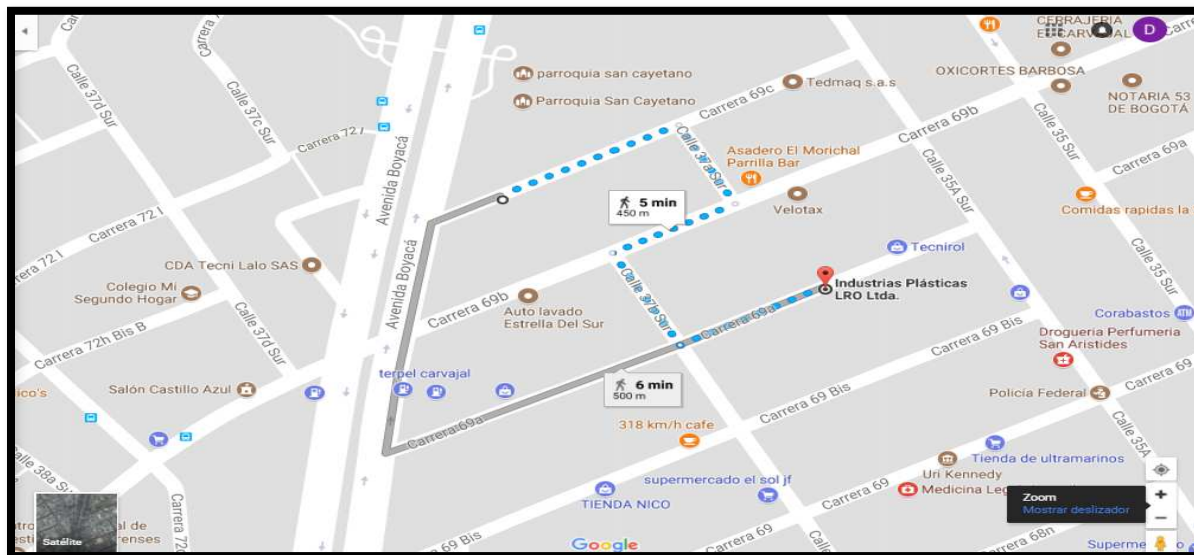


Figura 10 Google. (s.f). [Mapa de Bogotá, Colombia en google maps ubicando empresa NC DLNEY CROMLTDA] Recuperado el 25 de Agosto, 2017

5.5.3. Cromados Willinton. Empresa dedicada al proceso de cromado en pasta y metales.

Dirección: Cra. 69a #37b Sur-1, Bogotá **Coordenandas:** 4.611104, -74.139502

Distancia: 350 metros de ABS Cromosol.

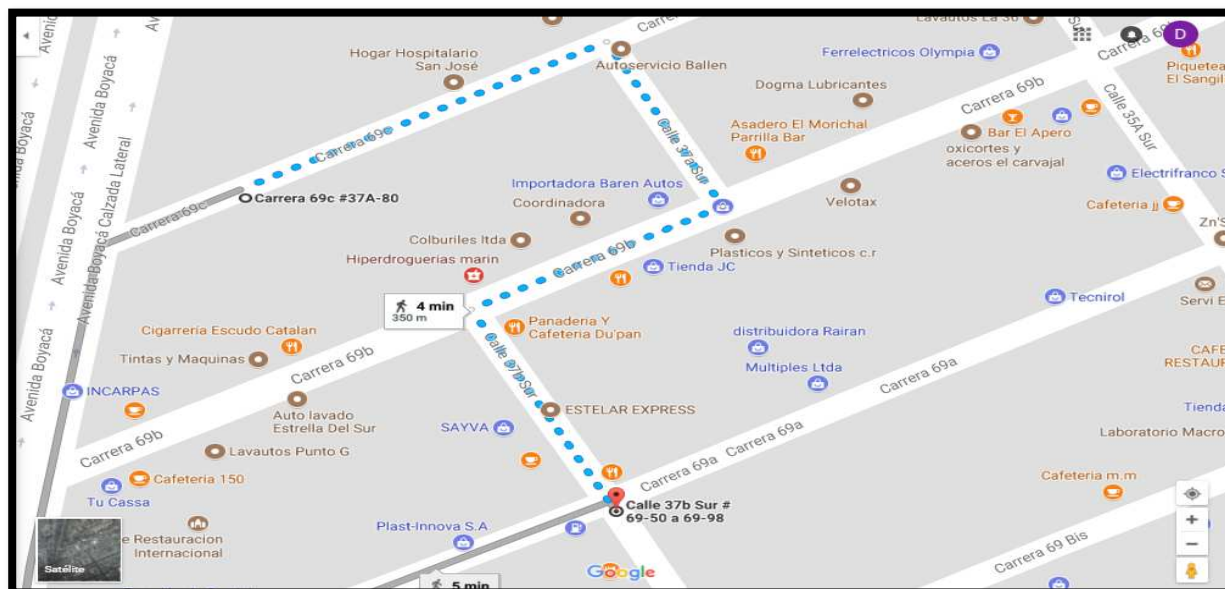


Figura 11 Google. (s.f). [Mapa de Bogotá, Colombia en google maps ubicando empresa CROMADOS WILLINTON] Recuperado el 25 de Agosto, 2017

5.5.4. Plásticos Bohorquez. Empresa dedicada al proceso de cromado en partes plásticas

Dirección Cl. 31 Sur #71g-2 a 71g-42, Bogotá Coordenadas: 4.617591, -74.138985

Distancia: 900 metros de abs cromosol.

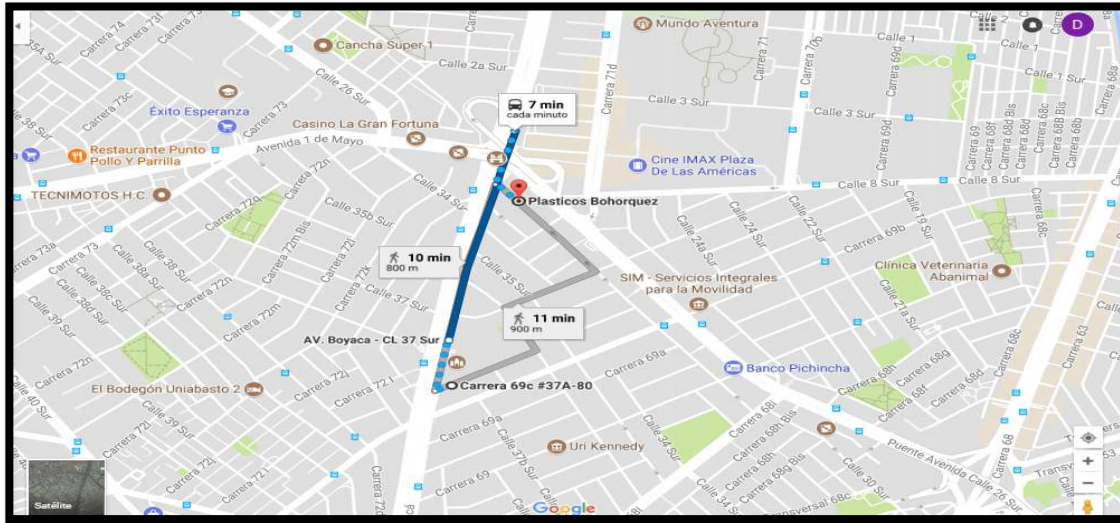


Figura 12 Google. (s.f). [Mapa de Bogotá, Colombia en google maps ubicando la empresa Plásticos Bohorquez, Recuperado el 25 de Agosto, 2017

5.5.5. Cromados. Empresa dedicada al proceso de cromado en partes plasticas y metalicas.

Direccion Cl. 31 Sur #71g-44, Bogotá **Coordenandas:** 4.617813, -74.139328.

Distancia: 750 metros de ABS Cromosol.

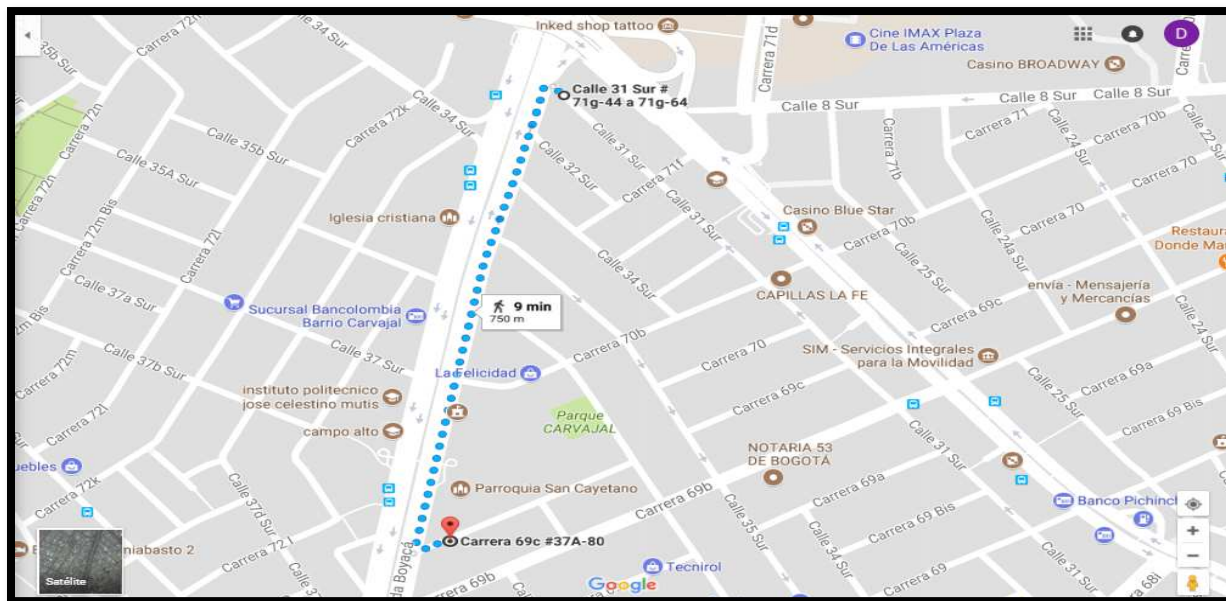


Figura 13 Google. (s.f). [Mapa de Bogotá, Colombia en google maps ubicando a la empresa Cromados] Recuperado el 25 de Agosto, 2017

5.5.6. Localización de centros principales distinguidos en la zona. En la siguiente figura se resaltan los puntos que en la zona son más distinguidos y representan al sector.

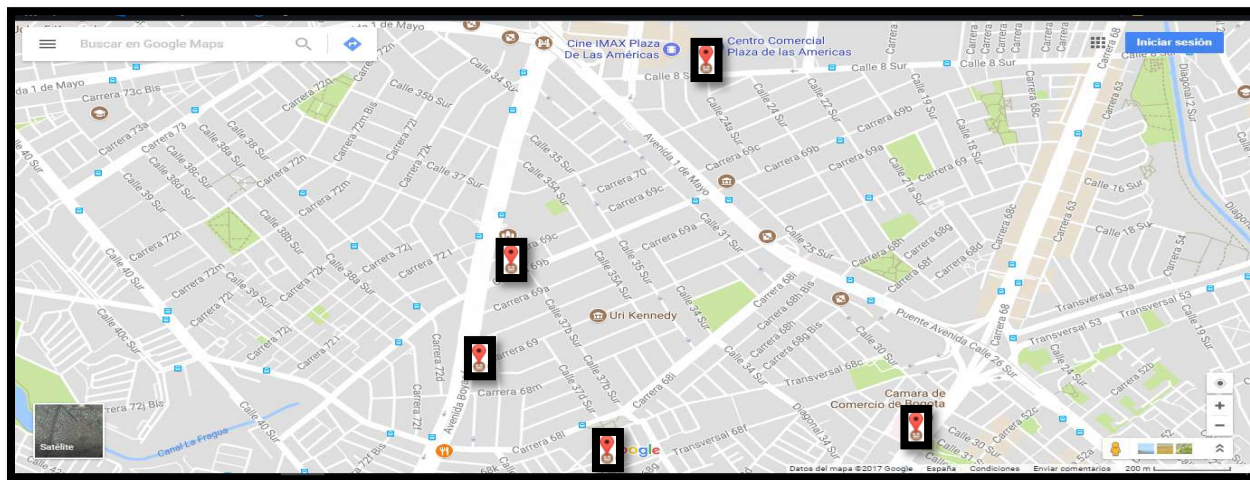


Figura 14 Google. (s.f). [Mapa de Bogotá, Colombia en google maps ubicando los establecimientos mas representativos de la localidad] Recuperado el 25 de Agosto, 2017

5.6. Instrumento recolección de información

Para la recopilación de información de la empresa se utilizaron varias alternativas como revisión documental, encuesta y entrevistas. Se realizaron visitas a la empresa, allí se estableció contacto con un funcionario al cual se le realizó una entrevista con el objetivo de profundizar más acerca de los inicios de la empresa y se logró recopilar una breve historia que a continuación se mostraría.

Exactamente en el año 2006 el turno ubicado en la segunda área no siguió con su producción, esto le permitió a la empresa implementar otros mecanismos de producción como el trabajar con el plástico en pasta ya sea ASA O ABS que son los plásticos más viables para cromar. Esto le permitió a la empresa aumentar tanto de espacio de trabajo como también aumentar las piezas

por carga o por baño para su respectivo cromado y tener una mayor producción. Con respecto a su objetivo en el sentido hacia la seguridad industrial cada operario ya se identifica con sus implementos de trabajo. En el año 2008 la empresa contaba con 5 operarios los cuales cada uno tenía su respectiva actividad en la planta.

En el año de 2008 la empresa estuvo a punto de cerrar ya que la Secretaria del Medio Ambiente inspeccionaba que todas las empresas que estuvieran certificadas, “Cromo y Latón” el cual no califico el porcentaje propuesto por un ingeniero químico ya que no poseían toda la seguridad industrial propuesta en las leyes y no aplicaba distribución en planta así que se dio un plazo específico que hasta la fecha la empresa no ha podido realizar por los varios desmanes que han sucedido en la misma planta.

En el año 2010 la empresa cambio de nombre en la cual se distinguió el verdadero objetivo de la misma la cual es “Cromo Sol Ltda.” e incluso el cambio del 2006 ha determinado mucho en la producción ya que con ello se han podido implementar nuevos materiales, mejores ingresos ayudando así a las mejoras de proceso en cuanto a calidad.

Actualmente la empresa no cumple con los requisitos propuestos por la DIAN así que se mantiene dependiendo de su producción, con la expectativa de que en un futuro se pueda generar las tendencias en las cuales se requiere conceptos importantes de la ingeniería industrial.

Adicional a eso en el Anexo A se encuentra una encuesta dirigida a los administrativos y operarios que hacen parte de los procesos de la planta. Con el fin de obtener información acerca

de que tanto conocimiento tienen los empleados de datos generales que deben saber y que por su actividad en la empresa nos pueden orientar para la recolección de información. La revisión documental también fue necesaria, en las visitas que se hicieron constantemente se tuvo la oportunidad de examinar datos históricos del área financiera e indicadores de producción.

6. Resultados de la Investigación

Se realizó un análisis de los datos históricos relacionados con piezas defectuosas que tenía el área de calidad y la programación de producción, donde se evidencia la deficiencia en la planeación y ejecución de tareas relacionadas en el funcionamiento de la empresa.

Tabla 3 Número de piezas defectuosas en el año 2017

PRODUCTOS PLASTICO ABS PROCESADOS AÑO 2017 POR LA EMPRESA ABS CROMOSOL LTDA.			
Concepto	Incidencias	Frecuencia	F. Acumulada
Fallos en la calidad (piezas)	102.468	29%	29%
Insatisfacción de clientes (piezas deformadas)	90.873	26%	55%
Retrasos de pedidos (piezas faltantes)	69.820	20%	75%
Mal programación de producción (pieza faltante producción del año)	27.683	8%	83%
Mal manejo de mantenimientos (piezas contaminadas)	21.783	6%	89%
Falta de controles respectivos	18.967	5%	95%
Falta de comunicación y supervisión (piezas defectuosas)	13.935	4%	99%
Alistamiento de productos	4.471	1%	100%
Total de incidencias	350.000		

Nota: Creación de los autores

Como se logra observar en la tabla 3 el 20% de fabricación de piezas en el año 2017 se enfocaron principalmente en la insatisfacción de los clientes ya que no se cumplen con los objetivos de producción, incumpliendo con las restricciones del cliente y los principales objetivos de la empresa.

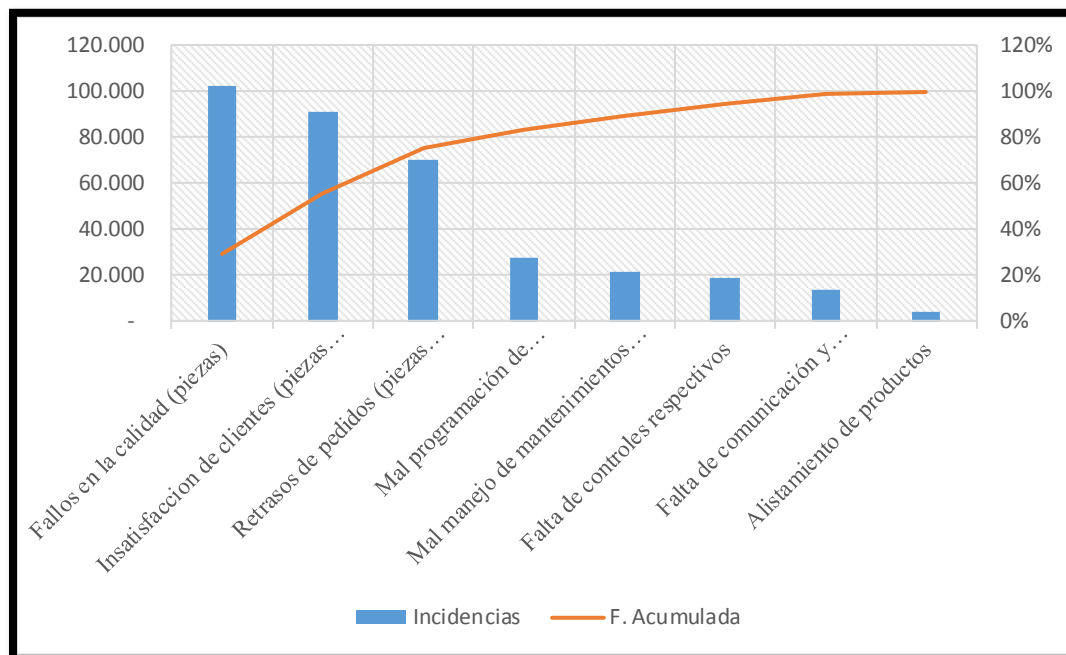


Figura 15 Gráfico número de piezas defectuosas en el año 2017
Nota: Creación de los autores

6.1 Diagnostico Lean Manufacturing

Como parte del diagnóstico se vio la necesidad de realizar una encuesta (ver anexo A) a los funcionarios que trabajan en la empresa ABS Cromosol, con el objetivo de establecer y analizar cómo se encuentra la compañía con relación a esta filosofía. Se evaluó con base a los principios de 5'S, Kaizen, SMED y distribución en planta.

Tabla 4 Diagnostico Lean Manufacturing a partir de la encuesta.

Criterio	Diagnostico % Promedio
Mejora continua Kaizen	33%
5´s	25%
SMED	17%
Distribucion en planta	30%

Nota: Creación de los autores

En la tabulación del cuestionario de Lean Manufacturing se logra evidenciar que la relación que tiene la filosofía con la empresa no logra superar ni el 50% de algún principio en criterio.

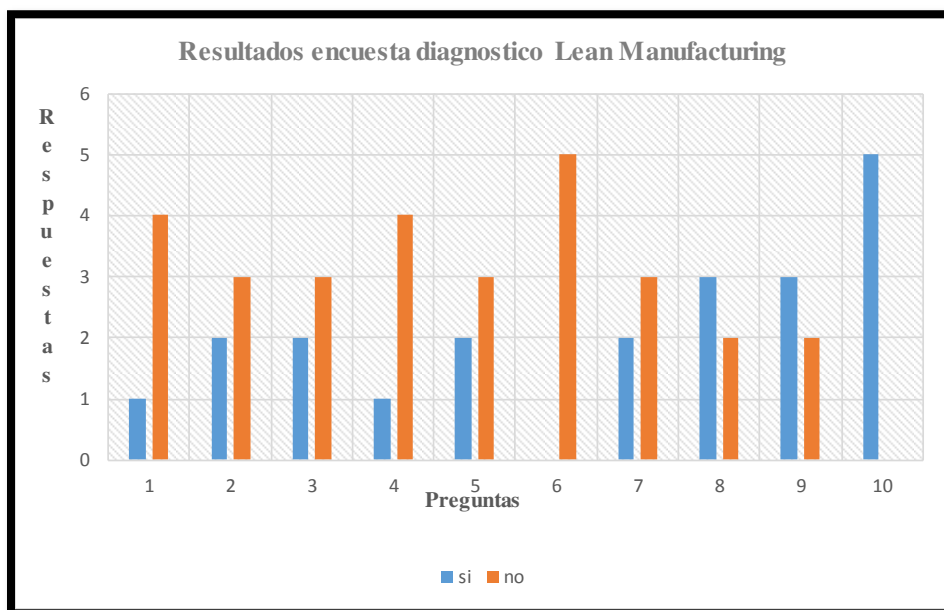


Figura 16 Estadística de resultados de encuesta realizada a los operarios

Nota: Creación de los autores

Además, teniendo en cuenta la recolección de datos y visitas que se hicieron a la empresa se realizó un análisis de auto-diagnos (a partir de varios criterios) complementando unas

cuestiones se logró determinar en qué grado se encuentra la empresa frente a los requisitos del Lean Manufacturing, este análisis de diagnóstico fue tomado de la Organización y Desarrollo Empresarial Grupo ODE.

Se valoraron los criterios de 0 a 4, siendo cuatro una práctica habitual y a medida descendente cero significa que no se practica de ninguna manera. A continuación, las diferentes cuestiones teniendo en cuenta todos los métodos a tratar.

Tabla 5 Diagnostico Lean Manufacturing

<i>Mejora Continua – Kaizen</i>	<i>Seleccionar nivel de la empresa</i>
<p>¿Existe un proceso formal para la captación de sugerencias y oportunidades de mejora en todos los niveles de la organización?</p> <p>¿Existe un sistema normalizado de reconocimiento?</p>	<p>0. 1. 2. 3. 4.</p>
<p>¿Los empleados han sido formados en los métodos de trabajo necesarios para desarrollar la Mejora Continua y se les ha involucrado en su desarrollo e implementación?</p>	<p>0. 1. 2. 3. 4.</p>
<p>¿Conocen los empleados las siete fuentes de desperdicio básicos (inventarios; transportes de material; defectos; esperas; sobreproducción; movimientos innecesarios; métodos inadecuados)? ¿Se implican activamente en su identificación, dentro de sus áreas de trabajo, y están autorizados a trabajar para su eliminación y/o minimización?</p>	<p>0. 1. 2. 3. 4.</p>

5 S's Organización del puesto de trabajo	Seleccionar nivel de la empresa
¿La planta está generalmente limpia de materiales innecesarios, elementos personales y las líneas están libres de obstrucciones?	0. 1. <u>2.</u> 3. 4.
¿Existe un lugar para cada cosa y una cosa para cada lugar? ¿Siempre que se necesita una herramienta, un utillaje, un contenedor de material, suministros de oficina, se encuentran fácilmente y están correctamente identificados? ¿Conocen los empleados como localizarlos?	0. <u>1.</u> 2. 3. 4.
¿Todos los empleados conocen y son sensibles con las buenas prácticas para el ahorro de costes? ¿Los operarios consideran la limpieza diaria como una parte de su trabajo?	0. 1. 2. <u>3.</u> 4.
SMED	Seleccionar nivel de la empresa
¿Se planifican con la suficiente antelación y precisión todos los cambios, de forma que todos los operarios están informados y conocen con precisión el momento en que se producirán?	0. 1. <u>2.</u> 3. 4.
¿De manera frecuente y habitual, el tiempo transcurrido entra la última pieza buena del trabajo anterior y la primera pieza buena del siguiente proceso, es menor de diez minutos?	0. <u>1.</u> 2. 3. 4.
¿Están identificados, conservados y almacenados, de manera ordenada y garantizando su correcto funcionamiento, todos los ítems necesarios para los cambios?	<u>0.</u> 1. 2. 3. 4.

<i>Distribución en Planta</i>	<i>Seleccionar nivel de la empresa</i>
¿Existen líneas en el suelo para distinguir las diferentes áreas de trabajo, las áreas de paso y las de manipulación? ¿Existen señales para distinguir las áreas de fabricación, de inventario y de material sobrante? ¿Se han evaluado, medido y reducido los recorridos del producto y componentes en la planta?	0. 1. 2. <u>3</u> . 4.
¿Los procesos y los equipos están mantenidos de manera que garanticen el flujo de trabajo sin interrupciones no deseadas?	0. 1. <u>2</u> . 3. 4.
¿Las capacidades de la instalación son acordes a las necesidades de operación? ¿Tienen la capacidad de modificar la velocidad para equilibrarse con el Takt Time? ¿La instalación está liberada de "atascadores"?	0. 1. 2. <u>3</u> . 4.
<i>Comunicación y cultura</i>	<i>Seleccionar nivel de la empresa</i>
¿Existe un proceso formal para que los empleados reciban feedback de los problemas encontrados en los procesos por sus clientes internos y/o externos?	0. <u>1</u> . 2. 3. 4.
¿Los empleados trabajan en equipos promovidos por la dirección, para orientarse a la consecución de los objetivos de desempeño, calidad y seguridad?	<u>0</u> . 1. 2. 3. 4.

¿Se comprueban periódicamente, mediante auditorías u otras herramientas, las hojas de operación estándar, comprobando la conservación de las mejoras realizadas?	0. 1. 2. 3. 4.
PUNTAJE TOTAL:	22 PUNTOS
PORCENTAJE:	36,66%

Nota: Adaptado de Diagnostico Lean, Grupo ODE – Organización y Desarrollo Empresarial.

Tabla 6 Resumen diagnostico Lean Manufacturing

	Valor maximo de encuesta	Puntaje de encuesta	% de encuesta
Kaizen Mejora Continua	12	4	33%
5S	12	6	↑ 50%
SMED	12	3	25%
Distribucion en planta	12	8	↑ 67%
Comunicación y cultura	12	1	8%
Total	60	22	37%

Nota: Creación de los autores

De la tabla 6 se puede destacar que tiene varios puntos de referencia a mejorar como lo son: Kaizen, SMED, Comunicación y cultura. La importancia de la implementación de las cinco metodologías para lograr que la empresa mejore en todos los aspectos es que se tiene que adoptar las filosofías al funcionamiento de la organización, en promedio indica que la empresa no practica de ninguna manera la filosofía L.M. reflejando así un 37% de eficiencia muy por debajo del objetivo principal, para ello es necesario contribuir y hacer los cambios necesarios para el mejoramiento productivo.

6.2 Análisis diagnóstico Lay-Out

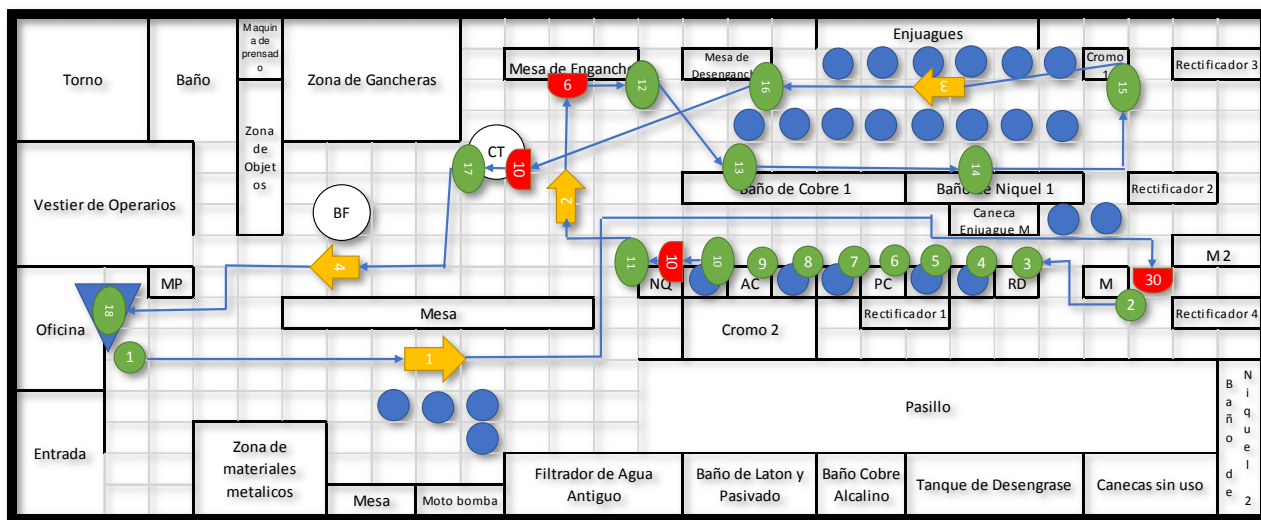
Para un buen diagnóstico se tuvieron en cuenta los objetivos y principios que usualmente se trabajan en una distribución en planta. Teniendo como referencia el libro de Richard Muther *Distribución en Planta* donde se basa en que los objetivos deben *ser la reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores*, se destaca la importancia que se debe tener para velar por la protección del operario, en las circunstancias actuales de la empresa ABS Cromosol parte como primordial objetivo, al tratar con cubetas químicas los empleados están en constante riesgo al evidenciar un mal cruce de cable de electricidad junto a el baño químico Mordentado y al rectificador del cobre ácido y níquel (Figura 23).

Entre otros de los objetivos que se tuvieron en cuenta recalcamos el de *Disminución y retrasos de la producción* hace énfasis en que “Cuando una fábrica puede ordenar las operaciones que requieren el mismo tiempo o múltiplos de el puede casi eliminar las ocasiones en que el material en proceso necesita detenerse” Muther (1970). La importancia en la planta actual es que al tener una mala distribución de sus procesos se generan demoras a la entrega del cliente, el cual se debe considerar factor fundamental para la empresa la eliminación de almacenamiento de producto en áreas que no son necesarias.

Con lo anterior ya se puede recalcar los principios que se tuvieron en cuenta para realizar el diagnóstico, el primero es *Principio de la mínima distancia recorrida* siempre será la mejor opción que permite que la distancia a recorrer de un material sea la más corta, en la planta se encontró con flujo de procesos que se cruzaban entre si generando distancias más largas y demoras entre ellas. Y por último de los otros principios que se tuvieron en cuenta mencionaremos el de *Principio del espacio cubico* básicamente consiste en la “Distribución es la

ordenación del espacio, esto es: la ordenación de los diversos espacios ocupados por los hombres, material, maquinaria, y los servicios auxiliares. Todos ellos tienen tres dimensiones; ninguno ocupa meramente el suelo” Muther (1970). Como se puede observar en la gráfica 12 se destacan con una equis roja los lugares de la planta que no agregan valor a la planta.

Se identifica que la empresa cumple solo con el 50% de la distribución en planta, es decir que se trabaja en espacios muy reducidos, con cruces de procesos, generando así accidentes laborales, trayectos extensos para ir de un área a otra lo que genera tiempos muertos o mudas en el flujo continuo de procesos, como se muestra en la siguiente figura de distribución de planta actual de la empresa.



Siglas	Descripción
●	Enjuagues
●●	Enjuagues en canecas cubas
M	Mordentado
CT	Centrifuga
BF	Bomba Filtro
RD	Reductor
PC	Paladio Catalizador
AC	Acelerado
NQ	Nniquel Quimico

Figura 17 Diagrama de recorrido actual de la planta ABS Cromosol

Nota: Creación de los autores

En la anterior figura ya mencionada se evidencia los retrocesos que existen en la planta, también las áreas que no están generando ningún uso productivo a la empresa actualmente y que como objetivo es plantear una correcta distribución en planta generando utilidad a esas áreas.

ANALISIS DE FLUJO DISTRIBUCION EN PLANTA ABS CROMOSOL LTDA													
METODO EXISTENTE X			METODO PROPUESTO				FECHA <u>23/03/2018</u> PAGINA <u>60</u>						
DESCRIPCION DE LA PARTE:			Linea Preelectrolitica										
DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN			Quimicos: Acido Clorhidrico, Acido Sulfurico, Acido Cromico, Paladio, Amoniaco, Complex										
RESUMEN		EXISTENTE		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANALISIS: POR QUE, QUE, DONDE, CUANDO, QUIEN, COMO			DIAGRAMA DE FLUJO		
		NUM.	HORA	NUM.	HORA	NUM.	HORA						
OPERACIONES		10	18 min										
TRANSPORTE													
INSPECCIONES		1	5 min										
DEMORAS		3	32 min										
ALMACENAMIENTOS								REALIZADO POR: Esteban Bermudez, Danna Diaz					
DISTANCIA RECORRIDA		PIES		PIES		PIES							
ETAPA	DETALLES DEL PROCESO	DESCRIPCION METODO	OPERACION	TRANSPORTE	INSPECCIONES	DEMORAS	ALMACENAMIENTO	DISTANCIA EN PIES	CANTIDAD	HORA-UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	Costo unidades/hora	
1	Premordentado	Se deja en agua caliente las piezas							1000	3000			
2	Mordentado	Se introduce a 70°C							500	2000	\$ 4,04	\$ 8.080,00	
3	Enjuague	Se enjuaga 3 veces agua limpia							500	2000			
4	Reductor	Se introduce en temperatura ambiente							500	2000	\$ 77,30	\$ 154.600,00	
5	Enjuague	Se enjuaga 3 veces agua limpia							500	2000			
6	Paladio	Se introduce en temperatura ambiente							500	1500	\$ 8,32	\$ 12.480,00	
7	Enjuague	Se enjuaga 3 veces agua limpia							500	1500			
8	Acelerado	Se introduce a 50°C							500	1500	\$ 2,270	\$ 3.405,00	
9	Enjuague	Se enjuaga 3 veces agua limpia							500	1500			
10	Niquel Quimico	Cubrimiento metal							500	1500	\$ 12,65	\$ 18.975,00	

Figura 18 Análisis de flujo Línea Preelectrolitica

Nota: Creación de los autores

ANÁLISIS DE FLUJO DISTRIBUCION EN PLANTA ABS CROMOSOL LTDA													
METODO EXISTENTE			X			METODO PROPUESTO			FECHA_23/03/2018 PAGINA_60				
DESCRIPCION DE LA PARTE:			Linea de Cromado										
DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN			Químicos: Cobre, Sulfato de Cobre, Acido Sulfurico, Sulfato de Niquel, Cloruro de Niquel, Acido Borico, Niquel										
RESUMEN			EXISTENTE		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANÁLISIS: POR QUE, QUE, DONDE, CUANDO, QUIEN, COMO			DIAGRAMA DE FLUJO	
			NUM.	HORA	NUM.	HORA	NUM.	HORA					
OPERACIONES			9	20 min									
TRANSPORTE			3	8 min									
INSPECCIONES			3	12 min									
DEMORAS			3	32 min									
ALMACENAMIENTOS			1	6 min									
DISTANCIA RECORRIDA			PIES		PIES		PIES		REALIZADO POR: Esteban Bermudez, Danna Diaz				
ETAPA	DETALLE S DEL PROCESO	DESCRIPCION METODO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIONES	DEMORAS	ALMACENAMIENTO	DISTANCIA EN PIES	CANTIDAD	HORA-UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	CALCULOS DE TIEMPO COSTO	
1	Enganche	Se colocan las piezas en ganchera	●	→	■	D	▽		320	960	\$ 16,44	\$ 15.782,40	
2	Cobre elec	Cobrizo las piezas	●	→	□	D	▽		320	960	\$ 26,11	\$ 25.068,48	
3	Enjuague	Ayuda a quitar residuos de cobre	●	→	□	D	▽		320	960			
4	Niquel	Se adhiere el niquel brillante sobre el cobre	●	→	□	D	▽		160	960	\$ 62,625	\$ 60.120,00	
5	Enjuague	Ayuda a quitar residuos de niquel	●	→	□	D	▽		160	960			
6	Cromo	Cromo brillante capa final	●	→	□	D	▽		40	640	\$ 2,344	\$ 1.500,16	
7	Enjuague	Ayuda a quitar residuos de cromo	●	→	□	D	▽		40	640			
8	Zona de desenganche	Se retiran las piezas de las gancheras	●	→	■	D	▽		40	640			
9	Centrifuga	Calientan las piezas a 50°C (Secado)	●	→	□	D	▽		320	640			
10	Calidad y empaque	Se empaca y sella las piezas terminadas	○	→	■	D	▽		320	640			

Figura 19 Análisis de flujo línea Cromado

Nota: Creación de los autores

6.3 Análisis diagnóstico principio Kaizen

En la visita se evidencia que parte de las fallas en producción se debe a que no existe una estrategia para cada día plan de trabajo por lo que genera que los operarios no tengan un objetivo claro y tiendan a generar las fallas, adicional a eso los operarios no conocen las mudas que el proceso debe generar así mismo los despilfarros que puede ocurrir en cualquier momento. Con la encuesta ya mencionada se realizaron tres preguntas enfocadas a Kaizen y se promediaron, cada criterio se mide sobre el 100%, como se muestra a continuación.

Tabla 7 Análisis diagnóstico Kaizen

Criterio	Diagnostico % Promedio
Retroalimentación de fallas en procesos	20%
Cumplimiento de objetivos promovido por la empresa	10%
Se tienen en cuenta las necesidades del cliente	20%
Claridad de las Mudras	0%

Nota: Creación de los autores

En la tabla 7 se evidencia que la empresa no cumple con el 80% en retroalimentación de fallas en procesos, en el incumplen los objetivos promovidos por la empresa un 90%, al realizar quejas, sugerencias y/o reclamos por parte de los clientes incumplen un 80% en no tenerlas en cuenta y por último los operarios no tienen idea de las diferentes mudras que se presentan.

6.4 Análisis diagnóstico principio 5's

6.4.1 Eliminar (Seiri). Este principio consiste en deshacer los objetos que obstruyen el flujo continuo del proceso, es decir los elementos que no son útiles en el área de trabajo que generan despilfarro y tiempos muertos y no hay eficiencia en el desarrollo del proceso, existe una mala manipulación por parte de los operarios que puedan afectar los productos que se están trabajando, otra situación importante a resaltar es la falta de espacio pudiendo generar un accidente al operario.

6.4.2 Ordenar (Seiton). Este principio consiste en identificar cuales objetos son los necesarios dentro del área de trabajo, determinando que cada elemento debe estar en un lugar específico para así facilitar la búsqueda y al terminar de utilizarlo devolverlo a la posición inicial sin dejarlo a la deriva, lo que trata de dar a entender este factor es generar un lugar adecuado para cada objeto teniendo en cuenta los criterios de seguridad industrial que se manejan dando un control de calidad y eficiencia en el proceso productivo.

6.4.3 Limpieza e Inspección (Seiso). Este principio consiste en hacer una retroalimentación preventiva diaria incentivando a la mejora continua, los métodos más usuales es mantener los objetos de área de trabajo en el estado para realizar dicha ejecución, además se deben mantener los equipos en excelentes condiciones, identificar con señalización las diferentes áreas del proceso teniendo en cuenta que la limpieza debe ser crucial en todo momento al tratarse con químicos nocivos para la salud.

6.4.4 Estandarizar (Seiketsu). Este principio consiste en mantener el flujo de proceso igual para un periodo a largo plazo y si es posible para la vida útil de la empresa, para lograr este principio se debe verificar y desarrollar los anteriores tres principios, de esta manera lograr un

estándar, es decir que el flujo de proceso se mantenga, generando así un alto porcentaje de eficiencia.

6.4.5 Disciplina (Shitsuke). Tiene como objetivo primordial hacer llegar el mensaje al operario de tal manera que se forje un hábito, permitiendo mantener un orden sobre las cosas y que lo aplique de manera correcta, a lo que llamamos una cultura de autodisciplina formando al operario a seguir las instrucciones correctas y generando sistemas de control visual o sistemáticos que analicen el control del proceso.

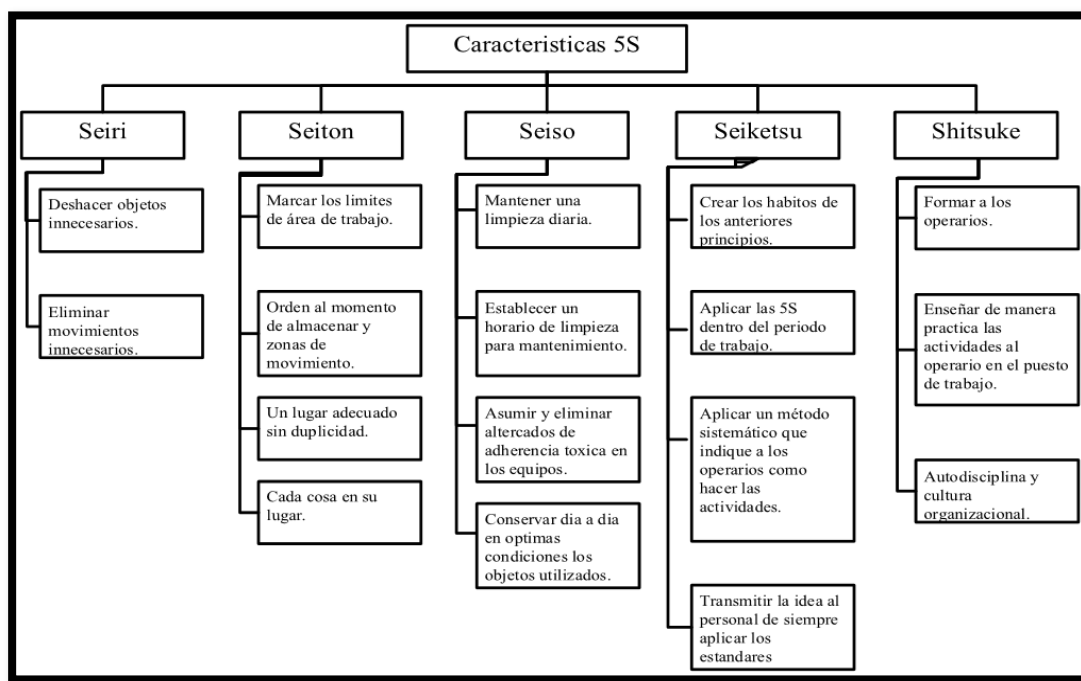


Figura 20 Resumen diagnostico 5S's Mapa conceptual

Nota: Creación de los autores

6.5 Análisis diagnostico SMED

En este principio se puede evidenciar que el nivel de diagnóstico se obtuvo frente a tres preguntas realizadas en la encuesta, que vendrían siendo los criterios, por ejemplo, en el último criterio se interpreta que los 5 operarios contestaron que al momento de pasar de pedido el tiempo de alistamiento si se demora más de 10 minutos. Por eso su nivel de diagnóstico en relación con este método es 0%, no cumple de ninguna manera.

Tabla 8 Resumen diagnostico 5S's

Criterio	Nivel Diagnostico
Se generan tiempos de cambios informados a cada puesto de trabajo	20%
Es posible suspender la productividad para realizar alistamiento de pedido de otro producto	30%
Al momento de pasar de pedido a producir se demora el cambio más de 10 minutos	0%

Nota: Creación de los autores

Adicional se pudo detectar a través de las constantes visitas las diferentes mudas como lo señala la siguiente figura.

MUDAS	DIAGNOSTICO DE MUDAS
Tiempos:	Al no tener un control sobre el tiempo que cada pieza es sometida a la transformación química esto genera tiempos muertos y más grave aun, las piezas pueden salir defectuosas. Tiempos en que se detiene el proceso por hacer alistamiento de otro lote.
Transporte:	Se observa tiempos muertos desde que el operario pasa de la estación de ganchara hasta donde empieza la línea de producción para su transformación.
Operaciones:	Los operarios no utilizan adecuadamente los elementos de protección personal debido a la falta de control que se debe tener para lograr máxima eficiencia.
Stocks:	Debido a la mala planificación de la producción se emplea espacio valioso al mantener materia prima que aun no será procesada.
Movimientos:	Los operarios realizan desplazamientos innecesarios al momento de cambiar de estación a otra generando tiempos muertos y retrasos en las entregas.
Defectos:	Las piezas terminadas salen manchadas, rayadas inclusive con oxidación prematura debido a malos procedimientos en anteriores procesos.
Almacenaje excesivo:	Productos terminados sin ser recogidos, al no pactar con el cliente fecha de entrega.

Figura 21 Diagnostico de Mudanças

Nota: Creación de los autores

6.6 Visita a la planta e inspección de los puestos de trabajo

En la visita a la planta se evidencia el desorden que hay en las estanterías y puestos de trabajo lo que disminuye la productividad. Los recipientes de insumos sucios y no tiene un orden específico, no hay demarcaciones en las distintas áreas de la planta, alto riesgo eléctrico por cables que obstaculizan el paso. Como se puede observar en el siguiente registro fotográfico

obtenido por los autores del proyecto.



Figura 22 Fotos visita planta

Nota: Creación de los autores

A través de la utilización del análisis VSM (Value Stream Mapping) se logra demostrar el proceso productivo esquemáticamente permitiendo identificar las actividades que aportan valor con respecto a las actividades que son consideradas como *mudas*, accediendo a esto priorizar la acción de mejora futura.

Tabla 9 Takt Time

Tack Time			
Jornada Laboral	10	Horas/Turno	
Tiempo Oscioso	1	Horas/Turno	
# de Turnos	1	Turnos	
Dias Habiles	24	Dias	
Demanda Mensual	198.000	Piezas	
Tiempo Disponible	Jornada Laboral - Tiempo Oscioso	9	Horas/Turno
Tiempo Disponible (1)	Tiempo Disponible * (60 min/hora)	540	Min/Turno
Tiempo Disponible Total	Tiempo Disponible(1) * 1 turno * 60 seg/min	32400	Seg/Día
Demanda Diaria	Demanda Mensual / Dias Habiles	8250	Piezas/Día
Entrega de pedido diario	Lote diario	6080	Piezas/Día
Tack Time/Unidad Normal	Tiempo Disponible Total/Demanda diaria	4	Seg/Pieza
Tack Time/Unidad Actual	Tiempo Disponible Total/Entrega de pedido diario	5,32894737	Seg/Pieza
Tack Time/Lote Normal	Tack time/unidad Normal*Demanda diaria	97200	Seg/Lote
Tack Time/Lote Actual	Tack time/unidad Actual*Demanda diaria	131891,447	Seg/Lote

Nota: Creación de los autores

Con la tabla anterior se analiza el tack time actual por lote de producción correspondiente a los 3 días entrega pedido al cliente y el tack time normal real que debe ser producir el lote en esos 3 días, debido a esto se concluye que la organización está perdiendo 34691,44 segundos/lote (578,19 min) producido, no es rentable ya que está perdiendo las ventas correspondientes además de los consumos y fallos como se menciona anteriormente. Es necesario aplicar las herramientas Lean Manufacturing para mejorar el tiempo y con esto darle un mejor cumplimiento al cliente.

Se elabora el VSM actual de la empresa, donde se logra determinar un lead time y un tiempo sin valor agregado que se determina en días.

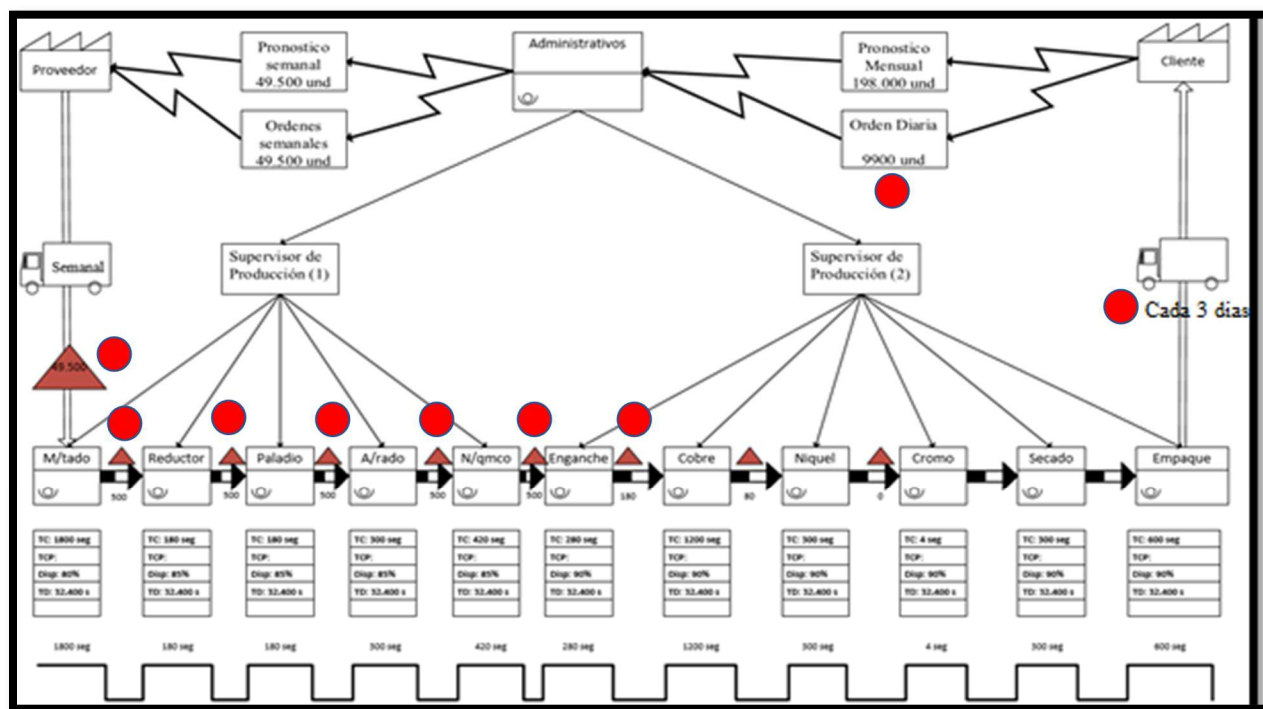


Figura 23 Value Stream Mapping actual

Nota Creación de los autores

Según la figura anterior se identifica la cadena de suministro con la perspectiva de reforzar o mejorar los puntos críticos y los cuellos de botella de interferencia dentro del proceso, además se establece el lead time desde que entra el producto hasta que está terminado y empacado, analizando que los mismos puntos tengan un mejoramiento progresivo en beneficio de un alto porcentaje de rentabilidad.

Tabla 10 Lead time y tiempo de trabajo

Factor	Tiempo
CW	5562 seg
Lead Time	3 días

Nota: Creación de los autores

El Lead Time actual como se puede observar en la tabla anterior es la suma de los procesos desde que entra hasta que se empaca. Hay una deficiencia en el tiempo de entrega de pedido ya que se generan muchos tiempos muertos y demasiadas mudas en el desarrollo del trabajo, el diagnóstico es mejorar el lead time y el tiempo de trabajo para así aumentar productividad y ser precisos con los pedidos del cliente.

Tabla 11 OEE piezas plásticas

OEE PIEZAS PLASTICAS				
Planificación	Tiempo Disponible	10	Horas	100%
	Velocidad Estandar	990	Piezas/Hora	
	Objetivo	9900	Piezas	
Disponibilidad	Horas Productivas	9	Horas	90%
	Capacidad de Produccion	8910	Piezas/Turno	
Rendimiento	Media de piezas (Demoras)	676	Piezas/Hora	68%
	Piezas Reales Fabricadas	6080	Piezas/Turno	
Calidad	Piezas Defectuosas	500	Piezas	92%
	Piezas Buenas Fabricadas	5580	Piezas	
OEE				56%

Nota: Creación de los autores

El OEE actual de la empresa ABS Cromosol Ltda. se ve reflejado en un 56% teniendo en cuenta las deficiencias anteriormente mencionadas.

7. Propuesta de ingeniería

7.1 Despliegue de la propuesta LAY-OUT

En la distribución actual en la planta se encuentran factores para desarrollar el planteamiento de mejoras en espacios, los factores identificados que afectan la distribución son los siguientes, Materiales, Maquinaria, Movimiento.

Estos factores se enlazan entre si ya que se busca que los *Materiales* que son necesario tenga el menor *Movimiento* posible para reducir tiempos muertos y que las *Maquinarias* según Richard Muther en su libro Distribución en Planta señala que “el espacio requerido por la maquinaria quede reducido en un 75 %.” Muther (1970)

Se busca llegar al objetivo natural de la empresa que es el servicio al cliente y despacho oportuno del producto terminado, con mejoras internas sobre la distribución de la misma, buscando menos movimientos de materia prima y de personal, minimizar los costos operativos que se encuentran dentro de la empresa.

Para lograr una propuesta adecuada se requiere de realizar un estudio de tiempos y movimientos analizando el sistema actual de producción de la empresa.

Se desarrollo como herramienta el análisis de flujo de las dos líneas que tiene la empresa actualmente como lo podemos observar en la figura 25 que representa la Línea Prelectrolítica y la figura 26 donde se ilustra la Línea Cromado.

ANÁLISIS DE FLUJO DISTRIBUCION EN PLANTA ABS CROMOSOL LTDA PROPUESTO													
METODO EXISTENTE			METODO PROPUESTO X				FECHA_04/04/2018_PAGINA_60						
DESCRIPCION DE LA PARTE:			Linea Preelectrolitica										
DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN			Quimicos: Acido Clorhidrico, Acido Sulfurico, Acido Cromico, Cloruro de Estaño, Nitrato de Plata, Sulfato de cobre, Soda Caustica, Cremor Tartaro.										
RESUMEN			EXISTENTE		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANALISIS: POR QUE, QUE, DONDE, CUANDO, QUIEN, COMO			DIAGRAMA DE FLUJO	
			NUM.	HORA	NUM.	HORA	NUM.	HORA					
OPERACIONES			10	18 min	9	17 min	1	1 min					
TRANSPORTE													
INSPECCIONES			1	5 min	1	5 min	0	0					
DEMORAS			3	32 min	2	27 min	1	5 min					
ALMACENAMIENTOS									REALIZADO POR: Esteban Bermudez, Danna Diaz				
DISTANCIA RECORRIDA			PIES		PIES		PIES						
ETAPA	DETALLES DEL PROCESO	DESCRIPCION METODO	OPERACION	TRANSPORTE	INSPECCIONES	DEMORAS	ALMACENAMIENTO	DISTANCIA EN PIES	CANTIDAD	HORA-UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	Costo unidades/hora	
1	Premordentado	Se deja en agua caliente las piezas							1000	3000			
2	Mordentado	Se introduce a 70°C							500	3000	\$ 4,04	\$ 12.120,00	
3	Enjuague	Se enjuaga 3 veces agua limpia							500	3000			
4	Cloruro de estaño	Se introduce en temperatura ambiente							500	3000	\$ 0,49	\$ 1.470,00	
5	Enjuague	Se enjuaga 3 veces agua limpia							500	3000			
6	Nitrato de plata	Se introduce en temperatura ambiente							500	3000	\$ 10,92	\$ 32.766,00	
7	Enjuague	Se enjuaga 3 veces agua limpia							500	3000			
8	Cobre quimico	Se introduce a 50°C							500	2500	\$ 3,117	\$ 7.792,50	
9	Enjuague	Se enjuaga 3 veces agua limpia							500	2500			

Figura 24 Análisis de flujo propuesto Línea Preelectrolitica

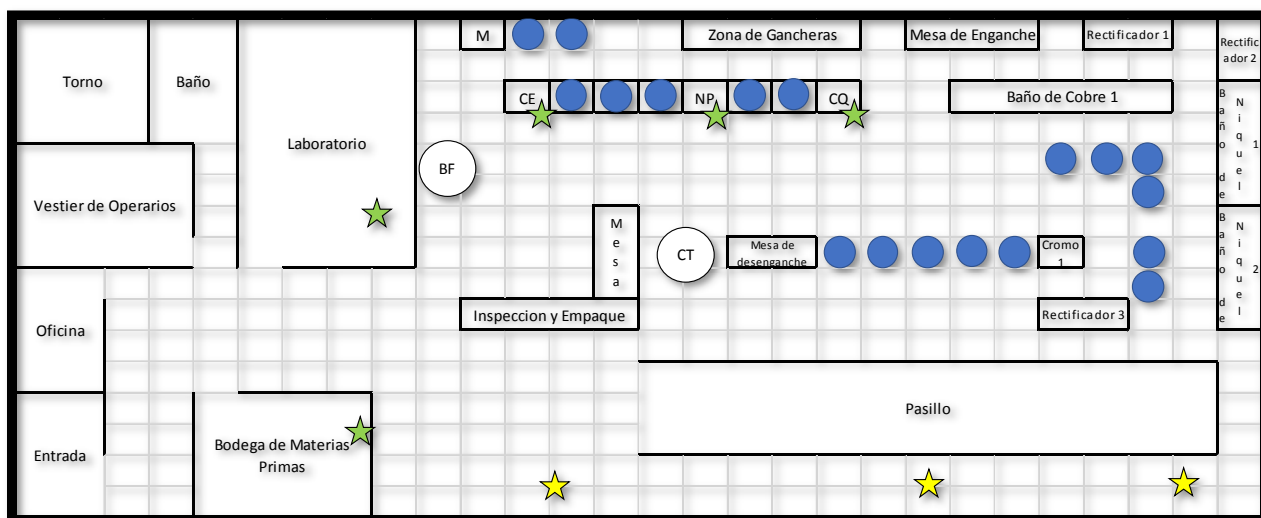
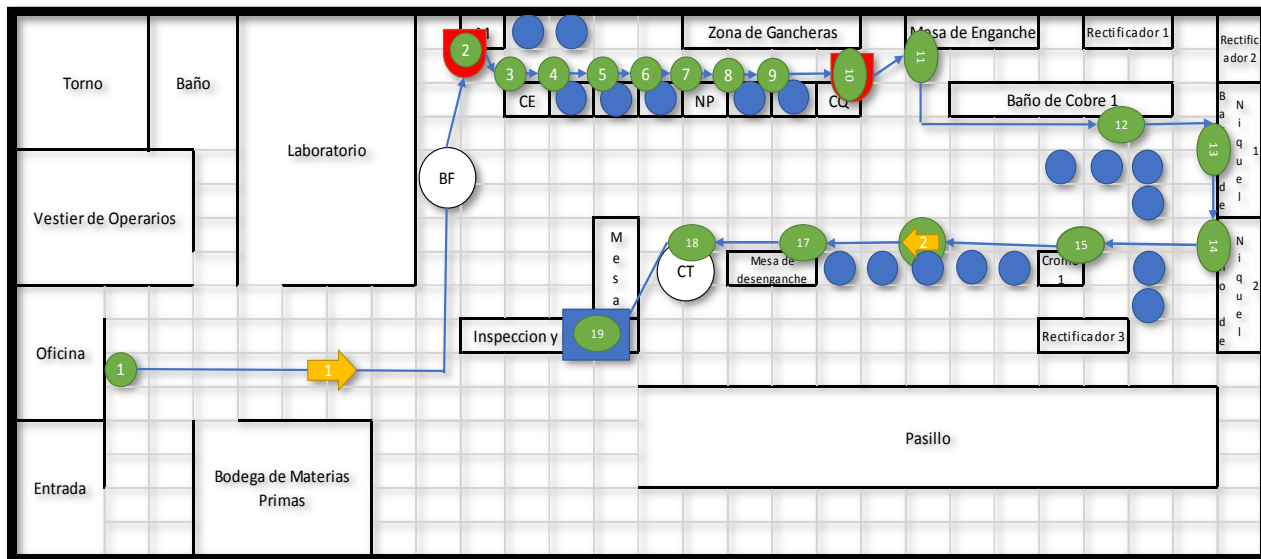
Nota: Creación de los autores

ANÁLISIS DE FLUJO DISTRIBUCION EN PLANTA ABS CROMOSOL LTDA PROPUESTO													
METODO EXISTENTE			METODO PROPUESTO X				FECHA_04/04/2018 PAGINA_60						
DESCRIPCION DE LA PARTE:			Linea de Cromado										
DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN			Químicos: Cobre, Sulfato de Cobre, Acido Sulfurico, Sulfato de Niquel, Cloruro de Niquel, Acido Borico, Niquel										
RESUMEN			EXISTENTE		PROPUESTO		DIFERENCIA		ANALISIS: POR QUE, QUE, DONDE, CUANDO, QUIEN, COMO			DIAGRAMA DE FLUJO	
			NUM.	HORA	NUM.	HORA	NUM.	HORA					
OPERACIONES			9	20 min	9	20 min	0	0					
TRANSPORTE			3	8 min	3	8 min	0	0					
INSPECCIONES			3	12 min	2	8 min	1	4 min					
DEMORAS			3	32 min	2	12 min	1	20 min					
ALMACENAMIENTOS			1	6 min	1	6 min	0	0					
DISTANCIA RECORRIDA			PIES		PIES		PIES		REALIZADO POR: Esteban Bermudez, Danna Diaz				
ETAPA	DETALLE S DEL PROCESO	DESCRIPCION METODO	OPERACION	TRANSPORTE	INSPECCIONES	DEMORAS	ALMACENAMIENTO	DISTANCIA EN PIES	CANTIDAD	HORA-UNIDADES	COSTO POR UNIDAD	CALCULOS DE TIEMPO COSTO	
1	Enganche	Se colocan las piezas en ganchera	●	→	■	D	▽		320	1280	\$ 16,44	\$	21.043,20
2	Cobre elec	Cobrizo las piezas	●	→	□	D	▽		320	1280	\$ 26,11	\$	33.424,64
3	Enjuague	Ayuda a quitar residuos de cobre	●	→	□	D	▽		320	1280			
4	Niquel	Se adhiere el niquel brillante sobre el cobre	●	→	□	D	▽		160	1280	\$ 62,625	\$	80.160,00
5	Enjuague	Ayuda a quitar residuos de niquel	●	→	□	D	▽		160	1280			
6	Cromo	Cromo brillante capa final	●	→	□	D	▽		40	960	\$ 2,344	\$	2.250,24
7	Enjuague	Ayuda a quitar residuos de cromo	●	→	□	D	▽		40	960			
8	Zona de desenganche	Se retiran las piezas de las gancheras	●	→	□	D	▽		40	960			
9	Centrifuga	Calientan las piezas a 50°C (Secado)	●	→	□	D	▽		320	960			
10	Calidad y empaque	Se empaca y sella las piezas terminadas	○	→	■	D	▽		320	960			

Figura 25 Análisis de flujo propuesto Cromado

Nota: Creación de los autores

Como propuesta se plantea la siguiente distribución en planta con el objetivo de disminuir el lead time de la empresa, adicional a eso se plantea en que parte de la planta se ubicaría el laboratorio cuya función principal es disminuir los tiempos de espera de análisis de los baños químicos.



Siglas	Descripcion
	Enjuague
	Enjuague en cuba
M	Mordentado
CE	Cloruro de Estaño
NP	Nitrato de Plata
CQ	Cobre Quimico
BF	Bomba Filtro
CT	Centrifuga
	Mejora Continua
	Espacios libres

Figura 26 Propuesta distribución en planta

Nota: Creación de los autores

Como se puede apreciar en la figura anterior se resaltan las zonas que quedarían como espacios libres (estrellas amarillas), adicional se aprecia en la gráfica las zonas con las mejoras continuas (estrellas verdes).

7.1.1 Propuesta de implementación laboratorio químico. Al analizar detalladamente los beneficios que podría tener la empresa se plantea la implementación de un laboratorio químico, como anteriormente se menciona, el objetivo de este es disminuir el tiempo de espera del análisis que se realiza de cada uno de los baños químicos, la necesidad se evidencia puesto que en la actualidad la producción se ve afectada al tener que esperar los resultados de estos mismos, ya que el proveedor que maneja ese análisis tarda aproximadamente cuatro días en dar los resultados, esto genera que el jefe de producción tome la decisión de hacer el diagnóstico *Prueba y Error* que consiste en ir adicionando por cantidades pequeñas los químicos necesarios para que el baño quede en óptimas condiciones y no afecte las piezas en producción. Esta incidencia además de generar desperdicios de materia prima no garantiza que el baño sea el adecuado para la producción y como resultado se obtienen piezas defectuosas lo que genera el sobre proceso o pérdida total de la misma.

En la siguiente tabla se resume la pérdida de producción por piezas en un mes de trabajo en la planta y cuáles son los factores que afectan notoriamente.

Tabla 12 Perdida de producción mensual por piezas.

Descripcion	Mensual
	Perdida de produccion (piezas)
Espera de analisis de 3 a 4 dias	26.000
Control de consumos diario	2.000
Estandarizacion de los baños	960
Prueba y error	640
Total	29.600

Nota: Creación de los autores

Se tuvieron en cuenta los costos que se generan actualmente sin la propuesta del laboratorio, por lo cual en la siguiente tabla se expresa por las diferentes líneas de baño los costos por consumo y por unidad en peso y cuál es el consumo total de cada línea.

Tabla 13 Costo de desperdicio sin propuesta de laboratorio

COSTO TOTAL DE DESPERDICIOS EN MATERIA PRIMA (SIN LA PROPUESTA DEL LABORATORIO)					
Baños Línea Prelectolítica	Componentes quimicos	UP	Consumo/(14.800 dm²)	Costo/U de peso	Costo/Consumo
Mordentado	Acido Cromico	Kg	3,1714328	\$ 15.000	\$ 47.571,49
	Acido Sulfurico	Kg	4,2285672	\$ 2.900	\$ 12.262,84
Reductor	Acido Clorhidrico Industrial	Kg	2,242422	\$ 2.900	\$ 6.503,02
	NTC 38	Lt	2,114285672	\$ 538.000	\$ 1.137.485,69
Paladio	Acido Clorhidrico Reactivo	Kg	2,114328	\$ 16.000	\$ 33.829,25
	Estabilizador de Caloide	Lt	0,052857164	\$ 250.000	\$ 13.214,29
	Paladio Catralizador	Lt	0,042285672	\$ 1.800.000	\$ 76.114,21
Acelerado	Complex 69	Kg	1,494948	\$ 22.500	\$ 33.636,33
Niquel Quimico	Amoni C60	Lt	4,2285672	\$ 25.000	\$ 105.714,18
	Amoni C61	Lt	2,114285672	\$ 32.000	\$ 67.657,14
	Amoniaco	Lt	2,114285672	\$ 6.579	\$ 13.909,89
Total Consumo					\$ 1.547.898

Baños Línea Electrolítica	Componentes químicos	UP	Consumo/(14.800 dm ²)	Costo/U de peso	Costo/Consumo
Cobre Acido	Cobre Puro Briqueta	Kg	14,8	\$ 17.000	\$ 251.600,0
	Sulfato de Cobre	Kg	9,25	\$ 14.000	\$ 129.500,0
	Acido Sulfurico	Kg	1,85	\$ 2.900	\$ 5.365,0

Niquel Metal	Niquel Metal	Kg	14,8	\$ 47.000	\$ 695.600
	Sulfato de Niquel	Kg	9,25	\$ 12.000	\$ 111.000
	Cloruro de Niquel	Kg	4,625	\$ 22.000	\$ 101.750
	Acido Borico	Kg	1,85	\$ 4.000	\$ 7.400
	Antiporo	Kg	1,85	\$ 6.000	\$ 11.100

Cromo	Acido Cromico	Kg	2,3125	\$ 15.000	\$ 34.688
				Total Consumo	\$ 1.348.003

Insumos para desplaque	Consumo/(14.800 dm ²)	UP	Costo/U de peso	Costo/Consumo	
Acido Ferrico	22,2	Kg	\$ 9.800	\$ 217.560	
Acido Nitrico	118,4	Kg	\$ 17.500	\$ 2.072.000	
				Total Consumo	\$ 2.289.560

Nota: Creación de los autores

Para la línea Preelectrolítica el consumo total en precio por materia prima es de \$1.547.898 y en la línea electrolítica el consumo total es de \$1.348.003, también se tuvieron en cuenta los insumos para desplaque que el total de estos es de \$2.289.560. De manera que sin la propuesta del laboratorio mensualmente la empresa gasta \$5.185.461 para su producción en materia prima.

Como factor importante para el análisis de la implementación de laboratorio se considera necesario los costos que se tienen por servicios públicos en la planta, en este caso los servicios de la luz y el agua que son los que contribuyen para la producción, en la próxima tabla se describen los consumos desperdiciado que se generan por unidad de los dos servicios.

Tabla 14 Costos de desperdicio de energía

Costo desperdicio de Energia	
Descripcion	Energia
Consumo Kw/mes	1620
Consumo Kw/dia	67,5
Consumo Kw/ 1 dm²	0,011101974
Costo Kw	\$ 454,75
# de piezas defectuosas	29600
Cantidad de dm² (piezas defec)	14800
Consumo total Kw/dm²	164,3
Costo total de desperdicio	\$ 74.719,62

Costo desperdicio en Acueducto	
Descripcion	Agua
Costo Consumo m³/mes	\$ 465.934
Costo Consumo m³/dia	\$ 19.414
Costo Consumo m³/ 1 dm²	\$ 3,19
# de piezas defectuosas	29600
Cantidad de dm² (piezas defec)	14800
Costo total de desperdicio	\$ 47.257,76

Nota: Creación de los autores

En efecto la perdida que se genera al año teniendo en cuenta el total de los costos anteriormente mencionados se demuestran en la siguiente tabla.

Tabla 15 Costos total de desperdicio mensual y anualmente

Costo total de desperdicio	
Cantidad (piezas)	29.600
dm²	14.800
Costo total MP	\$ 2.895.901
Costo total MO	\$ 2.400.000
Costo total insumos	\$ 2.289.560
Costo total Energía	\$ 74.720
Costo total Agua	\$ 47.258
Costo total de perdida/mes	\$ 7.707.438
Costo total de perdida/anual	\$ 92.489.259

Nota: Creación de los autores

Así se evidenciando todos los gastos que la empresa tiene que asumir al año por desperdicios, se plantea a continuación los costos totales de inversión en el laboratorio.

Tabla 16 Costos de inversión de laboratorio químico

Cuarto de laboratorio	
Descripcion	Medida
Altura (m)	2,1
Base (m)	13,72
Superficie (m ²)	28,812
Ladrillos huecos/m ²	16
Cantidad de cemento(50Kg)/m ²	3
Cantidad de arena(m ³)/m ²	0,5
Cantidad total de ladrillos	461
Cantidad total de cemento	86,436
Cantidad total de arena	14,406

Cuarto de laboratorio			
Descripcion	Cantidad	Costo/Unidad	Costo total
Cantidad de ladrillos huecos	461	\$ 950	\$ 437.950
Bultos de cemento (50Kg)	90	\$ 19.800	\$ 1.782.000
Arena (m ³)	15	\$ 4.050	\$ 60.750
Puerta	1	\$ 250.000	\$ 250.000
Mano de obra (trabajadores)	2		\$ 1.220.000
Enchape (Baldosas) (60x60)	240	\$ 12.000	\$ 345.744
Total			\$ 4.096.444

Elementos de laboratorio			
Cristaleria y plastico			
Descripcion	Cantidad	Costo/Unidad	Costo total
Probeta de 500 ml	2	\$ 50.000	\$ 100.000
Frasco de lavado 250 ml	2	\$ 8.000	\$ 16.000
Pipetas graduadas de 5 ml	2	\$ 7.000	\$ 14.000
Pipetas graduadas de 10 ml	2	\$ 9.000	\$ 18.000
Vasos graduados de 500 ml	1	\$ 15.000	\$ 15.000
Vasos graduados de 1000 ml	1	\$ 30.000	\$ 30.000
Erlenmeyer de 1000 ml	2	\$ 40.000	\$ 80.000
Frascos de 10x10 cm	50	\$ 333	\$ 16.667
Placas de petri	10	\$ 3.000	\$ 30.000
Total			\$ 319.667

Instrumental			
Descripcion	Cantidad	Costo/Unidad	Costo total
Tijeras pequeñas	2	\$ 5.000	\$ 10.000
Pinzas cortas	3	\$ 6.000	\$ 18.000
Pinzas largas	3	\$ 7.000	\$ 21.000
Total			\$ 49.000

Equipo de optica			
Descripcion	Cantidad	Costo/Unidad	Costo total
Estereoscopio	1	\$ 1.199.000	\$ 1.199.000
Total			\$ 1.199.000

Materiales y equipos para composiciones quimicas			
Descripcion	Cantidad	Costo/Unidad	Costo total
Mini rectificador	2	\$ 54.000	\$ 108.000
Recipiente plastico	2	\$ 5.000	\$ 10.000
Bolsas de cubrimiento	4	\$ 3.000	\$ 12.000
Niquel (Kg)	0,2	\$ 47.000	\$ 9.400
Cobre (kg)	0,5	\$ 17.000	\$ 8.500
Total			\$ 147.900

Reactivos			
Descripcion	Cantidad	Costo/Unidad	Costo total
Acido Clorhidrico(Kg)	25	\$ 16.000	\$ 400.000
Acido Sulfurico(Kg)	25	\$ 2.900	\$ 72.500
Sulfato de Cobre(Kg)	25	\$ 14.000	\$ 350.000
Sulfato de Niquel(Kg)	25	\$ 12.000	\$ 300.000
Cloruro de Niquel(Kg)	25	\$ 22.000	\$ 550.000
Muestras alcalinas	10	\$ -	\$ -
Muestras prelectolíticas	10	\$ -	\$ -
Carbon activado(Kg)	5	\$ 9.000	\$ 45.000
Soda caustica(Kg)	5	\$ 5.000	\$ 25.000
Otros derivados			\$ 100.000
Total			\$ 1.842.500

Gastos personal del laboratorio anual		
Descripcion	Salario mes	Costo total
Tecnologo de laboratorio	\$ 1.800.000	\$ 21.600.000
Asistente tecnico de planta	\$ 1.000.000	\$ 12.000.000
Total	\$ 2.800.000	\$ 33.600.000

Gastos parafiscales anual			
Descripcion	Porcentaje	Costo mensual	Costo total
Cesantias	9,27%	\$ 259.672	\$ 3.116.064
Int. Cesantias	1%	\$ 28.000	\$ 336.000
Prima	9,27%	\$ 259.672	\$ 3.116.064
Vacaciones	4,17%	\$ 116.760	\$ 1.401.120
Salud	12,50%	\$ 350.000	\$ 4.200.000
ARL	1,04%	\$ 29.232	\$ 350.784
Caja	9%	\$ 252.000	\$ 3.024.000
Total			\$ 15.544.032
Costo total de inversion			\$ 56.819.543

Nota: Creación de los autores

Se analizaron todos los elementos que conforman globalmente el laboratorio desde su ubicación en planta, los materiales para su construcción en cantidades y costos, los elementos de cristalería y plástico, la composición química y sus reactivos y los gastos del personal del laboratorio, la inversión total de todo esto se recupera en un año.

Se hace un comparativo de la situación actual de la empresa sin el laboratorio en contraste con la implementación donde se evidencia notoriamente el estado de mejora que se tendría con esta implementación el porcentaje aumentaría un 99% en cada factor que actualmente afecta, como lo demuestra la siguiente tabla.

Tabla 17 Relación sin el laboratorio Vs implementación de la propuesta del laboratorio

Descripción	Total de piezas			
	Sin propuesta	Implementando la propuesta	Porcentaje	Estado
Espera de analisis de 3 a 4 días	26.000	50	↑ 99%	Mejora
Control de consumos diario	2.000	20	↑ 99%	Mejora
Estandarizacion de los baños	960	50	↑ 99%	Mejora
Prueba y error	640	30	↑ 99%	Mejora
Total	29.600	150		
Costo total de desperdicio	\$ 92.489.259	468.696		

Nota: Creación de los autores

Por el momento la utilidad neta que se presenta en la empresa es de \$153.302.741 al año, expresado a continuación.

Tabla 18 Estado de utilidad sin la propuesta

Estado de Utilidades sin la implementación de propuesta		
Ventas Unidades anual	Valor anual	Valor total
1.751.040	\$ 262.656.000	262.656.000
Utilidad Bruta		\$ 262.656.000
Gastos indirectos	\$ 92.489.259	
Total	\$ 92.489.259	\$ 92.489.259
Gastos Administrativos:		
Luz	\$ 10.140.000	
Agua	\$ 5.580.000	
Telefono e internet	\$ 1.044.000	
Papelería	\$ 100.000	
Total	\$ 16.864.000	\$ 16.864.000
Total Gastos		\$ 109.353.259
Utilidad Neta		\$ 153.302.741

Nota: Creación de los autores

En relación con lo anterior se tuvieron en cuenta las ventas por unidades generadas en el año sobre el total de los gastos, se trata del estado de resultados de la empresa en el periodo de un año.

También se analizó el estado de utilidades con la implementación del laboratorio donde se evidencia el aumento en la utilidad neta si este se lleva a cabo. Se ve claramente una eficiencia significativa ya que aumentaría el flujo continuo del proceso obteniendo menos costos de desperdicio en el año.

Esto indica que la producción ya no se vería afectada por el tiempo que se tenía que esperar por el análisis de laboratorio sino por el contrario se reduce esos tiempos sin detener la producción, además en materias primas tampoco se tendrán más desperdicios porque el jefe de producción ya tendrá un control exacto de la cantidad que le tiene que hacer a cada baño químico a diario para logrando a su vez disminuir las piezas defectuosas y aumentando la utilidad neta en el año.

Tabla 19 Estado de utilidad con la implementación de la propuesta

Estado de Utilidades con la implementación de propuesta		
Ventas Unidades anual	Valor anual	Valor total
1.751.040	\$ 262.656.000	262.656.000
Costo:		
Cristaleria y plastico	\$ 319.667	
Reactivos	\$ 1.842.500	
Materiales y equipos para composiciones quimicas	\$ 147.900	
Cuarto de laboratorio	\$ 4.096.444	
Equipo de optica	\$ 1.220.000	
Instrumental	\$ 49.000	
Gastos personal del laboratorio anual	\$ 33.600.000	
Gastos parafiscales anual	\$ 15.544.032	
Total	\$ 56.819.543	\$ 56.819.543
Utilidad Bruta		\$ 205.836.458
Gastos indirectos	\$ 468.696	
Total	\$ 468.696	\$ 468.696
Gastos Administrativos:		
Luz	\$ 10.140.000	
Agua	\$ 5.580.000	
Telefono e internet	\$ 1.044.000	
Papeleria	\$ 100.000	
Total	\$ 16.864.000	\$ 16.864.000
Total Gastos		\$ 17.332.696
Utilidad Neta		\$ 188.503.762

Nota: Creación de los autores

7.2 Despliegue de la estrategia Kaizen – Mejora continua

La mejora continua se debe tener como estrategia en todas las empresas en general logrando su cumplimiento total para que se vea una mejoría a corto tiempo con pequeños cambios, anteriormente la empresa fue objeto de investigación de un proyecto de grado realizado por Sebastián Jerez donde se enfocó en realizar la mejora continua aplicando el programa de la “*semanas Kaizen*”, Jerez (2017) la metodología fue desarrollada en el transcurso de ocho semanas la evolución que se obtuvo en planta fue notoria pero al transcurso del tiempo la empresa no siguió con esta metodología por cambios administrativos que se realizaron internamente.

Es por ello que a partir de donde Sebastián Jerez realizó sus últimas intervenciones para dar cumplimiento a esta metodología se pretende continuar para que nuevamente la empresa tenga cambios positivos en su planta de producción.

7.2.1 Actividades desarrolladas referentes a la mejora continua. Como propuesta inicial la idea de realizar una reunión diaria de 5 a 10 minutos con todo el personal que influye en producción es para hacer una retroalimentación al equipo de trabajo sobre los procesos que se realizan a diario en la planta, aclarando dudas de algún procedimiento en especial con las distintas referencias de producción que se pueden encontrar o corrigiendo errores, lo que genera una mejora continua y constante.

Para hacer seguimiento de estas reuniones diarias se plantea el siguiente formato de acta de reunión.

Tabla 20 Acta de reunión

ABS CROMOSOL LTDA		ACTA DE REUNION		
		FECHA		
ACTA #:		HORA	INICIO:	FINAL:
		LUGAR		
PARTICIPANTES				
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
TEMAS TRATADOS				
1.				
2.				
3.				
COMPROMISOS		FECHA DE CUMPLIMIENTO	RESPONSABLE	
1.				
2.				
3.				

Nota: Creación de los autores

Con esta reunión diaria se pretende captar las sugerencias e ideas de mejora que tengan los operarios, ya que ellos son parte fundamental de la empresa, también como temas a tratar es importante que todos los integrantes de planta tengan conocimiento de las 7 mudas que se presentan en los diferentes procesos. Además, como parte de mejora continua se generan las *lecciones aprendidas*, que es el proceso de almacenar los resultados, datos históricos al aplicar el proyecto, el propósito es aprender de los errores, corregirlos y prevenirlos.

“El uso de las lecciones aprendidas es de gran importancia para quienes comienzan en la práctica de la dirección de proyectos, ya que ponen a su alcance experiencias y tratan de transferir el conocimiento adquirido en distintas situaciones” (Luis E. Salgado, 2012)

7.2.2 Estrategia implementación Target Sheet. Con la implementación de esta hoja de objetivos se pretende que la empresa muestre un cambio significativo en corto tiempo con pequeñas modificaciones, como los tiempos muertos y mudas para así lograr el objetivo diario, a partir de esto se tomaron los tiempos actuales que tenía la empresa como el lead time y si cumple con el tiempo de la jornada laboral, además, distancias que no cumplen con el recorrido del proceso generando interrupciones y generando las mudas.

Tabla 21 Target Sheet resultados de la primera semana

Descripcion	Inicio	Objetivo	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Distancia recorrida por las piezas (metros)	41,5	11,95	-	-			38,7
Lead Time (horas/trabajo)	40	16	-	-	-		
Tiempo (horas)	7,5	8	-	-	8	8	8
Volumenes (piezas/dia) - miles	6,08	8	-	-	-	6,3	6,5
Equipo (# de operarios)	3,5	4	-	-	3	3	3
WIP (piezas - miles)	1,92	0,5	-	-	-	1,7	1,5
Productividad (piezas/personas/dias)	1,74	2,00					

Nota: Adaptado de Alberto Galeano (2004)

Para el desarrollo de esta hoja de objetivos se utilizarán los 5 días de la semana. En principio se realizó una inspección de que materiales o elementos necesarios en las áreas de trabajo. En el segundo día se ejecutó las respectivas modificaciones de aquellos elementos no utilizables, el tercer día se empezó aplicando los controles hechos anteriormente, el cuarto día se empieza la jornada laboral normal con las nuevas formas de trabajo para identificar si disminuye significativamente los tiempos. El día quinto se aplica de forma continua el trabajo realizado en el día cuatro, pero con cambios aplicados al sistema Kaizen obteniendo en la siguiente semana

un estándar de productividad mayor que a medida que van pasando las semanas se debe ir aumentando el indicador hasta llegar al objetivo deseado.

Se elabora VSM propuesto para la empresa ABS Cromosol Ltda y resaltar la mejora continua:

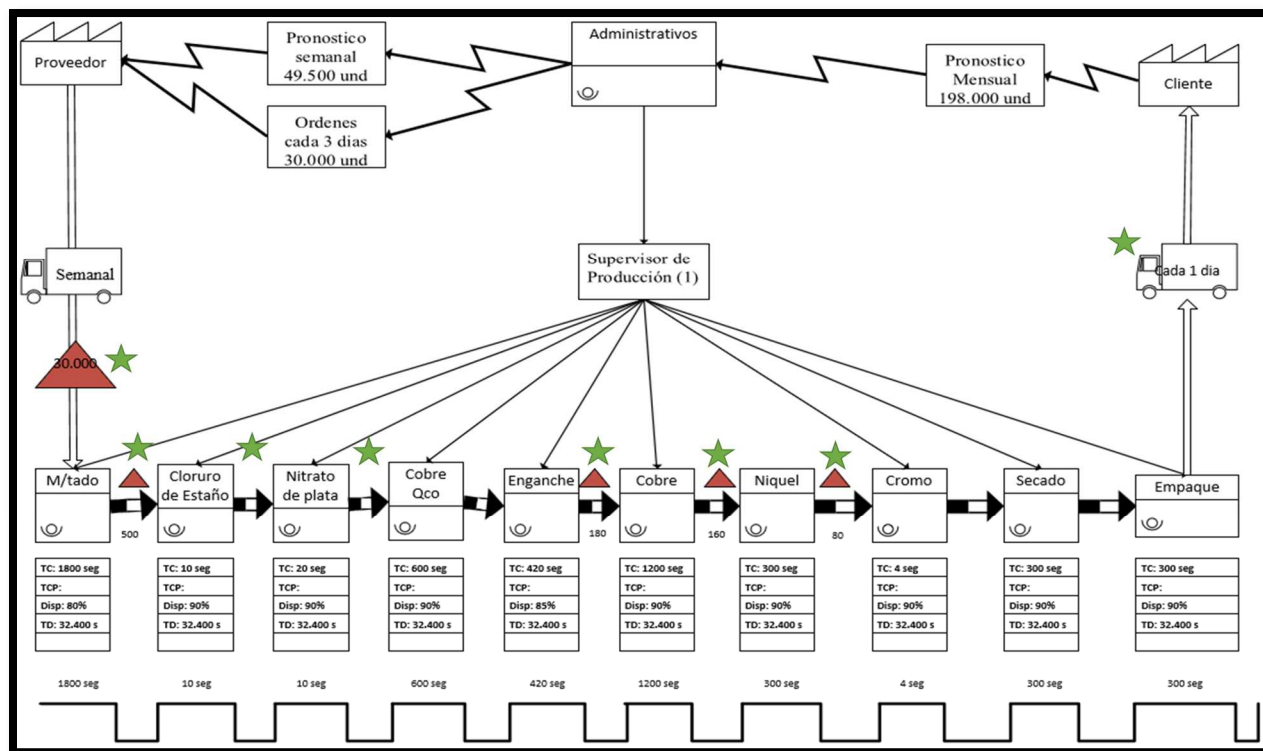


Figura 27 VSM propuesto

Nota: Creación de los autores

Tabla 22 Lead time y tiempo de trabajo

Factor	Tiempo
CW	4944 seg
Lead Time	1 dia

Nota: Creación de los autores

Se analiza la tabla anterior y se muestra que hay un mejoramiento en la parte del tiempo del proceso disminuyendo casi 600 segundos el flujo de proceso, eliminando las mudas e implementando los elementos Kaizen, se determinó con la gerencia que lo más efectivo era 1 día con mayor efectividad de cumplimiento al cliente, con esto cumpliendo el objetivo propuesto.

7.3 Despliegue de la estrategia 5 S's

Dentro del plan diseñado para la implementación de la metodología de las 5 S's se realizaron visitas constantes para determinar con la ayuda de los operarios los puestos de trabajo y clasificar los elementos que son necesarios en la producción. Es importante destacar que como anteriormente se mencionó la empresa tuvo cambios administrativos y por ende no continuaron con las estrategias que Sebastián había implementado, se pretende nuevamente continuar con la metodología de las tarjetas rojas ya que es un buen instrumento que funciona y se adapta a las necesidades de definir y estandarizar los puestos de trabajo o áreas de la planta. Para la correcta implementación de las cinco fases a continuación se detalla la estrategia realizada.

7.3.1 Seiri (Separar). La primera fase es mantener en el puesto de trabajo solo las cosas necesarias, para esto primero es importante identificar el área de intervención, luego se deben separar los elementos útiles de los inútiles, para lograr esto se utilizaron las tarjetas rojas con el fin de etiquetar los elementos innecesarios, en la siguiente figura se seleccionan las áreas a intervenir con estas tarjetas.

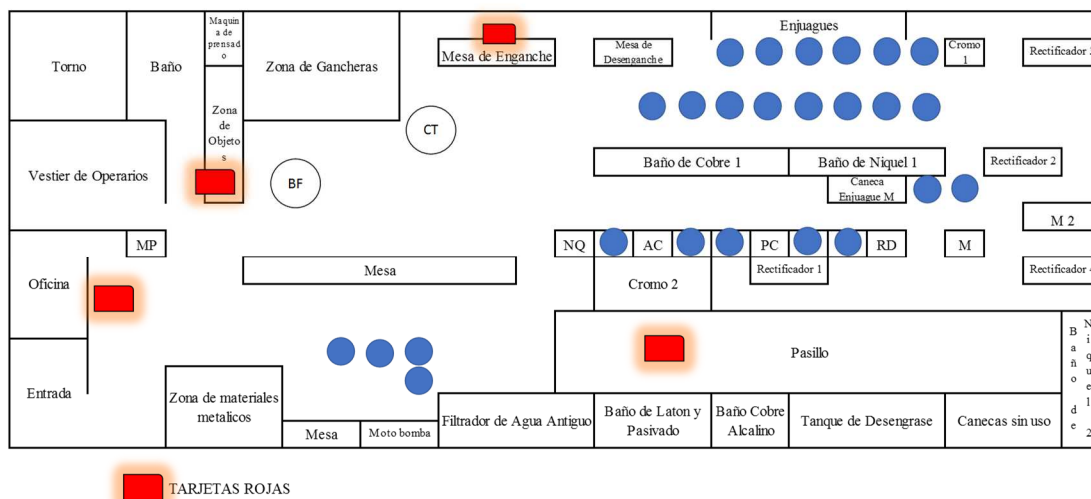


Figura 28 Áreas a intervenir con tarjetas rojas

Nota: Creación de los autores

Se identificaron que en total las tarjetas rojas a utilizar son nueve, cada una distribuidas en distintas partes de la planta. A continuación, se presentan las tarjetas en su respectiva ubicación.

Área de materias primas. Se inicio la marcación con esta área donde existe la oportunidad de mejora y se denunciaron con tres tarjetas rojas la mesa y dos elementos mas que no tienen puesto fijo por lo tanto se deja a la deriva obstaculizando el paso.



Figura 29 Área de Materias Primas

Nota: Creación de los autores

N° de Referencia	MP1	
Nombre:	Separación de elementos y ordenación en mesa de MP	
Acción	Eliminar	
	Ordenar	X
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocación de la Tarjeta	Realización de la acción
	26/03/2018	28/03/2018

N° de Referencia	MP2	
Nombre:	Eliminación de costal almacenamiento de producto terminado	
Acción	Eliminar	X
	Ordenar	
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocación de la Tarjeta	Realización de la acción
	26/03/2018	28/03/2018

N° de Referencia	MP3	
Nombre:	Eliminación de elemento innecesario	
Acción	Eliminar	X
	Ordenar	
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocación de la Tarjeta	Realización de la acción
	26/03/2018	28/03/2018

Figura 30 Tarjetas rojas identificadas en el área de materias primas

Nota: Adaptado a Rajadell & Sanchez (2010)

Zona de objetos. en esta área se detectaron cuatro tarjetas rojas, como esta zona en realidad lo que almacena son elementos innecesarios, el nuevo objetivo será almacenar los aditivos e insumos.



Figura 31 Zona de Objetos

Nota: Creación de los autores

N° de Referencia	ZO1	
Nombre:	Eliminar elementos innecesarios en estantería	
Acción	Eliminar	X
	Ordenar	
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocación de la Tarjeta	Realización de la acción
	26/03/2018	28/03/2018

N° de Referencia	ZO2	
Nombre:	Eliminar elementos innecesarios en estantería	
Acción	Eliminar	X
	Ordenar	
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocación de la Tarjeta	Realización de la acción
	26/03/2018	28/03/2018

N° de Referencia	ZO3	
Nombre:	Eliminar elementos innecesarios en estantería	
Acción	Eliminar	X
	Ordenar	
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocación de la Tarjeta	Realización de la acción
	26/03/2018	28/03/2018

N° de Referencia	ZO4	
Nombre:	Ordenar elementos de enganche	
Acción	Eliminar	
	Ordenar	X
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocación de la Tarjeta	Realización de la acción
	26/03/2018	28/03/2018

Figura 32 Tarjetas rojas identificadas en la Zona de Objetos

Nota: Adaptado a Rajadell & Sanchez (2010)

Mesa de gancheras. cómo se puede apreciar solo fue necesario la utilización de una tarjeta roja, el sitio debe permanecer ordenado sin elementos que obstruyan el funcionamiento normal del proceso.



Figura 33 Mesa de Gancheras

Nota: Creación de los autores

Nº de Referencia	ZG1	
Nombre:	Ordenar elementos sobre la mesa de trabajo	
Accion	Eliminar	
	Ordenar	X
	Limpiar	X
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocacion de la Tarjeta	Realizacion de la acción
	26/03/2018	28/03/2018

Figura 34 Tarjeta roja identificada en la Mesa de Gancheras

Nota: Adaptado a Rajadell & Sanchez (2010)

Pasillo. una de las áreas más críticas por el exceso de almacenamiento de elementos innecesarios en esta labor fue necesario seleccionar lo útil de lo inútil, eliminarlo. A continuación, las respectivas tarjetas rojas.



Figura 35 Pasillo planta

Nota: Creación de los autores

N° de Referencia	Pasillo01	
Nombre:	Ordenar elementos sobre la mesa de trabajo	
Acción	Eliminar	X
	Ordenar	
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocacion de la Tarjeta	Realizacion de la acción
	26/03/2018	28/03/2018

Figura 36 Tarjeta rojas identificada en el Pasillo

Nota: Adaptado a Rajadell & Sanchez (2010)

7.3.2 Seiton (Ordenar). Una vez se identifican las áreas con las tarjetas rojas y se separan los elementos, la segunda fase es ordenarlas, esto contribuye a una disminución en tiempos asociados a la producción, además mejora el ambiente laboral y simplifica la tarea de buscar los elementos mismos.

A continuación, se presentan imágenes de los resultados obtenidos de las zonas que fueron demarcadas con la acción de *Ordenar*, se evidencia un panorama completamente diferente y necesario cuando se organizó todo en su respectivo lugar.



Figura 37 Antes y después del área de Materias Primas

Nota: Creación de los autores

En la imagen anterior la mesa donde se trabajan las materias primas quedó completamente ordenada, se clasificaron los elementos necesarios y así es como se debe mantener siempre. A continuación, se puede apreciar como quedó la estantería donde almacenaban objetos innecesarios y como se explicó anteriormente el nuevo objetivo de este será colocar los distintos insumos que se manejan en la planta.



Figura 38 Antes y después de la Zona de Objetos

Nota: Creación de los autores

7.3.3 Seiso (Limpiar). Dentro del plan de mejora se han asignado determinados espacios de la planta a los operarios, además de sus funciones actuales deberán cuidar que esos espacios queden completamente limpios luego de su utilización, a medida del tiempo esta nueva función quedará forjada como un hábito y será una mejora para todos.

La importancia de mantener limpia y libre los puestos de trabajo y ordenar todo elemento que no haga parte del proceso, puede evitar riesgos a los operarios de la planta, ya que por el contrario de no mantenerse limpia pueden caer gotas de residuos químicos cuando estén las gancheras colgadas con las unidades listas para secar, esto puede generar accidentes laborales, pues los químicos son peligrosos y perjudiciales para la salud. En la siguiente imagen se muestra cómo debe quedar siempre el puesto de trabajo.



Figura 39 Antes y después de la Zona de Gancheras

Nota: Creación de los autores

7.3.4 Seiketsu (Estandarizar/ Comunicar). En esta fase el objetivo es hacer eficaz los pasos anteriores, es por eso que cada uno de los operarios se debe encargar de velar que el programa de

las 5 eses tenga el impacto esperado, ya que son conscientes de que esta metodología funciona y benéfica a todos para alcanzar tiempos de producción cortos y un mejor ambiente laboral.



Figura 40 Después área de almacenaje

Nota: Creación de los autores

En la foto anterior se puede apreciar el orden y la limpieza del área de almacenaje, donde solo deben estar los elementos necesarios mas no objetos personales e inútiles. Así es como se pretende que siempre debe estar.

7.3.5 Shitsuke (Respetar). Para lograr con cabalidad esta metodología se plantea el siguiente formato para hacer un seguimiento a diario en todas las zonas o áreas de la planta con un total de resultados, el encargado deberá diligenciarlo todos los días, luego de terminar el día productivo, se debe sumar la casilla del “Si” y ese valor multiplicarlo por cuatro, eso arroja un puntaje que deberá ser colocado en la casilla “Total”. Entre mayor puntaje tenga significa que cada día hay

una mejora y con esto el personal refleja y entiende la responsabilidad y el compromiso por perfeccionar cada vez más.

Tabla 23 Formato de auditoria 5s 'S

AUDITORIA 5s'S										
ABS CROMOSOL LTDA.	Fecha, Mes:				Semana:					
Zona/Area auditada:	Lunes		Martes		Miercoles		Jueves		Viernes	
Nombre del auditor:	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1 S. Seleccionar (Seiri)										
1. Hay objetos personales innecesarios en la linea?										
2. Hay restos de señalizacion de la linea obsoletos o en mal estado?										
2 S. Ordenar (Seiton)										
1. Esta en su ubicación definida los materiales de la linea?										
2. Esta libre de obstaculos fijos el acceso a los cuadros electricos de la maquiama de linea?										
3. Estan los utiles y herramientas en su ubicación y cerca de la zona de uso?										
4. Estan los elemntos de limpieza en su ubicación y buen estado?										
3 S. Limpiar (Seiso)										
1. Estan las maquinas y puestos de trabajos limpios?										
2. Hay piezas, papeles y otros elementos en el suelo?										
4 S. Estandarizar (Seiketsu)										
1. Estan identificados los materiales de la linea?										
2. Es conocida la documentacion de linea por el personal encargado?										
3. Se aplica la gestion visual en el entorno de la linea?										
5 S. Respetar (Shitsuke)										
1. Se respeta la planeacion de la limpieza por cada empleado?										
2. Se respeta el orden de cada elemento u objeto?										
Total:										

Suma de cruces de la casilla Si y multiplicar por 4

Nota: Creación de los autores, adaptado a Rajadell & Sanchez (2010)

De manera que se realizan las reuniones diarias, como fue mencionado anteriormente, otro factor analizar y socializar con todo el personal son los resultados obtenidos a través del seguimiento de las 5 eses, para retroalimentar y llegar a acuerdos comunes de mejora.

7.4 Despliegue de la estrategia SMED

Como objetivo de mejorar los indicadores se desarrollaron varias estrategias para el SMED de la empresa, a continuación, se presentan cada uno de los elementos y la propuesta realizada.

7.4.1 Clasificación de operarios. Se vio la necesidad de realizar una clasificación de operarios de acuerdo a su conocimiento habilidades y experiencias de esta manera se logra la asignación de actividades de trabajos eficientes. Para determinar esta clasificación de cada operario se utilizó el análisis de *Curva de aprendizaje* que nos ayudó a determinar cuánto entrenamiento se necesita y seleccionar y/o clasificar al operario.

Utilizando la siguiente formula se determina la pendiente de cada operario (que siempre debe ser negativa para que la curva sea decreciente)

$$n = \frac{\ln(\text{Tasa de Aprendizaje})}{\ln(2)}$$

Tabla 24 Tasa de aprendizaje y pendiente.

Operarios	TA	n
Operario 1	75%	-0,4150375
Operario 2	70%	-0,51457317
Operario 3	90%	-0,15200309
Operario 4	95%	-0,07400058

Nota: Creación de los autores

Seguido se halla el tiempo de la Xnesima unidad que el operario realizo con la siguiente formula:

$$y = \text{Tiempo de la primera unidad} * (X \text{ unidad})^n$$

Y por último se determina los tiempos de la unidad 1 a la unidad 7.000 de cada operario para así identificar como es el comportamiento de la curva de aprendizaje e interpretar su relación.

Tabla 25 Tiempos de las unidades por cada operario.

Unidad	Operarios (Minutos)			
	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4
1	114,98	113,25	144,75	149,61
500	8,72	4,63	56,28	94,46
1000	6,54	3,24	50,65	89,74
1500	5,53	2,63	47,63	87,08
2000	4,90	2,27	45,59	85,25
2500	4,47	2,02	44,07	83,85
3000	4,14	1,84	42,86	82,73
3500	3,89	1,70	41,87	81,79
7000	2,92	1,19	37,68	77,70
TA	75%	70%	90%	95%

Nota: Creación de los autores

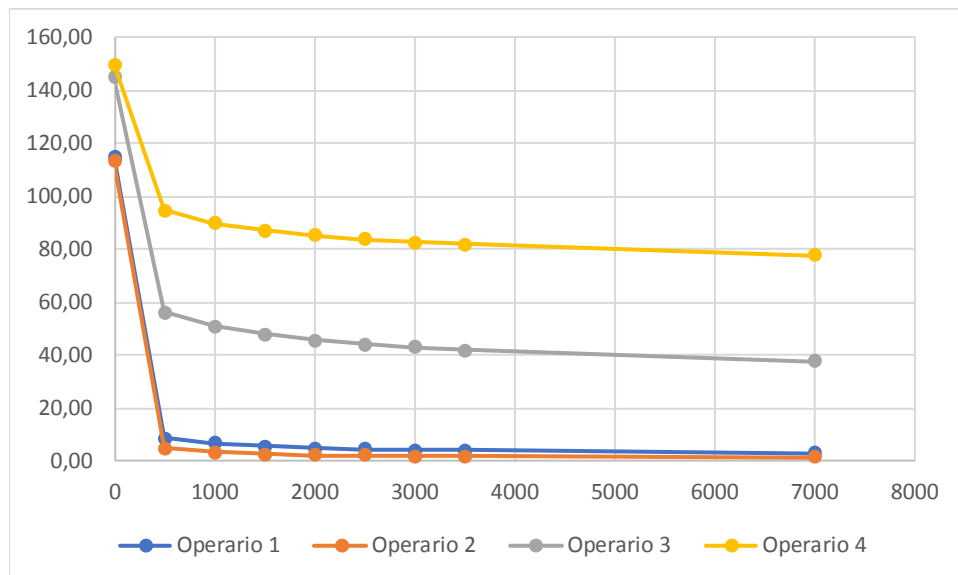


Figura 41 Curva de aprendizaje

Nota: Creación de los autores

La figura anterior se interpreta indicando que la curva que esté más cerca al eje x es la mejor alternativa, ya que indica que el operario logra producir cantidades de piezas en un corto tiempo y a medida que va decreciendo ese tiempo se vuelve estándar.

A continuación, se representa gráficamente la matriz de clasificación de operarios.

Tabla 26 Matriz de clasificación de operarios.

PROCESO	OPERARIOS			
	OPERARIO I	OPERARIO II	OPERARIO III	OPERARIO IV
Linea Prelectolitica				
Premordentado	A	A	C	C
Mordentado	A	A	C	C
Reductor	A	B	C	C
Paladio	A	B	C	C
Acelerado	A	B	C	C
Niquel Quimico	A	B	C	C
Zona de gancheras				
Enganche	B	A	A	B
Linea Electrolitica				
Cobre Acido	B	A	B	C
Niquel	C	A	B	C
Cromo	C	A	B	C
Inspección				
Desenganche	A	A	A	A
Calidad	B	C	B	A
Empaque	B	C	B	A

Desempeño	Resultados			
Bueno (A)	7	7	2	3
Regular (B)	4	4	5	1
Malo (C)	2	2	6	7

Desempeño	Operarios
Bueno (A)	Operarios I y II
Regular (B)	Operario III
Malo (C)	Operario IV

Nota: Adaptado de Guerrero, Londoño & Pachon (2017)

Los operarios 3 y 4 son los que deben desempeñar las labores más sencillas en el proceso, mientras logran aprender las actividades de los otros compañeros, ya que si en algún momento llega a faltar uno de los operarios 1 y 2 que son los que poseen más aprendizaje, el día productivo se verá afectado, bajando los indicadores de calidad e incumplimiento al cliente.

7.4.2 Capacitación a los operarios con menos aprendizaje. Esta estrategia se puede emplear a medida que el proceso se va desarrollando sin tener que detener la producción, una vez que el operario 3 o el operario 4 terminen su actividad, se dirigen a realizar un aprendizaje visual con los operarios 1 y 2 reforzando el conocimiento, logrado esto, se tiene que llevar a la práctica y una vez capten como se realiza el proceso de la línea, ellos pasaran a remplazar a los operarios 1 y 2. De esta manera se logra que los cuatro operarios queden capacitados en todos los procesos de producción que se manejan en la planta.

7.4.3 Alistamiento de consumo de materia prima por día. Al realizar la propuesta de implementar el laboratorio químico otro factor a favor que se tiene es que una vez el laboratorio determine el análisis de cada baño químico, se le pasara al operario un formato con la información que necesita para adición de cada línea, en el mismo formato deberá colocar las observaciones al finalizar la jornada esto con el fin de que al día siguiente, en la reunión diaria pueda identificar el comportamiento de los baños y hacer una retroalimentación de la cantidad de piezas que salieron defectuosas.

Tabla 27 Formato de alistamiento de consumo de materias primas al día.

FORMATO ALISTAMIENTO DE CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS AL DIA			
ABS CROMOSOL LTDA	FECHA:		
	LINEA:		
	RESPONSABLE:		
CONTROL DIARIO SEGÚN ANALISIS DE LABORATORIO			
BAÑO QUIMICO	CANTIDAD DE ADICION QUIMICA	PIEZAS DEFECTUOSAS	
OBSERVACIONES			
Recuerde usar los elementos de proteccion personal correctamente			

Nota: Creación de los autores

Con la siguiente tabla se determina que la organización maneja solo un cliente y no maneja el tiempo de alistamiento correcto del producto con la línea Preelectrolítica níquel químico, para ello se habló con la directiva que para disminuir esos tiempos es necesario abrir mercado con mínimo 5 clientes así aumentarían más las ventas y no habría tiempos muertos en el tiempo de alistamiento de un producto A un producto B mejorando considerablemente la rentabilidad.

A continuación, en la tabla 27 se muestra que en el punto 1 el tiempo de trabajo es de 480 minutos, de los cuales se utilizan 60 minutos en hacer un único cambio de lote. Lo demás es cambios. En el punto 2 se introduce un cambio que pretende mejorar el nivel de servicio al cliente. En concreto se plantea la fabricación de 3 lotes de producto distinto para 3 clientes distintos. Como el tiempo de cambio de formato sigue siendo de 60 minutos y hay que hacer 3 cambios, el tiempo disponible resulta ser insuficiente. En el punto 3 se muestra una reducción de los tiempos de cambio hasta 30 minutos. En este caso se ha producido una mejora del nivel de servicio y un mejor aprovechamiento del tiempo de funcionamiento. Sin embargo, sigue sin ser

suficiente. En la fase 4 se observa una reducción importante del tiempo de cambio hasta los 12 minutos. La consecuencia es que ha sido posible mejorar el servicio. En esta situación se es capaz de satisfacer a 5 clientes con 5 productos distintos, manteniendo las condiciones de productividad. Por tanto, será la reducción drástica del tiempo invertido en el cambio de lote, la herramienta clave con la que deberemos trabajar para mejorar la competitividad.

Tabla 28 Tiempo Planificado

Tiempo de alistamiento	Tiempo de Funcionamiento (minutos)								
60	420								
Tiempo de alistamiento	Tiempo de Funcionamiento (minutos)	Tiempo de alistamiento	Tiempo de Funcionamiento (minutos)	Tiempo de alistamiento	Tiempo de Funcionamiento (minutos)				
60	140	60	140	60	140				
Tiempo de alistamiento	Tiempo de Funcionamiento (minutos)	Tiempo de alistamiento	Tiempo de Funcionamiento (minutos)	Tiempo de alistamiento	Tiempo de Funcionamiento (minutos)				
30	140	30	140	30	140				
Tiempo de alistamiento	TF (minutos)	Tiempo de alistamiento	TF (minutos)	Tiempo de alistamiento	TF (minutos)	Tiempo de alistamiento	TF (minutos)	Tiempo de alistamiento	TF (minutos)
12	84	12	84	12	84	12	84	12	84

Linea	Situacion	T Cambio Lote	N° de Clientes	¿Es posible?
Niquel Quimico	1	Actual	1	SI
Niquel Quimico	2	Actual	3	NO
Cobre Quimico	3	Mejorado	3	NO
Cobre Quimico	4	Optimizado	5	SI

Nota: Adaptado del Espinel Carbonell (2013)

7.5 Indicadores de gestión KPI

Al plantear todas las estrategias anteriormente mencionadas en este proyecto, también es fundamental contar con indicadores que midan el rendimiento de las metodologías para determinar su adecuado funcionamiento y cuál es el nivel de cambio que ha obtenido la empresa luego de implementarlas.

Es por eso que a continuación se plantean unos indicadores de gestión que ayudan acercar el funcionamiento de la planta con la filosofía Lean Manufacturing y además logra que la gerencia de la compañía tenga una mayor precisión en la toma de decisiones, aumentando la eficacia y eficiencia de los procesos actuales.

Espinosa (2016) afirma que “Los KPIs son métricas que nos ayudan a identificar el rendimiento de una determinada acción o estrategia. Estas unidades de medida nos indican nuestro nivel de desempeño en base a los objetivos que hemos fijado con anterioridad.” (Artículo Indicadores de Gestión).



Figura 42 Mapa de factores clave del éxito de la gestión

Nota: Tomada del libro Mora, Luis A. “Indicadores de la gestión logística” (pág. 28)

Según la figura anterior se requiere de efectividad para lograr alcanzar las metas propuestas teniendo en cuenta que si se lleva un control, una evaluación, un desarrollo óptimo y relevancia con lo que se está realizando el flujo de proceso será tan satisfactorio para la organización.

Siguiendo con las expectativas de crecimiento y desarrollo se determina con la gerencia de la empresa ABS Cromo Sol Ltda. que se incentivara el uso de los indicadores de gestión o indicadores KPI más significativos e importantes que tengan relevancia con lo propuesto anteriormente, para que a medida que se vayan realizando los diferentes cambios con la filosofía L.M, evalúen su desempeño para identificar si el resultado del cambio es eficiente y efectivo para alcanzar los objetivos propuestos.

Para desarrollar cada uno de los indicadores significativos se planteó un formato para llevar un control de desempeño:

Tabla 29 Formato de control indicadores KPI

ABS Cromosol Ltda. Nit 900.194.850-0 Carrera 69 C No. 37 A 80 Sur – Teléfono 238 23 89 Cromo.sol@hotmail.com	Porcentaje Real				Pagina	
					Codigo dto	
					Codigo fto	
	NIT		Nombre de IRD		Telefono	
Indicador						
Objetivo del indicador						
Tipo de indicador						
Eficacia		Eficiencia		Unidad de medida		%
Frecuencia de medicion						
Bimensual		Trimestral		Semestral		Anual
META						
Formula para realizar el indicador						
Valor de resultado						
Estable		% aumenta		% disminuye		
Fecha de creacion						
Fecha de modificacion						
Cambios realizados						
Criterio 1		Criterio 2		Criterio 3		Criterio 4

Nota: Realizado por los autores

Por lo cual se plantean los siguientes indicadores con sus respectivas fórmulas para su aplicación.

Tabla 30 Indicadores KPI propuestos

Tipo de Indicador	Nombre de Indicador	Formula
Calidad	FTT Calidad a la primera	$FTT = \frac{\#Total\ de\ piezas\ producidas - \#Rechazos}{\#Total\ de\ piezas\ producidas}$
Producción	NPH Horas no productivas	$NPH = \#de\ minutos\ parados * \#operarios\ afectados$
Producción	TPU Tiempo por unidad	$TPU = \frac{Tiempo\ disponible\ en\ el\ turno * \#Operarios\ turno}{\#Piezas\ fabricadas\ turno}$
SMED	Tiempo de cambio de producto	$TCP = Tiempo\ de\ preparacion + Tiempo\ de\ cambios\ de\ herramientas +$ $Tiempo\ de\ ajuste + Tiempo\ de\ inspección$
Distribución en planta	OTD Pedidos entregados a tiempo	$OTD = \frac{\# Total\ de\ pedidos\ entregados\ a\ tiempo}{\# Total\ de\ pedidos\ solicitados} * 100$
Distribución en planta	FTL Pedidos entregados completos	$FTL = \frac{\# Total\ de\ pedidos\ completos}{\# Total\ de\ pedidos\ solicitados} * 100$
Fiabilidad	MTBF Tiempo medio entre fallos	$MTBF = \frac{(nesimo\ tiempo\ de\ inactividad - nesimo\ tiempo\ de\ funcionamiento)}{Numero\ de\ observaciones}$
Fiabilidad	MTTF Tiempo medio de fallos	$MMTF = \frac{Tiempo\ total\ acumulado}{Numero\ de\ fallas}$

Nota: Adaptado del libro “Lean Manufacturing: Indicadores clave utilizados para gestionar de manera eficiente la mejora continua”

7.6 Tack Time y OEE propuesto

En la siguiente tabla se plantea el Tack time y el OEE propuesto, como resultado de mejora.

Tabla 31 Tack Time

Tiempo Disponible	Jornada Laboral - Tiempo Oscioso	9	Horas/Turno
Tiempo Disponible (1)	Tiempo Disponible * (60 min/hora)	540	Min/Turno
Tiempo Disponible Total	Tiempo Disponible(1) * 1 turno * 60 seg/min	32400	Seg/Día
Demanda Diaria	Demanda Mensual / Dias Habiles	8250	Piezas/Día
Entrega de pedido diario	Lote diario	8640	Piezas/Día
Tack Time/Unidad Normal	Tiempo Disponible Total/Demanda diaria	4	Seg/Pieza
Tack Time/Unidad Actual	Tiempo Disponible Total/Entrega de pedido diario	3,75	Seg/Pieza
Tack Time/Lote Normal	Tack time/unidad Normal*Demanda diaria	97200	Seg/Lote
Tack Time/Lote Actual	Tack time/unidad Actual*Demanda diaria	92812,5	Seg/Lote

Nota: Creación de los autores

Con la tabla anterior se identifica que después de haber realizado los pequeños cambios interpretados en el *VSM propuesto* con las herramientas Lean, la productividad y eficiencia en la organización se verá reflejado en el resultado en modo de beneficio con disminución de tiempo tanto en el proceso y lead time, aumentando la confiabilidad y el cumplimiento con el cliente, además tendrá más tiempo para producir más piezas con la necesidad de mejorar sus ventas. Teniendo en cuenta que la empresa estará procesando el lote 4000 segundos (73,135 min) menos de lo que realmente está solicitando el cliente, obteniendo el beneficio de rentabilidad esperado.

Tabla 32 OEE propuesto

OEE PIEZAS PLASTICAS MEJORA CONTINUA				
Planificación	Tiempo Disponible	10	Horas	100%
	Velocidad Estandar	990	Piezas/Hora	
	Objetivo	9900	Piezas	
Disponibilidad	Horas Productivas	9	Horas	90%
	Capacidad de Produccion	8910	Piezas/Turno	
Rendimiento	Media de piezas (Demoras)	960	Piezas/Hora	97%
	Piezas Reales Fabricadas	8640	Piezas/Turno	
Calidad	Piezas Defectuosas	150	Piezas	98%
	Piezas Buenas Fabricadas	8490	Piezas	
OEE				86%

Nota: Creación de los autores

Se analiza que el mejoramiento y la rentabilidad propuesto es de un 30% si se implementan las herramientas Lean Manufacturing esto con el hecho que se cumplirán los objetivos tanto especifico como el objetivo general.

8. Cronograma de Actividades

Para el desarrollo de este proyecto fue necesario la creación de un cronograma de actividades con fin de lograr resultados en el tiempo planteado por la universidad, en la tabla 29 se muestra cuáles fueron las actividades desarrolladas en cantidad de semanas de cada mes y su respectiva duración (Cuadros verdes). Este proyecto empezó a ser objeto de investigación, análisis y desarrollo desde agosto del año 2017.

Tabla 33 Cronograma de trabajo

Actividades		duracion por semanas																			
		agosto				septiembre				octubre				noviembre				diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ANTEPROYECTO	Investigacion estudio conocimiento de los temas																				
	Visita planta de la empresa																				
	Realizar diagnostico problema actual de la empresa																				
	Capacitacion temas de lean manufacturing																				
	Primera revision y evluacion del proyecto																				
	Establecer objetivos y marcos																				
	Revisar y ajustar el proyecto																				
	Implementacion de marco metodologico																				
	Propuesta																				
	Resultados de la investigacion																				
	Entrega completa																				
	Segunda revision y evaluacion del proyecto																				
	Realizar acciones de mejora																				
	CORRECCION DE ANTEPROYECTO		enero				febrero				marzo				abril				mayo		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Aclarar las herramientas a utilizar de Lean Manufacturing																					
Objetivos especificos y generales																					
Procesos metodologicos																					
Estructura general del proyecto																					
Actividades de diagnostico		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Visita planta de la empresa																					
Identificacion de los procesos																					
Analisis de los procesos																					
Identificacion de las fallas																					
Recopilacion de informacion		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Encuesta a empleados de la empresa realizar diagnostico																					
Imágenes previstas antes del diagnostico de Lean Manufacturing																					
Datos de costos																					
Imágenes diagnostico final																					
Planteamiento de la estrategia para mejoramiento		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Plan de accion																					
Planteamiento distribucion de planta- layout																					
Kaizen																					
5's																					
SMED																					
Diagrama de Gantt																					
Mejoras y correcciones																					
Socializacion del plan		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Radication de proyecto																					
Concepto definido y correcciones																					
Concepto final																					
Sustentacion final																					

Nota: Creación de los autores

9. Análisis Económico

9.1 Flujo de caja año 2017

Tabla 34 Flujo de caja neto

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS ABS CROMOSOL LTDA. A 31 DE DICIEMBRE DE 2017			
INGRESOS POR VENTAS	UNIDADES	PRECIO	VENTAS
Manija S	1.751.040	150	262.656.000
Manija Plana	60.000	150	9.000.000
Aros blomer	120.000	165	19.800.000
TOTAL VENTAS			291.456.000
MENOS COSTO DE LO VENDIDO			
MANO DE OBRA			52.080.000
LINEA PRELECTOLITICA (A, B, C)			53.935.200
LINEA ELECTROLITICA (A, B, C)			82.380.000
INSUMOS			2.400.000
GASTOS GENERALES			12.480.000
TOTAL COSTO DE LO VENDIDO			203.275.200
UTILIDADES BRUTAS			88.180.800
MENOS GASTOS DE OPERACIÓN			16.327.548
UTILIDAD DE OPERACIÓN			71.853.252
MENOS GASTOS E INTERESES			2.874.130
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS			68.979.122
MENOS IMPUESTOS 35%			24.142.693
UNDTX			44.836.429
MENOS DIVIDENDOS			
UTILIDADES RETENIDAS			44.836.429

Nota: Creación de los autores

En la tabla 34 se puede evidenciar los ingresos y gastos netos, identificando principalmente la ganancia que obtuvo la empresa en el año 2017 con todas aquellos fallos que suceden actualmente en la organización.

9.2 Flujo de caja proyectado

Tabla 35 Flujo de caja proyectado

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PROYECTADO IMPLEMENTANDO PROPUESTAS ABS CROMOSOL LTDA.			
INGRESOS POR VENTAS	UNIDADES	PRECIO	VENTAS
Manija S	2.058.480	150	308.772.000
Manija Plana	60.000	150	9.000.000
Aros blomer	120.000	165	19.800.000
TOTAL VENTAS			337.572.000
MENOS COSTO DE LO VENDIDO			
MANO DE OBRA			52.080.000
LINEA PRELECTOLITICA (A, B, C)			53.935.200
LINEA ELECTROLITICA (A, B, C)			82.380.000
INSUMOS			2.400.000
GASTOS GENERALES			12.480.000
TOTAL COSTO DE LO VENDIDO			203.275.200
UTILIDADES BRUTAS			134.296.800
MENOS GASTOS DE OPERACIÓN			16.327.548
UTILIDAD DE OPERACIÓN			117.969.252
MENOS GASTOS E INTERESES			4.718.770
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS			113.250.482
MENOS IMPUESTOS 35%			39.637.669
UNDTX			73.612.813
MENOS DIVIDENDOS			
UTILIDADES RETENIDAS			73.612.813

Relacion			
Descripcion	Actual	Proyectado	Porcentaje
Ingreso por operación	\$ 291.456.000	\$ 337.572.000	↑ 17,55%
Ganancia prevista	\$ 44.836.429	\$ 73.612.813	

Nota: Creación de los autores

Con las propuestas implementadas en la realización de nuestro proyecto la rentabilidad aumentara en un 15% aumentando principalmente las ventas y disminuyendo significativamente los desperdicios tanto de materia prima como del material proporcionado por el cliente.

9.3 Análisis de sensibilidad proyectado

Tabla 36 Análisis de sensibilidad proyectado

Análisis de Sensibilidad						
Ventas	\$ 337.572.000					
Gastos variables	\$ 60.683.987					
Gastos fijos	\$ 203.275.200	Ventas				
Ganancia	\$ 73.612.813	\$ 200.000.000	\$ 250.000.000	\$ 300.000.000	\$ 350.000.000	\$ 400.000.000
Gastos variables	\$ 50.000.000	-\$ 53.275.200	-\$ 3.275.200	\$ 46.724.800	\$ 96.724.800	\$ 146.724.800
	\$ 55.000.000	-\$ 58.275.200	-\$ 8.275.200	\$ 41.724.800	\$ 91.724.800	\$ 141.724.800
	\$ 60.000.000	-\$ 63.275.200	-\$ 13.275.200	\$ 36.724.800	\$ 86.724.800	\$ 136.724.800
	\$ 65.000.000	-\$ 68.275.200	-\$ 18.275.200	\$ 31.724.800	\$ 81.724.800	\$ 131.724.800
	\$ 96.724.800	-\$ 100.000.000	-\$ 50.000.000	\$ -	\$ 50.000.000	\$ 100.000.000

Nota: Creación de los autores

En la tabla 36 se puede analizar que la organización con la implementación Lean Manufacturing obtendrá una utilidad neta mayor a la que está obteniendo en la actualidad, además la organización tendrá un límite en los gastos variables no superando los **\$96.724.800** y manteniendo las ventas netas proyectadas superiores a **\$300.000.000** no tendrá riesgo de pérdidas.

La organización podrá aumentar su producción a medida que realice el ajuste con cada herramienta lean, es decir que también aumentara sus ventas y podrá generar una mayor ganancia para la empresa.

9.4 TIO y TIR del proyecto de inversión de laboratorio

Para evaluar el proyecto de inversión se calcula a continuación:

Tabla 37 Flujo de caja neto de la inversión del laboratorio

Año	Flujo de Caja
0	-\$ 56.819.543
1	-\$ 468.696
2	\$ 30.829.753
3	\$ 61.659.506
4	\$ 92.489.259

Nota: Creación de los autores

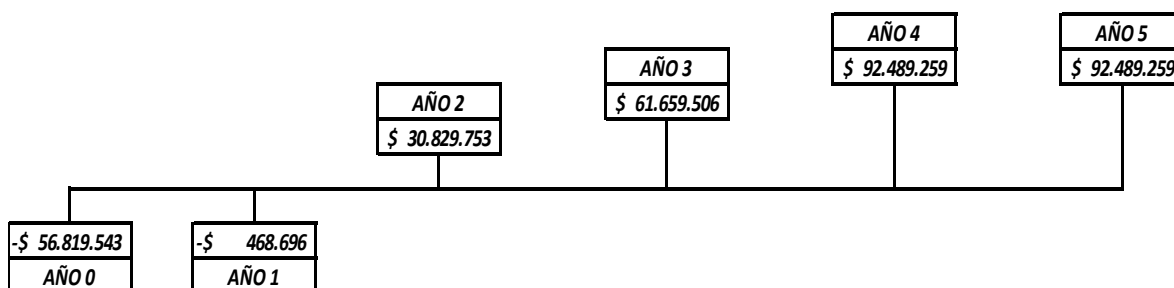


Figura 43 Proyecto de inversión

Nota: Creación de los autores

Se determina el monto de la inversión por **\$56'819.543** con la rentabilidad a 5 años próximos, teniendo en cuenta en tal caso la empresa ABS Cromosol Ltda. decida implementar la propuesta se determina que los recursos se dividirán en un aporte del 20% del Banco de Bogotá a una tasa de 27,92% ea y el otro 80% es aporte de la gerencia con un desembolso del CDT a una tasa del 5,50% ea.

Daniel Chicaiza distingue un proceso metodológico para determinar si el proyecto es rentable, en principio determinando la TIO.

$$TIO = (\%IB * TIEA) + (\%IG * TCI)$$

TIO: Tasa interna de oportunidad

%IB: Porcentaje de inversión del banco

TIEA: Tasa de interés efectivo anual (Banco)

%IG: Porcentaje de inversión gerencia

TCI: Tasa de captación inversión (Gerencia)

$$TIO = (20\% * 27,92\%) + (80\% * 5,50\%)$$

$$TIO = 5,58\% + 4,4\%$$

$$TIO = 9,98\%$$

Tabla 38 Argumentos de función

Argumentos de función

TIR

Valores = referencia

Estimar = número

=

Devuelve la tasa interna de retorno de una inversión para una serie de valores en efectivo.

Valores es una matriz o referencia a celdas que contengan los números para los cuales se desea calcular la tasa interna de retorno.

Resultado de la fórmula =

[Ayuda sobre esta función](#)

Nota: Tomado de Excel

Para determinar la TIR se emplea la fórmula poniendo en junta los valores desde la inversión hasta el n de periodos.

$$TIR = 43,9\%$$

TIR > TIO = Viable

TIR = TIO = Indiferente

TIR < TIO = No es viable

TIR > TIO = Viable

$$43,9\% > 9,98\%$$

Se concluye que el proyecto de inversión del laboratorio es viable.

9.5 Propuesta línea prelectolítica Cobre Qco vs línea prelectolítica Níquel Qco

Tabla 39 Relación de costo MP/Unidad

	Línea Cobre Qco	Línea Níquel Qco
Unidades terminados / Día	8.640	6.080
Unidades producidas durante 1 mes	207.360	145.920
Costo materia prima/unidad	\$ 106	\$ 196
Costo materia prima/día	\$ 915.840	\$ 1.191.680
Costo MP / Mes	\$ 21.980.160	\$ 28.600.320
Costo / operario mes	\$ 2.400.000	\$ 2.400.000
Total invertido	\$ 24.380.160	\$ 31.000.320
Costo total Día	\$ 1.015.840	\$ 1.291.680
Costo Unitario	\$ 118	\$ 212
Precio de Venta	\$ 150	\$ 150

Nota: Creación de los autores



Se determina que la empresa ABS Cromo Sol Ltda. Actualmente está invirtiendo \$90 más por unidad producida en la línea Prelectolítica níquel químico e incluso produce menos ya que los tiempos muertos son demasiados y los tiempos de proceso requieren un poco más de tiempo comparado con la línea de cobre químico.

Se hablo con la gerencia con la posibilidad a mediano plazo de cambiar la línea Prelectolítica de níquel químico a línea Prelectolítica de cobre químico ya que con la actual hay una perdida significativa tanto de materias primas, como del precio de venta que está por debajo del costo unitario que le cuesta a la empresa producir una unidad.

Con la implementación de la línea Prelectolítica cobre químico la empresa tendría una rentabilidad del 40% en cuanto a costos de materias primas y unidades producidas por día, además que reduciría tiempos muertos en el flujo del proceso que influiría con la implementación de las herramientas Lean Manufacturing (5S, Kaizen, SMED), incluso

aumentaría sus ventas y el ingreso sería en mejoramiento a mediano plazo sin alterar la metodología del proceso.

Tabla 40 Beneficio línea prelectolítica cobre químico

	Propuesto	Actual
	Línea Cobre Qco	Línea Níquel Qco
Unidades Producidas en el mes	207.360	145.920
Precio de Venta	\$ 150	\$ 150
Costo Unitario (Propuesto)	\$ 118	\$ 212
Porcentaje	 22%	 42%
Porcentaje relacion	Beneficio	Perdida
Utilidad con Precio de Venta /Dia	\$ 1.296.000	\$ 912.000
Utilidad con Precio de Venta /Mes	\$ 31.104.000	\$ 21.888.000

Nota: Creación de los autores

Según la *Tabla 40* la empresa con la propuesta tendría un 22% menos del precio de venta actual, para obtener un mejor beneficio ya que ganaría \$32 por unidad producida con la intención de proponer un precio de venta aun mayor, especificando las nuevas formas de calidad y las nuevas medidas de cumplimiento al cliente, entregando un pedido completo cada 3 días como se especifica en el VSM propuesto.

Conclusiones

- Al identificar las fallas que la empresa tiene, fue cabida para el planteamiento de la filosofía Lean Manufacturing, logrando así que la empresa pueda mejorar sus diferentes procesos y aumentar su rentabilidad.
- La planta puede reducir tiempos aplicando la distribución de planta que se propuso, además obtiene otros beneficios como aprovechamiento del espacio, disminuye el riesgo a la salud e incrementa la productividad. Así se logra el cumplimiento a dos de los objetivos específicos.
- Las estrategias que maneja el Lean Manufacturing a liderado las tendencias de producción en los últimos 10 años, la mayoría de las empresas de producción optan por aplicarlo porque saben que así lograrán múltiples soluciones a sus problemas.
- Si la técnica de las 5 eses es aplicada de la manera propuesta y de manera constante eso generara una excelente efectividad en los procesos de producción, genera además confiabilidad en resultados a corto plazo y mejora el ambiente de trabajo.
- Por la ubicación que tiene la planta de ABS Cromosol, se puede notar que el sector es ampliamente competitivo. Lo que indica que día a día la empresa tiene que buscar fidelizar clientes y buscar nuevos mercados.
- En el capítulo 6 se logra dar cumplimiento al objetivo general, que era identificar las fallas, además en el desarrollo del proyecto se plantearon propuestas en la cual la empresa podría mejorar su productividad.
- Frente al diagnóstico que se realizó a la empresa con relación a la filosofía Lean Manufacturing el puntaje es muy bajo, indica que no usan las metodologías que integran a

esta filosofía. Es decir que a la primera pregunta de sistematización del problema se logra dar respuesta.

- Con el análisis de la TIR y la TIO se concluye que la implementación del laboratorio es viable, lograrían recuperar la inversión en un año.
- Con el fin de mantener clientes satisfechos en tiempos de entrega se deben eliminar totalmente las mudas en la planta y lograr cada vez más a disminuir su lead time, de igual modo esto será un pro para que la empresa mejore su sistema de producción en general.

Recomendaciones

- Se sugiere seguir implementando métodos de la filosofía del Lean Manufacturing junto con la estrategia propuesta, de modo que con el paso del tiempo se puedan implementar otras herramientas que no fueron mencionadas en el proyecto y lograr desarrollar todas las actividades bajo esta filosofía.
- Para los operarios que tienen contacto directo con químicos deben usar elementos de protección personal, tanto para piel como para el sistema respiratorio (tapa bocas con filtros de carbón activo).
- Se sugiere al personal estar al tanto de los cambios realizados con el modelo, además llevar con éxito las herramientas para esto es necesario cambio o reparación de equipos para un respectivo control de la organización.
- Es importante que la empresa se diagnostique periódicamente con métodos más avanzados a medida que va implementando los propuestos en este trabajo.
- Para evitar un evento como el que ocurrió en el año 2008, la empresa debe buscar certificarse en los aspectos de medio ambiente y sus distintos procesos legales por las materias primas que usan en sus procesos.
- Si la empresa opta por la implementación del laboratorio químico aumentaría el 99% de mejora, se ahorraría materia prima, disminuiría tiempos de análisis, estandarizan los baños químicos.
- Es importante que la empresa mantenga en uso todas las estrategias aquí planteadas para que logre mejorar en todos los aspectos, el uso de los formatos planteados como el de acta de

reunión, formato de auditoria de las 5 eses y formato de alistamiento de consumo de materias primas al día (SMED). Con esto se hará más fácil la retroalimentación de los operarios y evaluar las lecciones aprendidas para evitar los mismos errores.

Referencias

- Apple J.M “Plant layout and material handling” John Wiley & Sons U.S.A. 1977
- Cabrera R (2012) Manual de Lean Manufacturing: Simplificado para PYME. España: editorial académica española. recuperado de la base de datos de E-libro.
- Chicaiza, Daniel A. 2013, “*Finanzas para no financieros: El caso colombiano*”, Pontificia Universidad Javeriana (Editorial), Bogotá D. C.
- Galeano A, (2004) Las Tres Revoluciones, Caza del desperdicio: Doblar la productividad con la “Lean Producción”, Colombia. Diaz de Santos.
- Guerrero R, Londoño B, Pachón P. (2017) Propuesta para el mejoramiento de la calidad del servicio posventa; aplicando principios de la filosofía lean manufacturing en el concesionario - auto blitz Bogotá. Tesis de pregrado. Universitaria Uniagustiniana. Bogotá Colombia.
- Gacharna V, Gonzales, D. (2013) Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones mercy empleando herramientas de Lean Manufacturing. Tesis de pregrado. Pontificia universidad Javeriana. Bogotá Colombia.
- GRUPO ODE. (S.F). Diagnostico Lean Manufacturing. Organización y desarrollo empresarial.
- Google. (s.f.). [Mapa de Bogotá, Colombia en Google maps]. Recuperado el 26 de agosto, 2017, de: <https://www.google.com.co/maps/@4.6315748,-74.0699088,11.79z?hl=en>.
- Jaume, A., y Vidal, E. (2016). “5s para la mejora continua”. Madrid: CIMS. Recuperado de la base de datos de E-libro.

- Krajewsky, L. Ritman, L. (2000) “Administración de Operaciones” - Estrategia y Análisis”, México D.F. Editorial Alhambra.
- Konz, S. (1999) “Diseño de instalaciones industriales”, México D.F, Editorial Limusa.
- Leidinger, O. (1997) “Procesos Industriales” Lima, Perú. Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Meyers F, Stephen M. (2006) “Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales”, Mexico, Pearson Educacion.
- Miguel Comino López. (2018). Método Para La Elaboración De Lecciones Aprendidas. Madrid, Spain Chapter. Recuperado de <https://pmi-mad.org/index.php/socios/articulos-direccion-proyectos/1482-metodo-para-la-elaboracion-de-lecciones-aprendidas>.
- Muther, R. (1965) “Distribución de planta”, España, Editorial Hispano europea.
- Mariano. (2011). Tecnología de los Plásticos. Recuperado de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2011/06/cromado-de-plastico.html>
- PTPColombia. (2017). ‘Colombia Productiva’, nuevo servicio del Programa de Transformación Productiva, para mejorar la productividad y rentabilidad de la pyme colombiana. Recuperado de https://www.ptp.com.co/contenido/contenido_imprimir.aspx?conID=1562&catID=786
- Rajadell M, Sánchez J (2010) Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad, Colombia. Díaz de Santos.
- Roqueme S, Suarez B. (2015) Implementación de la metodología lean para el mejoramiento del proceso comercial de la pyme tres60 logística. Tesis de pregrado. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá Colombia.

- Richard Muther (1970). Distribucion En Planta segunda edición. España. Editorial Hispano Europea
- Ruiz, A. Machuca, J. (1995) “Dirección de Operaciones: Aspectos Estratégicos en la Producción y los Servicios”. Madrid. MC Graw-Hill.
- Sampieri, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2014) Metodología de la investigación sexta edición. México. Mc Grew Hill Educational.
- Sánchez, J. (2013) “Indicadores de gestión empresarial” Estados Unidos.
- Vásquez, Prieto (2013). Indicadores De Evaluación De La Implementación Del Lean Manufacturing En La Industria. Tesis De Master. Universidad De Valladolid. España
- William T.J “Ingeniería de los procesos industriales” Alhambra 1971.

Lista De Figuras

Figura 1 Diagrama de flujo línea Prelectrolítica Níquel- Químico Nota: Creación de los autores	3
Figura 2 Baño de Mordentado Nota: Creación de los autores	4
Figura 3 Baño Reductor Nota: Creación de los autores.....	5
Figura 4 Baño de Paladio Nota: Creación de los autores.....	5
Figura 5 Baño de Níquel Químico	6
Figura 6 Diagrama de Ishikawa	7
Figura 7 Marco conceptual	19
Figura 8 Proceso metodológico Nota: Creación de los autores	28
Figura 9 Google. (s.f). [Mapa de Bogotá, Colombia en google maps ubicando empresa Hidrocrom] Recuperado el 25 de Agosto, 2017	35
Figura 10 Google. (s.f). [Mapa de Bogotá, Colombia en google maps ubicando empresa NC DLNEY CROMLTDA] Recuperado el 25 de Agosto, 2017	36
Figura 11 Google. (s.f). [Mapa de Bogotá, Colombia en google maps ubicando empresa CROMADOS WILLINTON] Recuperado el 25 de Agosto, 2017	36
Figura 12 Google. (s.f). [Mapa de Bogotá, Colombia en google maps ubicando la empresa Plasticos Bohorquez, Recuperado el 25 de Agosto, 2017	37

Figura 13 Google. (s.f). [Mapa de Bogotá, Colombia en google maps ubicando a la empresa Cromados] Recuperado el 25 de Agosto, 2017	38
Figura 14 Google. (s.f). [Mapa de Bogotá, Colombia en google maps ubicando los establecimientos mas representativos de la localidad] Recuperado el 25 de Agosto, 2017	39
Figura 15 Grafico número de piezas defectuosas en el año 2017 Nota: Creación de los autores	43
Figura 16 : Estadística de resultados de encuesta realizada a los operarios. Nota: Creación de los autores Además, teniendo en cuenta la recolección de datos y visitas que se hicieron a la empresa se realizó un análisis de auto-diagnos (a partir de varios criterios) complementando unas cuestiones se logró determinar en qué grado se encuentra la empresa frente a los requisitos del Lean Manufacturing, este análisis de diagnóstico fue tomado de la Organización y Desarrollo Empresarial Grupo ODE.....	44
Figura 17 Diagrama de recorrido actual de la planta ABS Cromosol	51
Figura 18 Análisis de flujo Línea Prelectrolítica	51
Figura 19 Análisis de flujo línea Cromado	52
Figura 20 Resumen diagnostico 5S's Mapa conceptual	55
Figura 21 Diagnostico de Mudras Nota: Creación de los autores.....	57
Figura 22 Fotos visita planta.....	58
Figura 23 Value Stream Mapping actual	60
Figura 24 Análisis de flujo propuesto Línea Prelectrolítica	64
Figura 25 Análisis de flujo propuesto Cromado	65
Figura 26 Propuesta distribución en planta.....	66
Figura 27 VSM propuesto.....	81
Figura 28 Áreas a intervenir con tarjetas rojas	83
Figura 29 Área de Materias Primas	84
Figura 30 Tarjetas rojas identificadas en el área de materias primas	84
Figura 31 Zona de Objetos.....	85
Figura 32 Tarjetas rojas identificadas en la Zona de Objetos	85
Figura 33 Mesa de Gancheras.....	86
Figura 34 Tarjeta roja identificada en la Mesa de Gancheras.....	87
Figura 35 Pasillo planta	87
Figura 36 Tarjeta rojas identificada en el Pasillo.....	88
Figura 37 Antes y después del área de Materias Primas.....	89
Figura 38 Antes y después de la Zona de Objetos	89
Figura 39 Antes y después de la Zona de Gancheras Nota: Creación de los autores	90
Figura 40 Después área de almacenaje	91
Figura 41 Curva de aprendizaje	95
Figura 42 Mapa de factores clave del éxito de la gestión	101
Figura 43 Proyecto de inversión	111

Lista De Tablas

Tabla 1 Marco legal	21
Tabla 2 Muestra poblacional y operacional	33
Tabla 3 Número de piezas defectuosas en el año 2017	42
Tabla 4 Diagnostico Lean Manufacturing a partir de la encuesta.	44
Tabla 5 Diagnostico Lean Manufacturing	45
Tabla 6 Resumen diagnostico Lean Manufacturing	48
Tabla 7 Análisis diagnostico Kaizen.....	53
Tabla 8 Resumen diagnostico 5S´s.....	56
Tabla 9 Takt Time.....	59
Tabla 10 Lead time y tiempo de trabajo	61
Tabla 11 OEE piezas plásticas.....	62
Tabla 12 Perdida de producción mensual por piezas.....	68
Tabla 13 Costo de desperdicio sin propuesta de laboratorio	68
Tabla 14 Costos de desperdicio de energía.....	70
Tabla 15 Costos total de desperdicio mensual y anualmente	71
Tabla 16 Costos de inversión de laboratorio químico	71
Tabla 17 Relación sin el laboratorio Vs implementación de la propuesta del laboratorio	75
Tabla 18 Estado de utilidad sin la propuesta	75
Tabla 19 Estado de utilidad con la implementación de la propuesta.....	77
Tabla 20 Acta de reunión.....	79
Tabla 21 Target Sheet resultados de la primera semana.....	80
Tabla 22 Lead time y tiempo de trabajo	81
Tabla 23 Formato de auditoria 5s´S.....	92
Tabla 24 Tasa de aprendizaje y pendiente.	93
Tabla 25 Tiempos de las unidades por cada operario.....	94
Tabla 26 Matriz de clasificación de operarios.....	96
Tabla 27 Formato de alistamiento de consumo de materias primas al día.	98
Tabla 28 Tiempo Planificado.....	100
Tabla 29 Formato de control indicadores KPI	103
Tabla 30 Indicadores KPI propuestos	104
Tabla 31 Tack Time	105
Tabla 32 OEE propuesto.....	106
Tabla 33 Cronograma de trabajo.....	107
Tabla 34 Flujo de caja neto.....	108
Tabla 35 Flujo de caja proyectado	109
Tabla 36 Análisis de sensibilidad proyectado.....	110
Tabla 37 Flujo de caja neto de la inversión del laboratorio.....	111
Tabla 38 Argumentos de función.....	113

Tabla 39Relación de costo MP/Unidad	114
Tabla 40Beneficio línea prelectolitica cobre químico	115

Anexo A Encuesta Diagnostico recolección de información en la Empresa Cromosol LTDA

Formato de Encuesta en la recolección de información:

- 1) ¿Existen líneas de demarcación en el suelo para distinguir las diferentes áreas de paso, de máquinas de inventario y más desechos?

Si No, ¿Cuáles?

- 2) ¿La planta esta generalmente limpia de materiales que no usaran durante un proceso?

Si No, ¿Cuáles?

- 3) ¿Existe un proceso formal para que lo empleados reciban una retroalimentación de los problemas encontrados en los procesos?

Si, ¿cuáles? No

- 4) ¿Lo empleados trabajan en equipos promovidos por la dirección, para orientarse al cumplimiento de los objetivos?

Si No

- 5) ¿Sabe si se realiza algún encuentro periódico con los clientes para saber sus necesidades?

Si, ¿cuáles? No, ¿cuáles?

- 6) ¿La información sobre los clientes en la base de datos se encuentra actualizada?

Si No No sabe

7) ¿Se generan datos estadísticos acerca de las necesidades expuestas por los clientes?

Si No No sabe

8) ¿Cree usted que dentro de la planta se cumplen los mínimos estándares de protección?

Si No, ¿por qué?

9) ¿Es posible suspender la productividad para realizar alistamiento de pedido de otro producto?

Si No ¿por qué?

10) ¿Al momento de pasar de pedido a producir se demora el cambio más de 10 minutos?

Si No