

IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING PARA LA
OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS ELECTROLÍTICOS DE LA EMPRESA ABS
CROMOSOL LTDA.

JEREZ ORJUELA SEBASTIAN

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA
FACULTAD DE INGENIERIAS
INGENIERIA INDUSTRIAL
BOGOTA D.C.

2017

IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING PARA LA
OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS ELECTROLÍTICOS DE LA EMPRESA ABS
CROMOSOL LTDA.

JEREZ ORJUELA SEBASTIAN

Asesor del trabajo
PEÑA LUIS HÉCTOR

Trabajo de grado para optar al título como profesional en
Ingeniería Industrial

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA
FACULTAD DE INGENIERIAS
INGENIERIA INDUSTRIAL
BOGOTA D.C.

2017

Resumen

Hoy en día es una realidad, que en un mundo globalizado como este, todas las empresas deben buscar dotarse de herramientas y metodologías que los hagan crecer y los ayuden a ser más y más competitivos, para no caer en la obsolescencia. Esto debido a que las características de la competencia actual han cambiado, es así como lo afirma Arango, Adarme & Zapata (2010):

El ambiente globalizado moderno cambió los actores tradicionales de la rivalidad empresarial, pasando de una competencia entre organizaciones individuales hacia una entre cadenas de abastecimiento, integradas por múltiples empresas proveedoras, manufactureras, distribuidoras o comercializadoras que garantizan el flujo del producto hasta el consumidor final.

Es por esto que se propone tratar en este trabajo de aplicación, un área o actividad que es sensible a grandes transformaciones en las compañías, como lo es, la producción, este es un campo de la empresa que indudablemente se puede abordar con mejoras, optimizaciones, técnicas, innovaciones, etc. Para entender mejor este concepto, se definirá como Un sistema de producción recibe insumos en forma de materiales, personal, capital, servicios e información, y los transforma dentro de un subsistema de conversión en los productos y/o servicios deseados. (Tejeda, 2011).

Es así, como resulta crucial entender cuáles son las metodologías que necesita adoptar una empresa para obtener mayores niveles tanto de eficacia como de eficiencia, y además aumentar sus niveles de productividad, en resumidas cuentas afectar los aspectos más sensibles en su proceso productivo para ser una organización competente frente al mundo de hoy, de acuerdo con Balestrini et al., (2002)

En el marco de globalización y de competitividad en que se halla inmersa la economía mundial, se hace necesario realizar un análisis estratégico del proceso productivo en el sector industrial, para estar en sintonía con las nuevas exigencias, y así evitar quedar desfasado por las fuerzas competitivas del mercado.

De acuerdo a lo anterior, lo que propone el presente trabajo es la implementación de las técnicas de la metodología Lean Manufacturing, para conseguir oportunidades de mejora, evitar desperdicios, aumentar la eficiencia y en pocas palabras, subir los niveles de productividad de los procesos de la micro empresa ABS Cromosol Ltda., empresa dedicada al tratamiento y

recubrimiento de metales, más específicamente, en los procesos de cromado y niquelado, especializándose en el recubrimiento de partes de vehículos automotores y en general en todo tipo de objetos que cumplan con las especificaciones para poder ser sometidos a estos procesos.

Para realizar esta implementación se busca estar apoyado en herramientas como ingeniería de tiempos, de métodos y diferentes análisis desde la filosofía Lean que ayuden a disminuir o eliminar aspectos como reprocesos, excesos en inventarios, defectos, entre otros. A través del tiempo esta metodología ha tomado más fuerza y se ha implementado en diferentes tipos de organizaciones y sistemas productivos debido a que como lo expone Tejeda (2011):

Lean Manufacturing es un sistema integrado socio-tecnológico de mejoramiento de procesos, cuyo objetivo principal es eliminar desperdicios o actividades que no agregan valor al cliente. Al eliminar desperdicios la calidad aumenta mientras que los tiempos y costos de producción disminuyen en muy poco tiempo.

En definitiva, esta herramienta contribuiría en gran manera al análisis, estudio e intervenciones de mejora para el área productiva de la micro empresa, dando valor agregado a sus procesos y mejorando las condiciones de trabajo para los operarios involucrados en este.

Palabras clave: Lean Manufacturing, cromado, niquelado, industrial, mejora continua.

Abstract

Nowadays, it is a reality that in a globalized world like this, all companies need to look for the tools and methodologies that they create and help to be more and more competitive, so as not to fall into obsolescence. Arango, Adarme and Zapata (2010):

The modern globalized environment changed the traditional actors of business rivalry, moving from a competition between individual organizations to a supply chain company, integrated by multiple production companies, manufacturers, distributors or marketers that guarantee the flow of product to the final consumer.

This is why it is proposed in this application work, an area of activity that is sensitive to major changes in companies, such as production area, is a field of the company that it can undoubtedly be addressed with improvements, optimizations, techniques, Innovations, etc. To better understanding this concept, it is defined as a production system receives inputs in the form of materials, personnel, capital, services and information and transformation within a subsystem of conversion in the products and / or services reacquired (Tejeda, 2011).

Thus, as it is crucial to understand what methodologies the company requires in order to obtain the highest levels of efficiency and efficiency, and to increase its productivity levels, in short, it affects the most sensitive in its production process to be a Competent organization facing the world today, according to Balestrini et al., (2002)

In the context of globalization and competitiveness in which the world economy is immersed, it is necessary to carry out a strategic analysis of the productive process in the industrial sector, in order to be in tune with the new requirements, and thus avoid becoming out of step with the competitive forces of the market

According to the above, what the present work proposes is the implementation of Lean Manufacturing methodology, in order to obtain opportunities to improve, to avoid waste, to increase efficiency and in few words, to increase the productivity levels of the processes Mipyme ABS Cromosol Ltda., Company dedicated to the treatment and coating of metals, more specifically, in the processes of chrome plating and nickel plating, specializing in the coating of parts of automotive vehicles and in general in all kinds of objects that comply with the Specifications To be able to be subjected to these processes.

To implement this implementation, we seek to be supported by tools such as time engineering, methods, maintenance aircraft, and different analyzes that help reduce or eliminate reprocessing, excess inventory, defects, among others. Over time, this methodology has taken on more force and has been implemented in different types of organizations and productive systems because as shown by Tejeda (2011):

Lean Manufacturing is an integrated socio-technological process improvement system, whose main objective is to eliminate activities that do not add value to the customer. Eliminating the quality increases with the times and the costs of production decrease in a very short time.

In short, this tool greatly analyzes, study and improve interventions for the productive area of the micro enterprise, giving the added value to the processes and improving the working conditions for the operators involved in this.

Key Words: Lean Manufacturing, chrome plated, nickel plated, industrial, and improvement continues.

Contenido

Introducción	9
Capítulo I.....	11
Problema de investigación	11
Planteamiento del problema.....	11
Pregunta de investigación.	13
Objetivos del proyecto.....	14
Justificación.	15
Capítulo II	18
Marco de referencia de la investigación.....	18
Estado del arte.....	18
Marco teórico.	19
Marco geográfico.....	30
Marco histórico.....	31
Marco legal.	32
Capítulo III.....	33
Hipótesis y variables.....	33
Hipótesis.....	33
Variables.....	33
Capítulo IV.....	34
Metodología del proyecto.....	34
Naturaleza de la investigación.	34
Tipo de investigación.	34
Universo, población, muestra, unidad de análisis.....	35
Plan para recolección.....	36
Procesamiento de datos.	37
Diseño experimental y estrategia de intervención.....	38
Descripción, interpretación y discusión de datos e información obtenida.....	39
Capítulo V.....	55
Acciones de mejora	55
VSM – Actual.	55

VSM – Propuesto.....	57
Intervención 5´S.....	58
Poka-Yoke.....	80
Heijunka: Producción equilibrada.	90
Semanas Kaizen.....	95
Capítulo VI.....	99
Administración del proyecto	99
Presupuesto.	99
Cronograma.....	103
Conclusiones	104
Recomendaciones	107
Referencias.....	108
Lista de tablas	112
Lista de figuras.....	113
Lista de anexos.....	115

Introducción

En el presente trabajo de investigación aplicada, se refiere el tema de la metodología Lean manufacturing, también llamada producción esbelta, el objetivo principal de esta es la de eliminar despilfarros o minimizar las llamadas “mudas”, y todo lo demás que no agrega valor al proceso, es decir, por lo que el cliente no pagaría. (Villaseñor Contreras & Galindo, 2011). Su propósito es lograr llevar a cabo una aplicación de esta filosofía en la Mipyme ABS Cromosol Ltda., que actualmente cuenta con muchos problemas en sus procesos productivos y de almacenaje generando demoras, desperdicios, re procesos, sobre costos, entre otros.

Esta empresa desempeña su actividad en el sector metalmecánico, más específicamente en el área de recubrimiento o revestimiento de metales. La industria del recubrimiento y tratamiento de metales y no metales, mediante procesos electrolíticos con otros metales como el oro, plata, entre otros para darle valor y distinción más que otros atributos fisicoquímicos, se remonta a muchos años atrás en la historia.

La práctica de revestir un metal con otro metal o de un no metal con un metal data de tiempos muy remotos, pudiéndose afirmar que la cerámica antigua fue el primer caso en que un revestimiento metálico se depositó sobre un material inerte, no metálico. Trofeos de la civilización protohistórica de Italia, de unos 3000 años de antigüedad,... (Julve, 2009)

Es así como se observa que a través de la historia se ha utilizado bastante esta práctica lo que ha hecho que su avance en cuanto a métodos y técnicas se haya venido transformando a lo largo de la historia, como ahora actualmente con el revestimiento de otros metales como el cromo y el níquel, entre los más comunes. Esto debido a que poseen propiedades que le dan valor agregado a los materiales.

Los recubrimientos metálicos de Cromo Duro y Níquel Químico, como es obvio, tienen múltiples aplicaciones industriales, con el objetivo de mejorar las propiedades del material base (aceros, fundición, aleaciones de cobre o aluminio, etc.)

Como principales propiedades se destacará:

- Resistencia al desgaste

- Aumento de dureza
- Resistencia a la corrosión
- Mejora de aspecto (color, brillo, etc.). (Fages Bosch & Fages Serra, 2004).

Ahora bien, actualmente las Mipymes son organizaciones frágiles y que tienen que estar preparadas y capacitadas para reaccionar a los efectos de la economía, la competencia, innovación tecnológica, etc., así que resulta un tema de gran interés el aplicar una herramienta que ha demostrado conseguir el éxito eliminando desperdicios, despilfarros y demás, y aumentando la productividad y el rendimiento en muchas compañías, entre las más importantes Toyota, que fue de hecho, la que impulso y desarrollo esta filosofía tan poderosa como lo es Lean en el último siglo.

La metodología que se desarrolló con el presente trabajo se compone del uso de las herramientas de Lean: VSM, Kaizen, 5 “s”, Poka Yoke y Heijunka; esto mediante la realización de análisis, esquemas y formatos que permitan en primera instancia conocer la situación real de la empresa, para posteriormente abordar con temas subsiguientes como estandarización de procesos, mejoras en tiempos y disminución de movimientos y transportes innecesarios, entre otros.

Las limitaciones que se encontraron presentes en este desarrollo podrían verse relacionadas con el hecho de parar las actividades productivas para lograr llevar a cabo correcciones en la variabilidad de los procesos, cosa que dificulta la aceptación de las personas a cargo de supervisar y responder por las labores y pedidos diarios del lugar. Inconvenientes que se lograron minimizar hasta solucionarse con un plan de trabajo estructurado presentado a la empresa.

Capítulo I

Problema de investigación

Planteamiento del problema.

La industria ubicada en el sector metalmeccánico en Colombia, es una de las más cambiantes pero proyectadas del país, debido a la automatización y la innovación tecnológica cada vez más latente en el mercado, según el portal Colombia.co esta “industria metalmeccánica colombiana es una de las más importantes y prometedoras del país, ya que exporta más de 363.000 toneladas al año, representa cerca del 14% de la producción industrial nacional y el 13% del empleo dentro del PIB industrial.” Así que en este orden de ideas es importante analizar las problemáticas que atacan a este sector y a las Mipymes que se desenvuelven allí.

ABS Cromosol es una Mipyme que lleva más de 20 años desempeñándose en el sector metalmeccánico pero más específicamente en la actividad del tratamiento y recubrimiento de metales y plásticos, mediante los procesos del niquelado y cromado.

Dado que esta empresa se desarrolla en un sector tan amplio como es el metalmeccánico, se debe delimitar su campo de acción al sector de la galvanotecnia, el cual hace referencia de una manera general a todos los recubrimientos realizados por medio de deposición electrolítica, como en el caso de ABS Cromosol los cromados y niquelados. Ahora bien, este sector es altamente competitivo por lo que se requiere de procesos con muy buenos niveles de productividad, que le permitan a la empresa ofrecer precios acordes a las fluctuaciones del mercado y un rendimiento elevado a los clientes potenciales y reales del mercado. Según un estudio realizado por el Ministerio del Medio Ambiente y FUNDES Colombia las empresas dedicadas a este sector se ordenan así:

Tabla 1.

Base de datos de las empresas del sector galvanico

ITEM	VALOR
Número empresas matriculadas en Bogotá²	325
Número trabajadores totales de las empresas	3,168
Ventas Totales (Anuales)	13,000'000,000
Valor de Producción	10,725'000,000
Valor Mano de Obra	3,003'000,000
Inversión en Maquinaria y Equipo	1,406'651,025

Nota: Adaptado de guía de Buenas Prácticas para el Sector Galvanotécnica, (Ministerio del Medio Ambiente y FUNDES Colombia).

De acuerdo a la base de datos de la Cámara de comercio de Bogotá a nivel nacional están matriculadas 521 empresas, lo que significa que tan solo en Bogotá se encuentra aproximadamente el 62,3% del total de empresas, dejando ver claramente la fuerte competencia que existe para ABS Cromosol Ltda.

Así pues, esta empresa se ha especializado en estos dos procesos a lo largo de su trayectoria, pero como muchas de las Mipymes en Colombia, carece de innovación tecnológica o automatización. Ahora bien, este no es realmente el problema que se presenta, sus inconvenientes más graves en el área productiva parten en primera instancia, de la falta de estandarización de procesos, especificación y documentación de procedimientos, ausencia de análisis de los tiempos y métodos utilizados en sus procesos, lo que está ocasionando variabilidad en la calidad final de los productos o piezas que transforma mediante el tratamiento de estas en sus líneas electrolíticas, esto conlleva a que no se cumplan con las expectativas de calidad interna y mucho menos externa por parte de los clientes, acumulando así los pedidos y aumentando sus costos de producción debido a los reprocesamientos que deben llevarse a cabo para lograr que las piezas alcancen el estado esperado de producto conforme (en los casos posibles, de otro modo se desechan las piezas), entre estos costos se ven asociados tanto los fijos como servicios de agua y electricidad y variables que maneja la empresa, como materias primas, mano de obra, entre otros. Por otra parte, además la falta de orden y organización en sus áreas de recepción de órdenes, de materia prima, producto

en proceso y producto terminado, generan retrasos en los tiempos de Lead time de entrega al cliente.

Todas estas falencias se suman para convertirse en ralentizadores de los procesos, que poco a poco afectan los niveles de productividad, incluso es claro para la empresa y para su personal, que estos preocupantes aspectos perjudican tanto las relaciones con los clientes actuales como la imagen de la empresa en el mercado.

Pregunta de investigación.

¿Aumentará la productividad en los procesos de cromado y niquelado de la empresa ABS Cromosol Ltda., con la implementación de las herramientas Kaizen, Cinco eses, VSM, Heijunka y Poka-Yoke de la metodología Lean Manufacturing?

Objetivos del proyecto.

Objetivo general.

Desarrollar e implementar la metodología Lean Manufacturing en la empresa ABS Cromosol Ltda. Utilizando las herramientas Kaizen, Cinco eses, VSM, Heijunka y Poka-Yoke, aumentando así la productividad en sus procesos de cromado y niquelado, y de esta manera impulsar a la empresa para que sea más competitiva en el mercado de la industria metalmecánica.

Objetivos específicos.

1. Llevar a cabo un análisis de los procesos y procedimientos que se desarrollan en la empresa ABS Cromosol para evidenciar su situación actual.
2. Indagar, seleccionar y establecer las herramientas y conceptos de la metodología Lean Manufacturing que sean idóneos para contribuir a la resolución de las problemáticas actuales de la empresa.
3. Diseñar un cronograma y una metodología que contenga y desarrolle el uso de las herramientas y los conceptos seleccionados de la filosofía Lean Manufacturing.
4. Implementar la metodología establecida con las herramientas de Lean Manufacturing realizando las actividades estipuladas y pertinentes acorde al plan de trabajo.
5. Recolectar y analizar la información resultante de la aplicación de la metodología Lean Manufacturing a los procesos de cromado y Niquelado de la Mipyme.
6. Ejecutar las correcciones y ajustes necesarios a la metodología aplicada en los procesos de la empresa.

Justificación.

En Colombia actualmente las empresas que generan el mayor porcentaje de empleo son las Mipymes con una cifra del 80% a nivel nacional, además de un aporte del 35% aportado al PIB del país, afirma la revista Dinero según el Dane (2017) , esto quiere decir que son un pilar fundamental y que sustenta gran parte de los ingresos de la población; tanto es su impacto a nivel socioeconómico que el estado se preocupa por crear campañas que apoyen el crecimiento y desarrollo de estas, ya que lamentablemente la cifra de supervivencia de estas mipymes es preocupante. **“En Colombia, de cada 100 mipymes sobreviven 29 tras 5 años de actividad, mientras que en las grandes empresas sobreviven 65.”**, Argumenta la revista Dinero citando a Julián Domínguez Rivera, presidente de Confécamaras, (2016).

De este modo, se puede afirmar que la situación de estas mipymes tiene que cambiar. Estas se enfrentan a distintos desafíos como el aumentar sus niveles de competitividad y productividad para poder sobrevivir, pero además tienen que entender el impacto que la economía global ha sufrido y las repercusiones que tendrán en sus actividades y desarrollo, este des aceleramiento mundial. (Revista Dinero, 2017).

Así que, se realiza este trabajo de investigación aplicada con el fin de fomentar este tipo de metodologías y filosofías que logran mayor rentabilidad y productividad en las empresas, en este caso se habla concretamente de Lean manufacturing aplicada a la Mipyme ABS Cromosol Ltda., aportando así al desarrollo no solo de estas empresas, sino al de este sector metalmecánico y como tal al del recubrimiento de plásticos y metales por medio de deposición electrolítica llamado galvanotecnia. Lo que se busca interviniendo esta empresa ABS Cromosol Ltda., es lograr reducir sus costos de manufactura, evitar el desperdicio y la sobreproducción que se evidencia actualmente en la planta, las demoras en despachos y entregas de pedidos, entre otros.

Según el mercado actual del sector de la metalmecánica en Colombia, esta empresa comparada con las otras Mipymes del sector se encuentra por debajo del promedio óptimo de productividad. Además de esto, este sector de la galvanotecnia tiene un aspecto negativo referente al ingreso constante de diferentes competidores informales, esto según el estudio encontrado en la Guía de Buenas Prácticas para el Sector Galvanotécnica, realizado por el Ministerio del Medio Ambiente y FUNDES Colombia, *“...provocado por un proceso sui generis de aprendizaje del oficio por*

operarios no calificados que una vez conocida la técnica montan su propia unidad productora para ofrecer competencia con menores precios y menor calidad.” Así que como riesgo se puede observar que estas entradas informales alteran los precios en el mercado dispersando la atención de los clientes y afectando los volúmenes de pedido.

Si una empresa no posee buenos niveles de productividad que le aseguren mantener precios competitivos y un sistema de producción flexible que se acople a las necesidades de sus clientes, puede estar en peligro de desaparecer tal y como se expresa en el mismo estudio, *“Este proceso de generación de unidades productoras operando sin gestión administrativa ni ambiental hace que cada día mueran y nazcan nuevas unidades productoras.”* Aunque claramente en ciertos momentos puede poner en desventaja a empresas como ABS Cromosol Ltda. También representa oportunidades importantes para resaltar, por medio del aumento de la productividad y la consecución de los acabados y la calidad que puede ofrecer en sus productos, debido a que estas unidades productoras informales no logran alcanzar los niveles de calidad óptimos para los clientes con más experticia en la materia o en el mercado.

ABS Cromosol Ltda. Es una Mipyme que actualmente presenta muchos problemas como ausencia de estandarización en los procesos, desperdicios, re procesos, inconvenientes con almacenaje de materia prima y producto terminado, entre los más notorios; esto le genera a la empresa demora en la entrega de sus pedidos, inconvenientes e insatisfacción por parte del cliente (que es uno de los pilares que busca atacar la filosofía Lean), aumento de costos en compra de materia prima para re procesar, entre otros.

Con la implementación de las diferentes técnicas de Lean manufacturing en ABS Cromosol Ltda., se reducirán los costos de producción, se contribuirá a la disminución de la actual sobreproducción y de desperdicios en la planta, para de esta manera hacerla más productiva y por lo tanto más competitiva y apta para sobrellevar los fuertes cambios que sufre el sector de la galvanotecnia actualmente, además de tener un valor agregado y sobresalir con nuevos enfoques y diferentes metodologías en esta industria del revestimiento de metales.

Por otra parte, se promueve también el aumento de investigación y propuestas de trabajo de grado en líneas de la ingeniería industrial como esta, a micro, pequeñas y medianas empresas, apoyando así el crecimiento y desarrollo del país.

Lean manufacturing es una filosofía japonesa que se ha venido adaptando a todos los tipos de industria desde su nacimiento en la automotriz. “El punto de partida de la producción ajustada es la producción en masa. Durante la primera mitad del siglo XX se contagió a todos los sectores la producción en masa, inventada y desarrollada en el sector del automóvil.” ((Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010). De esta manera, esta metodología se fue configurando y desarrollando en más y más empresas con el tiempo, ya que se observó su gran valor, este mismo que determino Toyota cuando creó este conglomerado de técnicas trabajando en sus plantas por varias décadas, con el propósito de llegar a desaparecer los desperdicios en sus procesos productivos. (Villaseñor Contreras & Galindo, 2011).

Así mismo, se quiere demostrar con esta aplicación, es que no solo las grandes empresas con inmensas inversiones logran mejoras en las compañías, es necesario mostrar el impacto de aplicar estas metodologías y técnicas en nuestro ambiente latinoamericano y modificarlas para obtener mayores utilidades y mejores condiciones de trabajo en estos tipos de empresa.

Capítulo II

Marco de referencia de la investigación

Estado del arte.

El presente trabajo está enfocado a la implementación de una filosofía de producción esbelta (Lean Manufacturing), con el fin de estudiar la productividad de los procesos en una empresa seleccionada de la industria metalmecánica, y de esta manera determinar cuáles aspectos ralentizan los procesos identificándolos como desperdicios o cosas que no agregan valor a las actividades del sistema.

Se tomaran como base las ideas y metodologías de los siguientes autores que se considerarán la guía para crear el modelo de implementación presente en este trabajo, de esta manera:

Definición según Alberto Villaseñor Contreras y Edber Galindo Cota (2011):

La definición de “producción esbelta”, “producción Toyota” o Lean Manufacturing, es según estos autores, una compilación de diferentes herramientas encaminadas a llevar la utilización de los recursos de una empresa o sistema de producción a su óptimo, es decir en pocas palabras hacer más con menos, siempre y cuando el cliente reciba lo que está solicitando. Así pues, se agrega de acuerdo con Villaseñor y Galindo (2011) que esta filosofía “(...) es un conjunto de técnicas que Toyota había venido trabajando en sus plantas por décadas, con el fin de eliminar los desperdicios dentro de sus procesos de producción.”(p.19).

Definición según Manuel Rajadell y José Luis Sánchez (2010):

La definición de producción de “producción ajustada” o Lean Manufacturing, para estos autores es, una persecución de la mejora de algún sistema de fabricación mediante la eliminación de diferentes acciones que no agregan valor a un producto o servicio. Según Rajadell y Sánchez (2010) esta metodología japonesa esta soportada en los pilares de “(...) la filosofía de la mejora continua, el control de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios.”(p.1).

Marco teórico.

Lean manufacturing.

Este término hace referencia a una filosofía de producción también llamada “producción esbelta”, y es actualmente reconocida como una gran herramienta para las organizaciones debido a la flexibilidad que posee, ya que a pesar de haber nacido en la industria de Toyota muchas empresas a lo largo del mundo han encontrado la manera de aplicar sus conceptos y conocimientos. La razón del por qué es tan valiosa y popular es debido a que, de acuerdo con Villaseñor y Galindo (2011) la “Producción esbelta, también conocida como sistema de producción Toyota, quiere decir hacer más con menos –menos tiempo, menos espacio, menos esfuerzos humanos, menos maquinaria, menos materiales-, siempre y cuando se le esté dando al cliente lo que desea.”(p.19). Es así como Villaseñor y Galindo (2011) con el propósito de entender mejor este concepto, exponen los 14 principios básicos que rigen a esta filosofía:

1. Basa tus decisiones administrativas en una filosofía a largo plazo, aún a costa de los objetivos financieros a corto plazo.
2. Crea flujo continuo en los procesos para hacer que los problemas salgan a la luz.
3. Utiliza sistemas de “Jalar”. (Pull System)
4. Nivelas la carga de trabajo. (Heijunka)
5. Crea una cultura en la que la gente se detenga a arreglar los problemas, para así alcanzar la calidad adecuada desde la primera vez. (Jidoka)
6. La estandarización de las tareas es la base para la mejora continua y el empowerment de los empleados.
7. Utiliza el control visual para que ningún problema se pueda esconder.
8. Utiliza solamente tecnología confiable y probada que ayude a tu proceso y tu gente, no para reemplazarla.
9. Desarrolla líderes que comprendan el trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a los demás.

10. Desarrolla gente y equipos excepcionales que sigan la filosofía de tu empresa.
11. Respeta a tu red de socios y proveedores.
12. Ve a ver por ti mismo para comprender la situación. (Genchi genbutsu)
13. Toma las decisiones lentamente y por consenso; impleméntalas rápidamente.
14. Conviértete en una organización que persigue el aprendizaje por medio de la reflexión (Hansei) y la mejora continua (Kaizen).

De tal manera se puede observar toda la estructura de lo que propone esta filosofía de producción esbelta, ahora bien, se procederá a definir las herramientas seleccionas y que conciernen en el trabajo de investigación aplicada.

Kaizen.

Este concepto hace referencia a uno de los pilares de la producción esbelta, el mejoramiento continuo, su principal objetivo es mediante pequeños cambios lograr gradualmente las mejoras establecidas en toda la empresa con la participación de los operarios. “Kaizen enseña a trabajar efectivamente a los individuos en grupos pequeños, a solucionar problemas, documentando y mejorando los procesos, recolectando y analizando datos, y a manejarse por sí mismos.” (Villaseñor y Galindo, 2011, p. 88).

Por otra parte, este concepto está orientado a la personas, a los cambios que todos incluyendo a las directivos de la empresa, quieren y están dispuestos a lograr, este sigue un proceso muy sencillo pero efectivo y según Rajadell y Sánchez (2008) este “Comprende tres componentes esenciales: percepción (descubrir los problemas), desarrollo de ideas (hallar soluciones creativas), y finalmente, tomar decisiones e implantarlas y comprobar su efecto (...).” (p. 12)

Cinco S.

El sistema japonés denominado Las 5 S es una acción empresarial cuyo único objetivo es la mejora en la calidad de producción, se refiere al alza en el nivel competitivo de una organización basada

en cinco fundamentos para eliminar los posibles obstáculos que interrumpan el proceso productivo. Analizando la importancia de este procedimiento, según la revista HSEC (2012): “Desde su creación, esta técnica trae una mejora sustantiva en la rentabilidad, la higiene y la seguridad de los trabajadores en los procesos productivos.” (p.2) Es una clara demostración de la efectividad que ha desarrollado a lo largo de su existencia gracias a la excelente planeación que este tiene; selección, orden, limpieza, estandarización y perseverancia, hacen de este proyecto una impecable opción para la mejora del rendimiento industrial.

Seiri como organización; Seiton como orden; Seiso como limpieza; Seiketsu como control visual; Shitsuke como disciplina y hábito, hacen de esta idea una de las más eficaces en el campo demostrando una gran ventaja: “Los resultados obtenidos a posteriori de la implantación del método 5S, demuestran una gran diferencia en cuanto al orden, la ubicación de los materiales y el mejor clima en el aula (...)” (Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 2013, p.2) Resultado que surtió efecto luego de realizar una prueba piloto sin el establecimiento de esta idea.

Para adoptar una disciplina como esta los empresarios deben tener en cuenta que el ambiente en cual se desarrolla la producción debe cumplir ciertos parámetros para ser propicio.

Hablar de organizar, ordenar y limpiar puede considerarse algo trivial o demasiado simple, pues normalmente son conceptos asociados al ámbito doméstico y no al empresarial. Sin embargo, estos tres conceptos tan sencillos son el primer paso que debe dar cualquier organización en su proceso de mejora. (Villaseñor & Galindo, 2015, p.9)

La adaptación que se implemente en el proceso laboral hace una gran diferencia en el nivel y la calidad de producción, la ideología que esta técnica sigue se explica con la mejora del entorno de una manera flexible y sencilla, y así ser reflejado en la calidad del producto que será destinado al consumidor.

Como bien la definió Hugo Máximo Cura (2003): “Las ‘cinco S’: Una filosofía de trabajo, una filosofía de vida”, se rige bajo el pensamiento de que el desecho de las cosas innecesarias contribuye al éxito, por lo tanto la eliminación de estos facilita la organización y distribución de los implementos a trabajar.

VSM.

Estas siglas hacen referencia a la herramienta de Lean, *Value Stream Mapping*, y es lo que se debería realizar como primer paso en un proceso de implementación de Lean en cualquier empresa debido a que este es básicamente el diagnóstico general de la empresa, Rajadell y Sánchez (2008) declaran que:

(...)Es una visión del negocio donde se muestra tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. Se trata de plasmar en un papel de una manera sencilla y visual, todas aquellas actividades que se realizan actualmente para obtener un producto, para identificar así cuál es la cadena de valor (actividades necesarias para transformar materiales e información en un producto determinado o en un servicio). (p.35).

Como consecuencia, se obtiene una gran herramienta que va a determinar en qué partes del proceso se están evidenciando acciones que no generan valor al sistema de la empresa, dejando al descubierto los puntos débiles que pueden estar generando la mayoría de los problemas actuales, para de esta manera poder atacarlos. Además de brindar un único lenguaje y representación visual clara para su fácil procesamiento y análisis.

Heijunka.

El término hace referencia a una manera diferente de ver la programación de la producción y nace a partir de la crisis que se evidenció en los modelos de producción en masa. Heijunka, “Herramienta utilizada para nivelar el tipo y la cantidad de producción en un determinado periodo; permite cumplir con las demandas del cliente, evitando lotes y teniendo inventario mínimo, costos bajos y tiempos de entrega reducidos.” (Villaseñor y Galindo, 2008, p.61).

Es así como esta técnica también es llamada “producción suavizada” debido a que lo que intenta lograr es no permitir que se produzca en los mismos términos en los cuales se regía la producción el masa, es decir, el empezar por un producto A, B y luego C, ya que esto ocasionaba problemas a la hora de encontrarse con imprevistos debido a la falta de flexibilidad de los procesos para variar

de producto. “En la constante búsqueda de hacer que el producto fluya más suavemente y en lotes cada vez más pequeños se llegó a Heijunka, que en esencia implica replicar las proporciones de la mezcla de productos en el intervalo más pequeño posible” (Cicedo, Garay y Rivera, 2009, p.115).

Poka-Yoke.

Este concepto fue creado con el propósito de llevar a cabo la eliminación de los errores humanos, aunque hasta cierto punto también puede llegar a predecirlos. Según afirman Hirano (como se cita en Contreras y Galindo, 2011) el término Poka-Yoke significa “a prueba de errores” pero este en sus inicios fue bautizado como “a prueba de tontos” debido a que se dejaba en claro, que tenía que hacer las tareas para los operarios lo más básicas posibles, esto con el fin de hasta cierto punto no ocupar la mente y el tiempo de un trabajador en algo que no era completamente necesario, pero luego por evitar que esta técnica tuviera un tono ofensivo para los trabajadores sencillamente se llamó “a prueba de errores”.

Un defecto existe en dos estados: está a punto de ocurrir o ha ocurrido ya. El poka yoke emplea tres funciones básicas contra los defectos: parada, control y aviso. El reconocimiento de que un defecto está a punto de ocurrir se denomina “predicción”, y reconocer que un defecto ha ocurrido ya se denomina “detección”.

Así que, se puede observar claramente el poder de esta técnica para reducir los errores y para hacer el trabajo de los operarios más eficiente, preocupándose por cada detalle del proceso en donde hay intervención de la parte humana.

Mudas o desperdicios.

Estos son los diferentes problemas que se pueden identificar como los culpables de ralentizar los procesos en una compañía o generadores de costos innecesarios, según afirman Villaseñor y Galindo (2008) citando al autor Dennis se (2002), *Lean manufacturing originalmente identifica 7 tipos de desperdicios, aunque actualmente se habla de 8 desperdicios.*

De acuerdo con Villaseñor y Contreras (2008) estas mudas son:

Tabla 2.

Tipos de desperdicio o mudas.

Tipo de desperdicio	Descripción
Sobreproducción	Este se refiere al producto que no logró venderse al mismo precio, que se realizó antes de lo requerido o no se vendió.
Inventario	Producto que es acumulado entre las fases del proceso o almacenado al final del mismo.
Movimiento de materiales o transporte	Movimiento que se evidencia de materias primas en el proceso productivo.
Productos defectuosos o retrabajos	Productos que debido a sus defectos requieren ser “retrabajados”.
Movimientos	Son los procesos no requeridos o necesarios en el proceso.
Proceso	Realización de pasos innecesarios para la obtención del producto final.
Espera	Periodo en el que el operador o la máquina deben esperar algo para continuar con los procesos.
Información	Se refiere a la ausencia, exceso o mal uso de la información en los procesos.

Nota: Adaptado de Villaseñor y Contreras (2008).

Metalmecánica (Sector galvanotecnia)

Esta área de la industria del mismo modo que otras como la metalúrgica han sido practicadas desde siglos pasados debido a sus grandes aplicabilidades en bienes que han sido de gran utilidad en la vida de las personas a lo largo de la historia, abarcando sectores como el automovilístico, aeronáutico, militar, arquitectónico, etc.

En lo que concierne al presente trabajo de investigación aplicada se enfocará en el sector de la Galvanotecnia puesto que es el que abarca toda la actividad industrial de la empresa ABS Cromosol Ltda. Que será estudiada en esta investigación. De acuerdo con un estudio realizado por el ministerio de ambiente y FUNDES Colombia se define así,

El sector galvánico comprende todos aquellos recubrimientos vía electrolítica sobre diferentes superficies con fines decorativos y de protección contra la corrosión, dadas las propiedades que presentan estas películas entre las cuales se destacan; la dureza, uniformidad, estabilidad y buen aspecto.

Adicionalmente se aclara que a un nivel industrial el sector de la galvanotecnia efectivamente forma parte de la cadena productiva metalmeccánica, y que este produce diferentes tipos de bienes, que se pueden ver claramente agrupados en la figura 2.

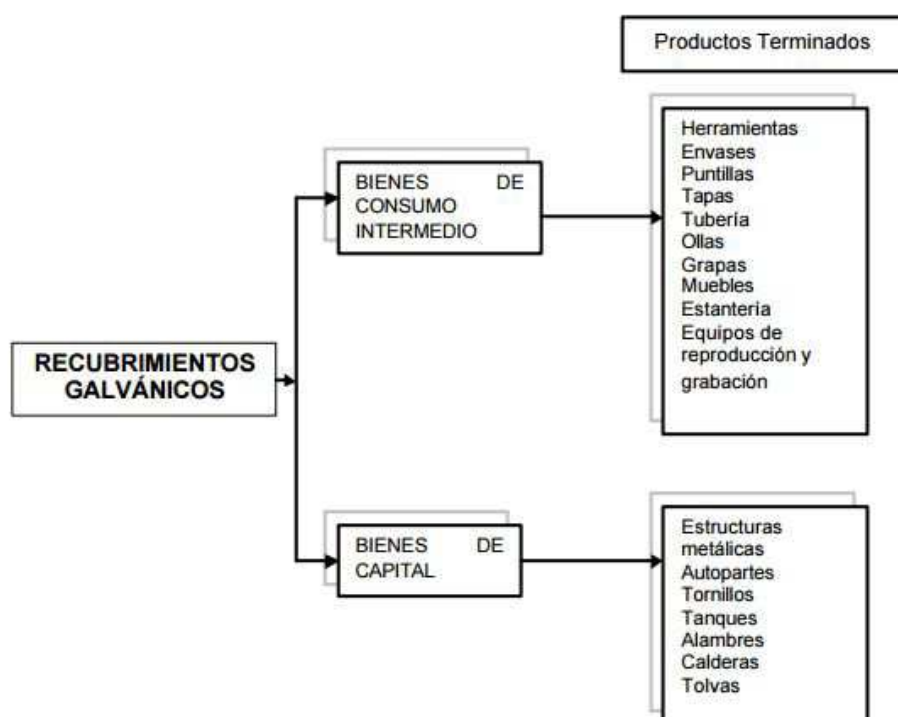


Figura 1. Cadena del sector de galvanotecnia según el destino final de los bienes.

Nota: Adaptado de guía de Buenas Prácticas para el Sector Galvanotécnica, (Ministerio del Medio Ambiente y FUNDES Colombia).

A causa de esto se puede observar las implicaciones que tiene este sector a nivel de la industria y las prestaciones que posee, ya que está directamente implicado con la entrega directa de la presentación de un producto final, ya sea para un cliente que se conforme por otra organización o el usuario final, que pueda estar buscando mejoras en las propiedades físicas de su producto o con fines decorativos.

Proceso de niquelado.

Este proceso es uno de los principales que se ha venido realizando por años para muchas aplicaciones de la industria en cuanto a revestimiento o recubrimiento de metales, el método más común y práctico el cuál de tratará y expondrá es el de la *deposición electrolítica de níquel*. Este tipo de proceso es muy utilizado debido a que le proporciona a las piezas tratadas ya sean de metal o plástico, diferentes propiedades físicas y químicas y además, en muchos casos uno de los usos que más llama la atención es su factor decorativo, aunque no es el más importante, según afirma Hernández y Gallego (2015),

La primera y más importante, aunque alejada de nuestros intereses, es decorativa. El níquel es capaz de cubrir imperfecciones en la superficie del metal base, actuando como nivelador. La deposición se puede controlar para producir depósitos brillantes mediante la adición de cantidades pequeñas de Cromo, que se co-depositará con el níquel, lo que permitirá obtener un depósito con un brillo que se mantendrá incluso en condiciones de trabajo/desgaste muy severas.

Por otra parte, los autores también aseguran que las piezas tratadas con estos baños electrolíticos de níquel llegan a adquirir una excelente protección contra la corrosión, y adicionalmente si se hacen baños con distintos tipos de níquel se pueden mejorar sus propiedades magnéticas debido a que este es un metal ferromagnético.

Así mismo, antes de poderse realizar un proceso como la deposición electrolítica se debe proceder a limpiar muy bien las piezas a tratar, esto se logra mediante una técnica de Zincado, que consta de los siguientes pasos de acuerdo a Hernández y Gallego (2015):

1. Inmersión en baño básico 2 minutos.

2. Aclarado en agua destilada durante 2 minutos (2 veces).
3. Inmersión en baño de HNO₃ concentrado durante 2 minutos máximo.
4. Aclarado en agua destilada durante 2 minutos (2 veces).
5. Inmersión en el baño de zincado durante 45s.
6. Aclarado sobre el baño de zincado.
7. Aclarado en agua destilada durante 2 minutos (2 veces).
8. Inmersión instantánea en el baño de HNO₃.
9. Aclarado en agua destilada durante 2 minutos (2 veces).
10. Nuevamente se procede a la inmersión en el baño de zinc durante 15s.
11. Aclarado con abundante agua antes de proceder al niquelado.

Este procedimiento es totalmente necesario y justificado ya que si no se realiza anterior al niquelado, el resultado de este no será el esperado o el óptimo debido a que se pueden presentar burbujas o decoloraciones en la pieza y unos acabados muy pobres, además de no llevar a cabo la optimización de sus propiedades físico-químicas.

En cuanto al proceso como tal del niquelado, se encuentra que no tiene un alto grado de complejidad en su ejecución, sino por el contrario más de minuciosa aplicabilidad, es decir, el tener control total sobre las medidas exactas de los químicos utilizados en la solución, su pH y temperatura, se expone el método de la siguiente manera:

El método de niquelado es sencillo. La introducción de la pieza de aluminio inmediatamente después de cincarla, en el baño a la temperatura adecuada produce el comienzo de la reacción de manera instantánea, acompañado de un desprendimiento generoso de H₂. La generación de H⁺ en el baño, produce un descenso del pH, descenso 6 que ha de ser mitigado mediante la adición de hidróxido amónico de manera continua, sin sobrepasar el valor máximo de pH=9, guiándonos por el pH-metro y la coloración de la disolución. (Hernández y Gallego, 2015, pág. 5)

Así pues se observa de esta manera un procedimiento llevado a buen término en una deposición electrolítica de níquel, que como se ha sustentado, es muy útil para gran cantidad y variadas áreas de la industria.

Proceso de cromado.

Otro proceso que corresponderá definir a continuación es el del recubrimiento de cromo, que ha tenido su aparición desde varios años atrás en la industria, tal vez tanto como el del niquelado, y aunque este tipo de procesos habían sido atenuados por la aparición en los siglos recientes de los recubrimientos con otros materiales como plásticos y pintura, tanto el cromo como muchos otros metales con propiedades naturales con mayores beneficios y prestaciones a la hora de los revestimientos de metales y plásticos, vuelven a hacer su aparición en las grandes industrias que los prefieren precisamente por el valor agregado que otorgan, entre estas la industria de automoción (automóviles, camiones y camiones). Julve (2001) argumenta que,

El recubrimiento de cromo es único e insustituible en muchas de sus aplicaciones. Puede proporcionar un brillo, una dureza, una resistencia al desgaste y un bajo coeficiente de fricción, que ningún otro material puede aportar, Por otra parte, cuando se utiliza correctamente, estas propiedades tienen la gran ventaja de ser durables, por lo que a la larga y en términos de vida de servicio, este recubrimiento resulta ser económicamente barato y muy rentable. (Sección de Introducción, párr. 1, <file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-PerspectivaGeneralDelCromadoIndustrial-866610.pdf>)

Claramente, es importante abordar como tal cuales son los elementos que son determinantes a la hora de realizar este tipo de proceso, puesto que existen muchas variables que lo afectan y que por el hecho de no conocer su procedencia y consecuencias, no se obtienen recubrimientos óptimos, ni los valores agregados esperados en los productos o bienes a tratar, Benelmekki y Riera (2005) exponen su investigación sobre un procedimiento correctamente llevado a cabo en cuanto a un revestimientos de metales o plásticos con cromo,

La presente invención proporciona un procedimiento para aplicar un recubrimiento con acabado de cromo electrolítico sobre la totalidad o parte de la superficie de un artículo termoplástico, metálico o de aleación metálica, que comprende las etapas de: (a) preparación del artículo

termoplástico, metálico, o de aleación metálica; (b) aplicación de una capa base polimérica sobre dicho artículo, (c) curado de dicha capa base polimérica, y (d) depósito de una monocapa de cromo sobre el artículo recubierto con la capa base polimérica curada; caracterizado porque el curado de dicha capa base polimérica de la etapa (c) se realiza a una temperatura de entre 30 y 80°C.

Vista esta serie de pasos generales para la ejecución del procedimiento se puede entender de manera más técnica la inmensa variabilidad que se pueden llegar a presentar en procesos industriales de este tipo en donde el control total de las condiciones en donde se realiza el proceso muchas veces llega a ser muy compleja de asegurar, sin embargo, para obtener un proceso de cromado exitoso, así como de muchos otros metales, es esencial la estandarización y la reducción al máximo de los factores internos y externos que afecten la actividad.

Marco geográfico.

El presente trabajo de investigación aplicada, se realizará en el lugar en donde la Mipyme ABS Cromosol Ltda., tiene su única sede, Bogotá – Colombia, esta planta de producción y almacenamiento de producto terminado se encuentra ubicada en la carrera 69b 37b sur-27, un sector en el que se observan varias Pymes dedicadas a diferentes tipos de actividad industrial como, el tratamiento de plásticos, metales, cerámicas, químicos, entre otros.

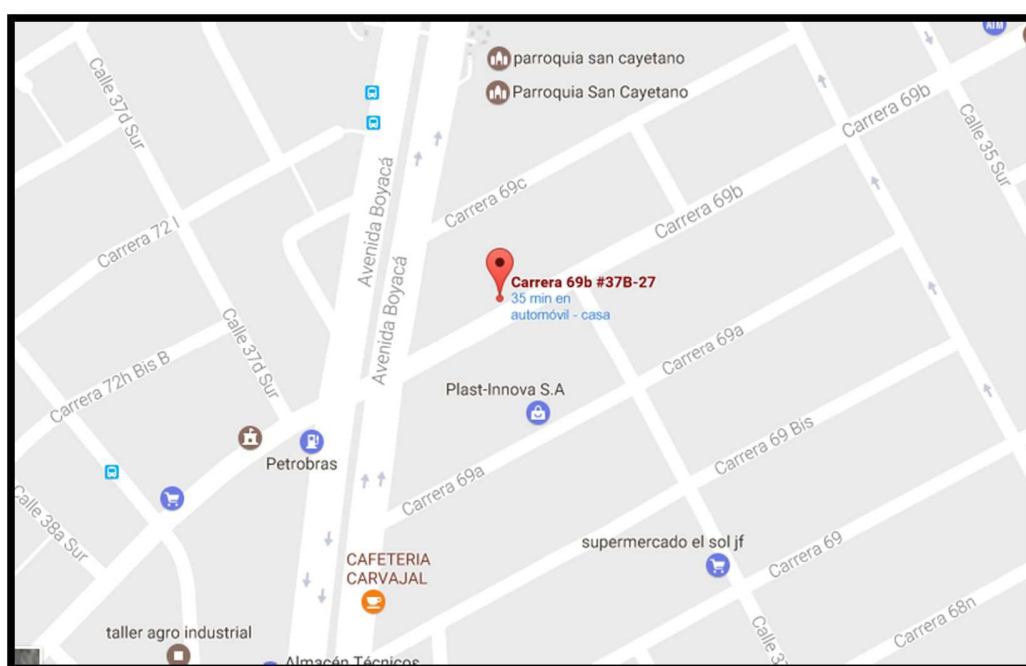


Figura 2. Ubicación de ABS Cromosol Ltda.

Nota: Google maps.

Como tal la vía principal de acceso con la que cuenta la empresa es la avenida Boyacá como se ilustra en la Figura 2. Los proveedores llevan hasta este punto la materia prima para que sea procesada dependiendo del requerimiento, y son estas mismas empresas las que recogen el producto terminado. Además de esto la empresa consigue sus insumos y demás requerimientos para el tratamiento y revestimiento de metales en este mismo sector.

Marco histórico.

En primera instancia se tratarán los antecedentes de la filosofía Lean Manufacturing como aspecto importante, estos se remontan a la primera mitad del siglo XX, justo en la época en la que la producción en masa sufría su crisis, el Fordismo y el Taylorismo eran tipos de producción que estaban quedando obsoletos debido a su falta de flexibilidad y adaptación en los procesos. Paralelo a esto se estaba desarrollando una filosofía en la creciente empresa del momento en Japón, Toyota, la “producción ajustada” o “Lean manufacturing”, como respuesta a un momento difícil que presento la empresa en mención, en cuanto a las ventas, el precursor de este “Toyotismo” (también denominado de esta manera refiriéndose a la misma filosofía), sería un joven ingeniero japonés de la época llamado Eiji Toyoda. Este hombre luego de realizar un viaje a la planta Rouge de Ford, comprendió que el mayor problema que se observaba en las empresas con el modelo utilizado en ese entonces era el despilfarro presentado en sus procesos, y además entendió que lo que se hacía en las fábricas occidentales era irreproducible en las japonesas debido a muchos factores económicos y legales del país. (Rajadell y Sánchez ,2010).

Así mismo, era una realidad para las compañías Japonesas en ese entonces entender que no estaban provistos de las suficientes materias primas energéticas, y muchos otros factores con los que si contaban las empresas occidentales. Es de esta manera como se interioriza que, “El reto para los japoneses fue lograr beneficios de productividad sin aprovechar los recursos de las economías a escala y la estandarización taylorista y fordiana.” (Rajadell & Sánchez, 2010, P. 5).

Esta es una metodología que tiene como objetivo hacer los procesos más productivos eliminando el despilfarro o desperdicios y lo que no le agrega valor a los procesos.

Ahora bien, en cuanto a la locación en donde se desarrollará este trabajo de investigación aplicada, será llevada a cabo en una Pyme que se desempeña en el sector de la industria metalmecánica, llamada ABS Cromosol Ltda. Esta se dedica de manera más específica al revestimiento de metales y plásticos. Los procesos en los que se enfocará este modelo de implementación de Lean Manufacturing serán en los de cromado y niquelado. Sus principales clientes demandan sus servicios de transformación para obtener partes de vehículos (en su mayoría), y también de diferentes artículos de hogar, oficina y demás, como muebles, armarios y afines que cuentan en su estructura con partes de plástico o metal que requieren ser tratadas con estos procesos ya sea para mejorar sus propiedades físicas o apariencia con fines decorativos.

La Pyme comienza su actividad alrededor del año 1990-1991, llevando así más de 20 desempeñándose en este sector metalmecánico. Pero más exactamente en el de la galvanotecnia, ha pasado por varias administraciones lo que ha ocasionado variabilidad tanto en sus procesos productivos como administrativos, lo que en mayor parte se percibe como uno de los causantes de las apariciones de las mudas evidenciadas.

Marco legal.

Para el desarrollo del presente trabajo se tendrá en cuenta la siguiente legislación correspondiente a la regulación y codificación de las consultorías en Colombia:

REGLAMENTO A LA LEY DE CONSULTORIA, CODIFICACION.

Decreto Ejecutivo 1103, Registro Oficial 204 de 7 de Febrero del 2006.

Este decreto explica cada una de las partes relevantes que constituyen la consultoría, se conforma por:

- Título I. DE LA CONSULTORIA Y SU EJERCICIO
- Título II DE LA CONTRATACION
- Título III DEL REGISTRO DE CONSULTORIA
- Título IV DEL COMITE DE CONSULTORIA
- Título V DISPOSICIONES GENERALES
- Título VI DEROGATORIAS Y REFORMAS

De esta manera en cada uno de estos apartados, abarcan los temas de quienes pueden realizar este servicio, cuáles son sus limitaciones, las formas de contratación, de expedición de contratos, las maneras correctas y permitidas de recibir remuneración, además de las prohibiciones, obligaciones, y beneficios que tienen las figuras naturales o jurídicas para el desarrollo de la actividad propiamente.

Capítulo III

Hipótesis y variables

Hipótesis.

Se logrará un aumento en la productividad mediante el uso de la herramienta VSM con la cual se definirá un diagnóstico de los procesos y un objetivo a alcanzar, para de esta manera, mediante la aplicación de las semanas Kaizen, 5's y Poka-yoke lograr eliminar o disminuir las diferentes mudas, y errores humanos que afectan la calidad de los procesos de la empresa, así mismo la intervención de Heijunka con la nivelación de cargas mejorará el cumplimiento de las entregas de pedido, todo direccionado al cumplimiento del VSM propuesto.

Variables.

- Productividad: Se refiere al total de producto terminado conseguido en relación con los recursos utilizados (personas, materia prima, tiempo).
- Calidad: Se refiere a la cantidad total de producto terminado que cumple con las especificaciones internas y del cliente, en relación con el total de producto procesado,
- Cumplimiento de entregas: Se refiere a la cantidad de pedidos entregados completos a los clientes.
- Lead Time: Se refiere al tiempo necesario desde que se recibe la orden del cliente hasta que puede ser despachada y entregada al mismo.

Capítulo IV

Metodología del proyecto

Naturaleza de la investigación.

Para el presente trabajo se utilizará un enfoque de naturaleza cuantitativo debido a que todas las actividades que se llevarán a cabo se regirán bajo las premisas de:

- Recolección de información y datos.
- Medición numérica.
- Análisis estadístico.

Todo esto en cuanto a la medición de tiempos en los procesos, el control de las unidades procesadas, estandarización de procedimientos, cálculo de indicadores óptimos como objetivos a alcanzar, establecimiento de inventario en proceso y terminado, variabilidad en los procesos, entre otros aspectos que serán abordados.

Tipo de investigación.

La metodología que se seleccionó para llevar a cabo este trabajo de investigación aplicada, fue una investigación de tipo *explicativa*, además de *diseño experimental*, debido a que lo que se busca en primer lugar es, describir y detallar de la manera más precisa los diferentes problemas que se evidenciaban en la empresa ABS Cromosol Ltda. Mediante el estudio de las relaciones y el impacto de ciertas variables, en la productividad de la empresa. Para de esta manera encontrar las causales, y poder analizar los motivos reales que generaban las diferentes mudas o despilfarros en los procesos de cromado y niquelado, además de esto, posteriormente los diseños experimentales contribuirían a la mejora o disminución de los inconvenientes evidenciados respecto a las mayores falencias que afectan los niveles de productividad en los procesos electrolíticos y más específicamente en la línea pre-lectrolítica, tanto para metales como plásticos, mediante estos diseños, se tendrían en cuenta las diferentes variables que componen el proceso como, material de las piezas (metal o plástico), densidad de las piezas, niveles de concentración de cada químico específico en cada tanque de proceso, niveles de pH y temperatura en los químicos requeridos, entre otros.

Universo, población, muestra, unidad de análisis.

Debido a que se desarrolló el presente trabajo de investigación aplicada en el sector de la industria metalmeccánica, se necesita delimitar el *universo* en el cual se enfocó todo el estudio, siendo este entonces, el sector de tratamiento y revestimiento de metales y plásticos en su mayoría, pasando a identificar la *población* seleccionada, la empresa ABS Cromosol Ltda. *La unidad de análisis* se tomó como los procesos electrolíticos que maneja la empresa para el tratamiento de estos plásticos y metales, y como *muestra* se toman los procesos de cromado y niquelado de la empresa, en donde se realizó el estudio de mudas y demás.

Plan para recolección.

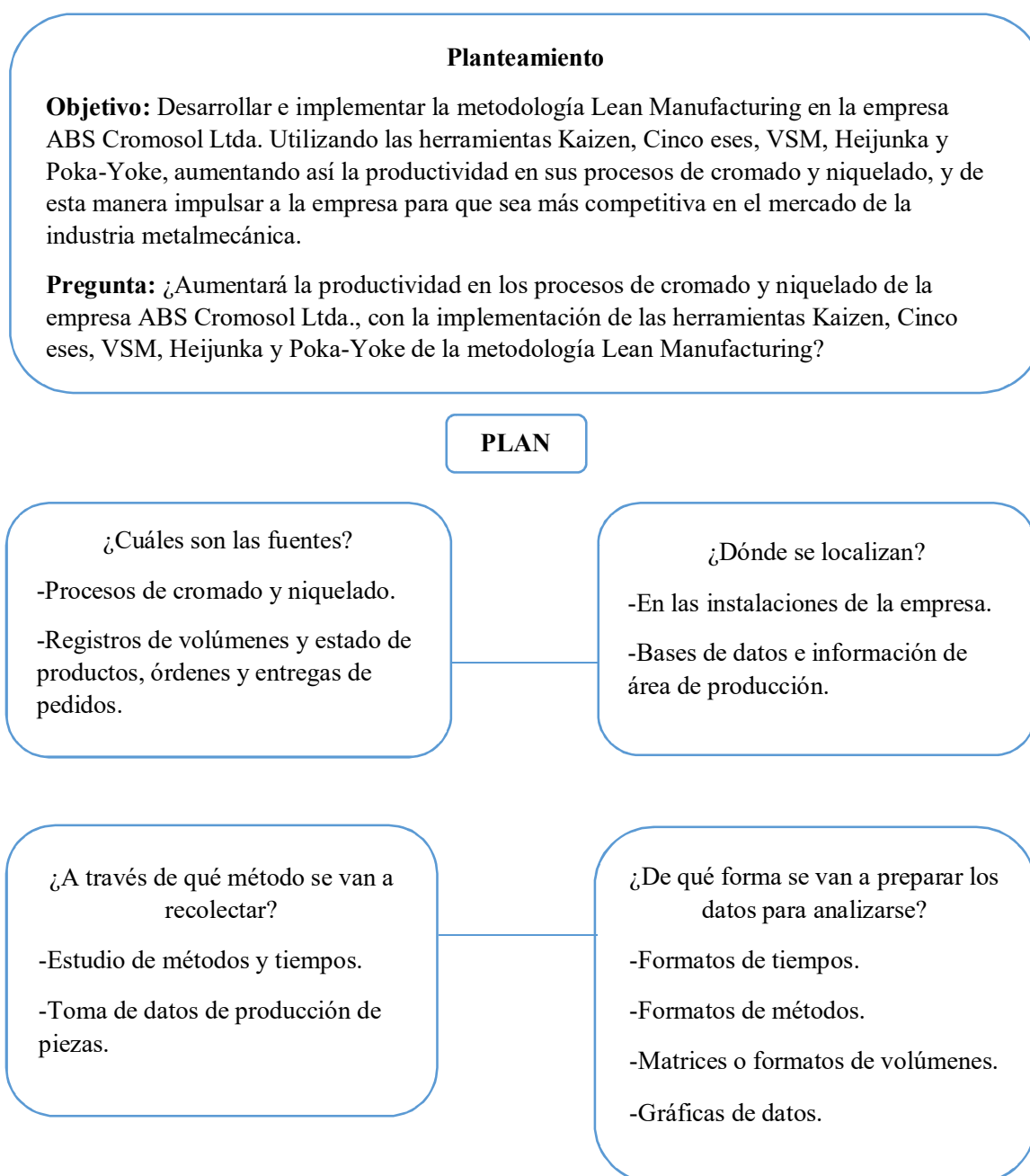


Figura 3. Plan para recolección de datos.

Nota: Creación propia.

Procesamiento de datos.

Así pues, por medio de visitas y el registro de datos a través de la creación de diferentes formatos para analizar el comportamiento de los procesos de cromado y niquelado, se buscó reunir la información correspondiente a 12 semanas de funcionamiento de la empresa, entre los horarios normales de trabajo con respecto al funcionamiento inicial en el que se encontraba para de esta manera poder evidenciar las mudas existentes.

Debido a que se entiende que los operarios trabajan de manera distinta cuando se está midiendo su manera de laborar, se concilió con el encargado, el jefe de planta, que las visitas no serían anunciadas a los operarios, para poder mantener una buena calidad en la información y no generar sesgos.

Datos a recolectar:

Tabla 3.

Datos recolectados en los procesos de cromado y niquelado.

Relacionados a la CALIDAD	Relacionados al LEAD TIME de entrega al cliente
Número de piezas conformes	Tiempo de producción por lotes de los procesos
Número de piezas para reproceso	Número de pedidos entregados
Número de piezas no conformes	Número de pedidos entregados completos

Nota: Autoría propia.

Ahora bien, en cuanto a los datos referentes a la toma de tiempos, se encontraran en el apartado de *Descripción, interpretación y discusión de datos e información obtenidos*, en el que se enfocan los procedimientos llevados a cabo para el estudio de tiempos y métodos. Luego de clarificar los diferentes datos que se iban a registrar, se procedió a la generación de los instrumentos para recolección, estos se podrán evidenciar en el Excel adjunto al presente informe en donde se encuentran las 12 semanas de situación inicial, evolución y cálculo de indicadores.

Diseño experimental y estrategia de intervención

Tabla 4.

Diseño experimental de aplicación.

Resultados	Actividades	
R1. <i>Propuesta de diagnóstico y mejora de la situación de la empresa con VSM.</i>	1.1 Realizar un diagnóstico de la situación inicial o actual de la empresa mediante la herramienta VSM.	1.2 Diseñar el mapeo del proceso, posterior a la intervención de Lean Manufacturing que corresponde a la mejora propuesta.
R2. <i>Documentación de los procesos electrolíticos estandarizados. (Guías de trabajo y procedimientos, mediante estudio de métodos y tiempos).</i>	2.1 Determinar todos los requerimientos específicos de tiempos, materia prima, operarios y maquinaria para cada procedimiento de las líneas electrolíticas de la empresa.	
R3. <i>Propuesta de aplicación de acciones de mejora mediante 5's y Kaizen.</i>	3.1 Analizar los puestos y zonas de trabajo.	3.2 Crear los formatos de 5's y de eventos Kaizen según las necesidades evidenciadas.

R4. Indicadores de gestión de los procesos (KPI's)	4.1 Seleccionar los KPI's idóneos para la medición del rendimiento de los procesos según las necesidades evidenciadas.	4.2 Reunir la información referente a tiempos, costes, entregas y calidad de los procesos de cromado y niquelado de la empresa semanalmente.	4.3 Calcular los diferentes KPI's utilizando la información recolectada.
R5. Propuesta de aplicación de acciones de mejora mediante el uso de Poka-Yoke y Heijunka, para reducción de errores humanos y nivelación de cargas de trabajo respectivamente.	5.1 Analizar las herramientas de trabajo y los procesos electrolíticos, además de las cargas de pedidos de trabajo semanales de la empresa.	5.2 Modificar herramientas y puestos de trabajo con los Poka-Yokes necesarios.	5.3 Aplicar metodología de Heijunka para nivelar las cargas de trabajo y pedidos de los clientes.

Nota: Autoría propia.

Descripción, interpretación y discusión de datos e información obtenida.

A continuación se expondrán los pasos del estudio de métodos y tiempos mediante el cual se llevó a cabo la toma de información y datos, para así poder presentar la descripción e interpretación de los mismos.

Se tuvieron en cuenta las directrices expuestas por Cruelles (2013):

- El estudio de métodos de una tarea es la investigación sistemática de las operaciones que la componen, su tipología, materiales y herramientas utilizadas.

- El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos de trabajo y actividades correspondientes a las operaciones de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, con el fin de analizar los datos y poder calcular el tiempo requerido para efectuar la tarea según el método de ejecución establecido. Su finalidad consiste en establecer medidas o normas de rendimiento para la ejecución de una tarea.

Ahora bien, se definen las etapas del estudio de métodos y tiempos:

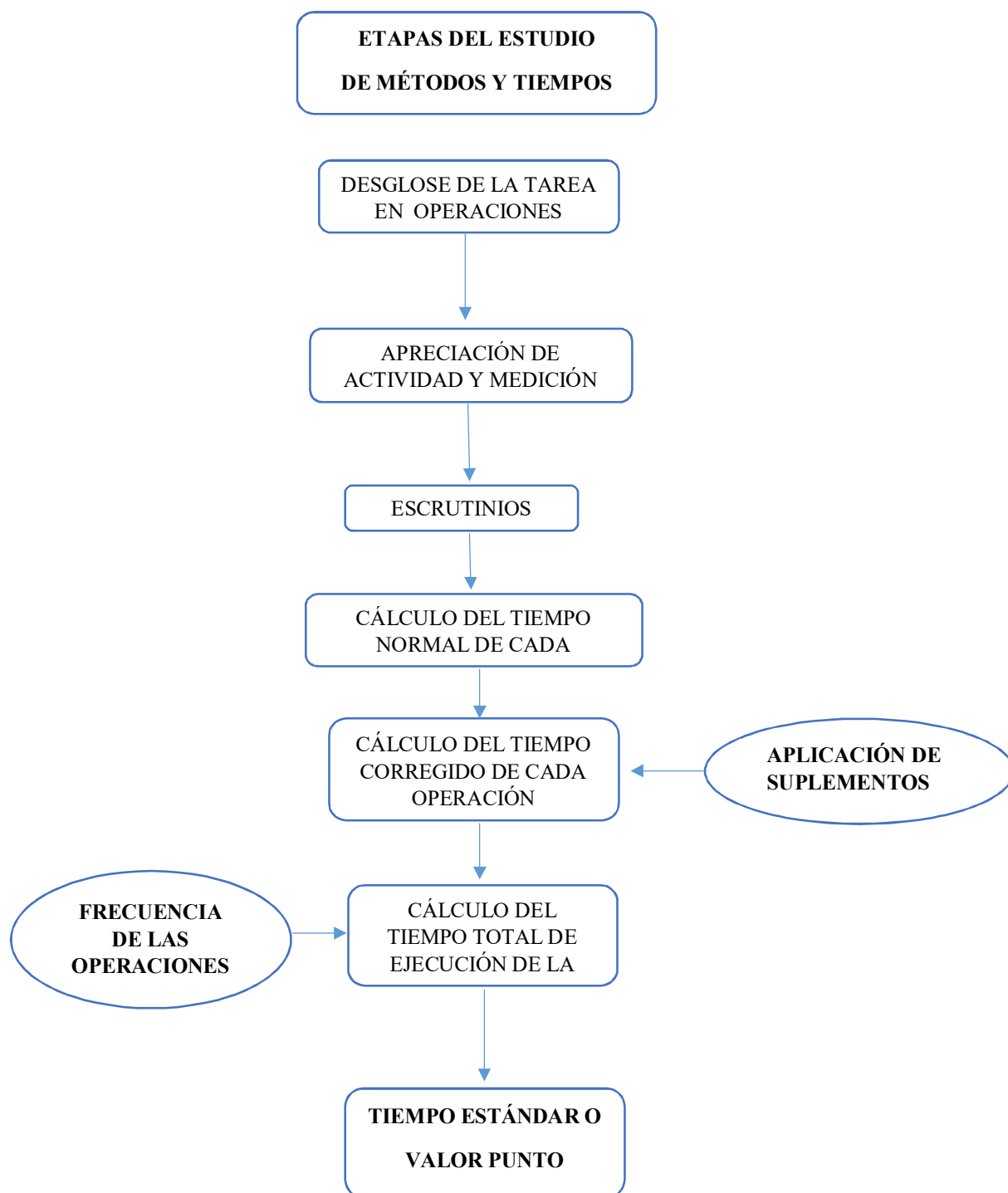


Figura 4. Etapas del estudio de métodos y tiempos.

Nota: Adaptado de Cruelles, J. (2013). pág. 23.

Desglose de la tarea en operaciones.

La empresa ABS Cromosol cuenta con dos líneas en cada uno de sus procesos electrolíticos, tanto para el tratamiento de plástico como de metales. En primer lugar, se tiene la línea pre-electrolítica en donde las piezas reciben un trato que les provee de las condiciones metálicas apropiadas para poder recibir los baños posteriores de manera adecuada (caso plástico), por otra parte está el caso del metal, en donde las piezas deben pulidas, limpiadas y desengrasadas, por medio de ciertos baños antes de los electrolíticos, esto para asegurar las condiciones de la pieza para que pueda ser recubierta, es decir, es completamente necesario para asegurar la limpieza de la pieza y evitar parches o recubrimientos pobres con defectos en general. A continuación se llevara a cabo el estudio de métodos que se hizo para cada área del proceso:

Formatos de métodos.

Se especifica la simbología utilizada en los formatos:










Icono	Tipo de operación
	Operación de valor añadido
	Desplazamiento
	Almacenamiento
	Demora o espera
	Inspección
	Inspección-operación
	Búsqueda
	Operación eliminable
	Comunicación

Figura 5. Simbología tipos de operación.

Nota: Adaptado de Cruelles, J. (2013).

Ahora se presentarán los diferentes formatos del estudio de métodos:

Hoja de toma de datos de Método de la tarea.				
Tarea:	Baño línea pre-lectrolítica	Empresa:	ABS Cromosol Ltda.	
Fecha:	04/08/2017	Proceso:	Niquelado/Cromado	
Analista:	Sebastian Jerez	Área:	Línea pre-lectrolítica	
Operario:	Luis Arias			
	Descripción de la operación	Tipo	Hito inicial.	Hito final.
1	Abastecer canasta con piezas (S/C)	<input type="radio"/>	Tomar empaque con piezas	Vaciar empaque en canasta
2	Enjuagar piezas en canasta	<input type="radio"/>	Vaciar empaque en canasta	Sumergir canasta en tanque con agua
3	Retirar piezas de tanque de agua	<input type="checkbox"/>	Sumergir canasta en tanque con agua	Sacar canasta y escurrir al tiempo
4	Llevar piezas a tanque <i>mordentado</i>	<input type="checkbox"/>	Sacar canasta y escurrir al tiempo	Llevar canasta a <i>mordentado</i>
5	Sumergir por 25 min en mordentado	<input type="radio"/>	Llevar canasta a mordentado	Sumergir con uso de pesos en mordentado
6	Retirar piezas de tanque <i>Mordentado</i>	<input type="checkbox"/>	Sumergir con uso de pesos en mordentado	Sacar canasta y escurrir al tiempo
7	Llevar piezas a zona enjuague <i>mordentado</i>	<input type="checkbox"/>	Sacar canasta y escurrir al tiempo	Llevar canasta a enjuague de mordentado
8	Enjuagar piezas en canasta	<input type="radio"/>	Llevar canasta a enjuague de mordentado	Sumergir canasta en tanque con agua
9	Enjuagar piezas en canasta	<input type="radio"/>	Sumergir canasta en tanque con agua	Sumergir canasta en tanque con agua
10	Enjuagar piezas en canasta	<input type="radio"/>	Sumergir canasta en tanque con agua	Sacar canasta y escurrir al tiempo
11	Llevar piezas a zona enjuague manguera	<input type="checkbox"/>	Sacar canasta y escurrir al tiempo	Llevar canasta cerca a rejillas de desague
12	Enjuague de piezas con manguera	<input type="radio"/>	Llevar canasta cerca a rejillas de desague	Lavar piezas uniformemente con manguera
13	Llevar piezas a zona de <i>Reductor</i>	<input type="checkbox"/>	Lavar piezas uniformemente con manguera	Llevar canasta al tanque de reductor
14	Sumergir 3 min en <i>Reductor</i>	<input type="radio"/>	Llevar canasta al tanque de reductor	Sumergir la canasta con uso de rejillas plásticas
15	Retirar piezas de tanque de <i>Reductor</i>	<input type="checkbox"/>	Sumergir la canasta con uso de rejillas plásticas	Sacar canasta y escurrir al tiempo
16	Enjuagar piezas en canasta	<input type="radio"/>	Sacar canasta y escurrir al tiempo	Sumergir canasta en tanque con agua
17	Enjuagar piezas en canasta	<input type="radio"/>	Sumergir canasta en tanque con agua	Sacar canasta y escurrir al tiempo
18	Sumergir 5 min en tanque de <i>Paladio</i>	<input type="radio"/>	Sacar canasta y escurrir al tiempo	Sumergir la canasta con uso de rejillas plásticas
19	Retirar piezas de tanque de <i>Paladio</i>	<input type="checkbox"/>	Sumergir la canasta con uso de rejillas plásticas	Sacar canasta y escurrir al tiempo
20	Enjuagar piezas en canasta	<input type="radio"/>	Sacar canasta y escurrir al tiempo	Sumergir canasta en tanque con agua
21	Enjuagar piezas en canasta	<input type="radio"/>	Sumergir canasta en tanque con agua	Sacar canasta y escurrir al tiempo
22	Sumergir 4 min en tanque de <i>Acelerado</i>	<input type="radio"/>	Sacar canasta y escurrir al tiempo	Sumergir la canasta en tanque
23	Enjuagar piezas en canasta	<input type="radio"/>	Sumergir la canasta en tanque	Sumergir canasta en tanque con agua
24	Enjuagar piezas en canasta	<input type="radio"/>	Sumergir canasta en tanque con agua	Sacar canasta y escurrir al tiempo
25	Sumergir 5 min en tanque de <i>Níquel químico</i>	<input type="radio"/>	Sacar canasta y escurrir al tiempo	Verter piezas de la canasta al tanque de níquel (uso rejilla)
26	Pasar piezas a enjuague	<input type="radio"/>	Verter piezas de la canasta al tanque de níquel (uso rejilla)	Tomar piezas con las manos (guantes) y depositar en enjuague

Figura 6. Formato de método Línea pre-lectrolítica plástico.

Nota: Adaptado de Cruelles, J. (2013).








Hoja de toma de datos de Método de la tarea.				
Tarea:	Enganche	Empresa:	ABS Cromosol Ltda.	
Fecha:	04/08/2017	Proceso:	Niquelado/Cromado	
Analista:	Sebastian Jerez	Área:	Enganche	
Operario:	Luis			
Descripción de la operación		Tipo	Hito inicial.	Hito final.
1	Llevar piezas a zona de enganche		Retirar y escurrir piezas del enjuague de Níquel	Desplazar a zona de enganche
2	Seleccionar las piezas conformes		Desplazar a zona de enganche	Separar piezas conformes, de las no conformes
3	Llevar piezas no conformes a tanque de reproceso		Separar piezas conformes, de las no conformes	Desplazar piezas a zona de ácido clorhídrico
4	Depositar piezas no conformes en tanque de reproceso		Desplazar piezas a zona de ácido clorhídrico	Sumergir piezas en ácido clorhídrico
5	Desplazarse a zona de enganche		Sumergir piezas en ácido clorhídrico	Detenerse en zona de enganche
6	Enganchar piezas seleccionadas		Detenerse en zona de enganche	Poner las piezas en gancheras

Figura 7. Formato de método Enganche.

Nota: Adaptado de Cruelles, J. (2013).


Hoja de toma de datos de Método de la tarea.				
Tarea:	Baño línea de cromado	Empresa:	ABS Cromosol Ltda.	
Fecha:	04/08/2017	Proceso:	Niquelado	
Analista:	Sebastian Jerez	Área:	Línea de cromado	
Operario:	Miguel Bolivar			
Descripción de la operación		Tipo	Hito inicial.	Hito final.
1	Llevar piezas a tanque de <i>Cobre</i>	➡	Descolgar gancheras de zona enganche	Colgar en barras del tanque <i>Baño de cobre</i>
2	Sumergir 20 min en <i>baño de cobre</i>	○	Colgar en barras del tanque <i>Baño de cobre</i>	Sumergir y posicionar equidistantes las gancheras una de la otra en barra
3	Retirar gancheras de tanque de <i>Cobre</i>	○	Sumergir y posicionar equidistantes las gancheras una de la otra en	Desprender de barra y escurrir gancheras al tiempo
4	Llevar a tanque de enjuague	➡	Desprender de barra y escurrir gancheras al tiempo	Desplazarse a zona de enjuagues
5	Realizar enjuague en tanque	○	Desplazarse a zona de enjuagues	Enjuague en ganchera (sumergir y sacar)
6	Realizar enjuague en tanque	○	Pasar al siguiente enjuague	Enjuague en ganchera (sumergir y sacar)
7	Realizar enjuague en tanque	○	Pasar al siguiente enjuague	Enjuague en ganchera (sumergir y sacar)
8	Realizar enjuague en tanque	○	Pasar al siguiente enjuague	Enjuague en ganchera (sumergir y sacar)
9	Llevar piezas a tanque de <i>Niquel</i>	➡	Enjuague en ganchera (sumergir y sacar)	Colgar en barras del tanque <i>Baño de Niquel</i>
10	Sumergir 5 min en <i>baño de Niquel</i>	○	Colgar en barras del tanque <i>Baño de Niquel</i>	Sumergir y posicionar equidistantes las gancheras una de la otra en barra
11	Retirar gancheras de tanque de <i>Niquel</i>	○	Sumergir y posicionar equidistantes las gancheras una de la otra en	Desprender de barra y escurrir gancheras al tiempo
12	Llevar a tanque de enjuague	➡	Desprender de barra y escurrir gancheras al tiempo	Desplazarse a zona de enjuagues
13	Realizar enjuague en tanque	○	Desplazarse a zona de enjuagues	Enjuague en ganchera (sumergir y sacar)
14	Realizar enjuague en tanque	○	Pasar al siguiente enjuague	Enjuague en ganchera (sumergir y sacar)
15	Realizar enjuague en tanque	○	Pasar al siguiente enjuague	Enjuague en ganchera (sumergir y sacar)
16	Llevar piezas a <i>baño de Cromo</i>	➡	Enjuague en ganchera (sumergir y sacar)	Colgar en barras del tanque <i>Baño de Cromo</i>
17	Sumergir 6 seg en <i>baño de Cromo</i>	○	Colgar en barras del tanque <i>Baño de Cromo</i>	Sumergir y posicionar equidistantes las gancheras una de la otra en barra
18	Retirar gancheras de tanque de <i>cromo</i>	○	Sumergir y posicionar equidistantes las gancheras una de la otra en	Desprender de barra y escurrir gancheras al tiempo
19	Llevar a tanque de enjuague	➡	Desprender de barra y escurrir gancheras al tiempo	Desplazarse a zona de enjuagues
20	Realizar enjuague en tanque	○	Desplazarse a zona de enjuagues	Enjuague en ganchera (sumergir y sacar)
21	Realizar enjuague en tanque	○	Pasar al siguiente enjuague	Enjuague en ganchera (sumergir y sacar)
22	Realizar enjuague en tanque	○	Pasar al siguiente enjuague	Enjuague en ganchera (sumergir y sacar)
23	Realizar enjuague en tanque	○	Pasar al siguiente enjuague	Enjuague en ganchera (sumergir y sacar)
24	Llevar gancheras a zona de desenganche	➡	Enjuague en ganchera (sumergir y sacar)	Desplazarse a zona de desenganche
25	Desenganche de piezas	○	Desplazarse a zona de desenganche	Desenganchar y depositar piezas en cubeta con agua
26	Llevar piezas a centrifugadora	➡	Desenganchar y depositar piezas en cubeta con agua	Desplazar piezas a centrifugadora
27	Centrifugar	○	Desplazar piezas a centrifugadora	Depositar en centrifugadora y encender

Figura 8. Formato de método Línea de cromado plástico.

Nota: Adaptado de Cruelles, J. (2013).

Hoja de toma de datos de Método de la tarea.				
Tarea:	Baño línea niquelado	Empresa:	ABS Cromosol Ltda.	
Fecha:	04/08/2017	Proceso:	Niquelado	
Analista:	Sebastian Jerez	Área:	Línea Niquelado metal	
Operario:	Leonidas Bermudez			
	Descripción de la operación	Tipo	Hito inicial.	Hito final.
1	Llevar piezas a zona de pulido	⇒	Tomar las piezas a tratar	Desplazar piezas a zona de pulido
2	Pulir piezas con grata	○	Desplazar piezas a zona de pulido	Pulir uniformemente para limpiar y eliminar imperfecciones
3	Llevar piezas a baño de desengrase (soda cáustica y cianuro de sodio)	⇒	Pulir uniformemente para limpiar y eliminar imperfecciones	Desplazar piezas a baño de desengrase
4	Conectar rectificadores	○	Desplazar piezas a baño de desengrase	Conectar rectificador positivo a la pieza y negativo al tanque
5	Sumergir 10 min en baño de desengrase	○	Conectar rectificador positivo a la pieza y negativo al tanque	Sumergir pieza en baño
6	Enjuague de pieza	○	Sumergir pieza en baño	Sacar pieza y enjuagar en tanque aledaño
7	Llevar a zona de decapado	⇒	Sacar pieza y enjuagar en tanque aledaño	Desplazar piezas a zona de decapado
8	Sumergir 5 min en solución ácido sulfúrico y agua	○	Desplazar piezas a zona de decapado	Sumergir piezas en baño de decapado
9	Retirar de baño de decapado	○	Sumergir piezas en baño de decapado	Sacar y limpiar con esponja
10	Llevar a baño de Niquel	⇒	Sacar y limpiar con esponja	Desplazar piezas a tanque de Niquel
11	Sumergir 15 en baño de Niquel	○	Desplazar piezas a tanque de Niquel	Sumergir piezas y activar movimiento mecánico
12	Retirar piezas de baño de Niquel	○	Sumergir piezas y activar movimiento mecánico	Descolgar y retirar piezas
13	Enjuague de pieza	○	Descolgar y retirar piezas	Enjuagar pieza en tanque aledaño
14	Enjuague de pieza	○	Pasar a siguiente enjuague	Enjuagar pieza en tanque

Figura 9. Formato de método Línea de niquelado metal.

Nota: Adaptado de Cruelles, J. (2013).


Hoja de toma de datos de Método de la tarea.				
Tarea:	Línea de Cromado	Empresa:	ABS Cromosol Ltda.	
Fecha:	04/08/2017	Proceso:	Cromado	
Analista:	Sebastián Jerez	Área:	Línea Cromado metal	
Operario:	Esteban Bermudez			
	Descripción de la operación	Tipo	Hito inicial.	Hito final.
1	Llevar piezas a zona de pulido	⇒	Tomar las piezas a tratar	Desplazar piezas a zona de pulido
2	Pulir piezas con grata	○	Desplazar piezas a zona de pulido	Pulir uniformemente para limpiar y eliminar imperfecciones
3	Llevar piezas a baño de desengrase (soda cáustica y cianuro de sodio)	⇒	Pulir uniformemente para limpiar y eliminar imperfecciones	Desplazar piezas a baño de desengrase
4	Conectar rectificadores	○	Desplazar piezas a baño de desengrase	Conectar rectificador positivo a la pieza y negativo al tanque
5	Sumergir 10 min en baño de desengrase	○	Conectar rectificador positivo a la pieza y negativo al tanque	Sumergir pieza en baño
6	Enjuague de pieza	○	Sumergir pieza en baño	Sacar pieza y enjuagar en tanque aledaño
7	Llevar a zona de decapado	⇒	Sacar pieza y enjuagar en tanque aledaño	Desplazar piezas a zona de decapado
8	Sumergir 5 min en solución ácido sulfúrico y agua	○	Desplazar piezas a zona de decapado	Sumergir piezas en baño de decapado
9	Retirar de baño de decapado	○	Sumergir piezas en baño de decapado	Sacar y limpiar con esponja
10	Llevar a baño de Niquel	⇒	Sacar y limpiar con esponja	Desplazar piezas a tanque de Niquel
11	Sumergir 15 en baño de Niquel	○	Desplazar piezas a tanque de Niquel	Sumergir piezas y activar movimiento mecánico
12	Retirar piezas de baño de Niquel	○	Sumergir piezas y activar movimiento mecánico	Descolgar y retirar piezas
13	Enjuague de pieza	○	Descolgar y retirar piezas	Enjuagar pieza en tanque aledaño
14	Enjuague de pieza	○	Pasar a siguiente enjuague	Enjuagar pieza en tanque
15	Llevar a baño de Cromo	⇒	Enjuagar pieza en tanque	Desplazar piezas a tanque de Cromo
16	Sumergir 6 seg en baño de Cromo	○	Desplazar piezas a tanque de Cromo	Sumergir piezas posicionando equidistantes cada una de otras
17	Retirar piezas de baño de Cromo	○	Sumergir piezas posicionando equidistantes cada una de otras	Descolgar y retirar piezas
18	Enjuague de pieza	○	Descolgar y retirar piezas	Enjuagar pieza en tanque aledaño
19	Enjuague de pieza	○	Pasar a siguiente enjuague	Enjuagar pieza en tanque
20	Enjuague de pieza	○	Pasar a siguiente enjuague	Enjuagar pieza en tanque

Figura 10. Formato de método Línea de cromado metal.

Nota: Adaptado de Cruelles, J. (2013).

















Hoja de toma de datos de Método de la tarea.				
Tarea:	Inspección de calidad y conteo	Empresa:	ABS Cromosol Ltda.	
Fecha:	04/08/2017	Proceso:	Niquelado/Cromado	
Analista:	Sebastian Jerez	Área:	Calidad	
Operario:	Danna			
Descripción de la operación		Tipo	Hito inicial.	Hito final.
1	Retirar piezas de la centrifugadora		Destapar la centrifugadora	Extraer canasta con piezas
2	Llevar piezas a zona de inspección		Extraer canasta con piezas	Desplazar canasta a zona de inspección
3	Depósito de piezas en caja designada para inspección		Desplazar canasta a zona de inspección	Depositar piezas en caja para inspección
4	Inspección de calidad según requerimientos		Depositar piezas en caja para inspección	Inspeccionar acabado pieza por pieza
5	Seleccionar piezas conformes		Inspeccionar acabado pieza por pieza	Escoger piezas con mejores acabados y brillo
6	Seleccionar piezas para reproceso		Inspeccionar acabado pieza por pieza	Escoger piezas con defectos leves (quemaduras, parches, burbujas)
7	Seleccionar piezas no conformes		Inspeccionar acabado pieza por pieza	Escoger piezas con defectos graves (deformidad, rayones pronunciados)
8	Almacenaje de piezas no conformes		Escoger piezas con defectos graves (deformidad, rayones pronunciados)	Depositar piezas en caja no conforme
9	Llevar piezas a zona de rechazo		Depositar piezas en caja no conforme	Deplazar cajas o lonas de piezas no conformes
10	Desplazarse a zona de inspección		Deplazar cajas o lonas de piezas no conformes	Deternese en zona de inspección
11	Almacenaje de piezas para reproceso		Deternese en zona de inspección	Depositar piezas en lona para reproceso
12	Llevar piezas a zona de reproceso		Depositar piezas en lona para reproceso	Deplazar cajas o lonas de piezas para reproceso
13	Desplazarse a zona de inspección		Deplazar cajas o lonas de piezas para reproceso	Deternese en zona de inspección
14	Conteo de piezas conformes		Deternese en zona de inspección	Contar piezas que cumplen conformidad
15	Almacenaje de piezas conformes		Contar piezas que cumplen conformidad	Depositar piezas en lona para producto terminado

Figura 11. Formato de método Inspección de calidad y conteo.

Nota: Adaptado de Cruelles, J. (2013).

Con el objetivo de analizar las diferentes operaciones que se llevaban a cabo en los procesos se realiza este estudio, en donde se especifica su tipo de operación y además permite estudiar el valor que añade al proceso o por el contrario lo prescindible que puede llegar a ser cierta operación.

De modo que el siguiente paso en este estudio se refiere a la medición y apreciación de actividades. En este estudio solo llevo al análisis exhaustivo y escrutinio exhaustivo a las tareas de Enganche y de Inspección y conteo, debido a que son aquellas actividades en donde el operario no está limitado por el entorno de su trabajo, caso contrario al que se observa en los

baños electrolíticos, debido a que en esas tareas, los baños y tanques tiene que cumplir unos tiempos específicos que limitan la actuación del operario, el solo puede esperar en esas ocasiones.

Por consiguiente, no tendrá mucha practicidad el detenerse en tareas que no lograrán ahorrar o hacer aportes significativos al objetivo que se busca con el estudio de tiempos, es por esto que se deben priorizar los análisis en las tareas, y en este caso el estudio, si se lleva a grandes rasgos desde el enfoque de las herramientas Lean propuestas, lo que busca es reducir el tiempo de Lead time, para mejorar las variables de productividad y calidad. (Cruelles, 2013).

Apreciación de actividades y medición.

Para esta apreciación de actividades y para la posterior normalización de las mediciones se tomó como referencia los valores de la tabla centesimal, debido a que ofrece una escala de medición muy precisa y además muy práctica para los cálculos consecutivos que se deben hacer.

ACTIVIDAD	Descripción del desempeño	Velocidad en marcha comparable
100-133		(km/h)
Centesimal		
0	Actividad Nula	0
67	Muy lento, movimientos torpes e inseguros, el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	3,2
100	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento pero no pierde el tiempo adrede mientras le observan.	4,5
133	Activo, capaz como obrero capacitado medio, pagado a destajo. Logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión requerida.	6,4
167	Muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del obrero cualificado medio.	8
200	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos, actuación que solo alcanzan unos pocos trabajadores sobresalientes.	9,6

Fuente: Adaptación de un cuadro publicado por la Engineering & Allied Employers (West of England) Association, Department of Work Study.

Figura 12. *Apreciación juicio de actividad.*

Nota: Adaptado de Cruelles, J. 2013. pág. 32.

Luego de analizar esta información, se procedió a la medición y apreciación de las tareas mencionadas Enganche e Inspección y conteo. Para determinar el número de intervalos se utilizó la tabla de Mendel, “De ella se obtiene el número de observaciones necesarias para obtener una desviación de +/- 5% y 95% de probabilidad.” (Cruelles, 2013, pág. 39). Se deben calcular 5 o 10 mediciones para obtener el indicador que arroja el número de mediciones. Esta tabla se agregará como Anexo C.

Calculo de medición:	1	2	3	4	5
	81,67	75,05	80,87	83,91	90,96
Máx:	90,96		Mín:	75,05	
Número de mediciones:	0,0958376		=	10 mediciones	

Figura 13. *Cálculo de observaciones tarea Enganche.*

Nota: Creación propia.


Hoja de toma de datos.												
Tarea:	Enganche		Empresa:	ABS Cromosol Ltda.								
Fecha:	04/08/2017		Proceso:	Niquelado/Cromado								
Analista:	Sebastian Jerez		Área:	Enganche								
Operario:	Luis Arias											
Descripción de la operación		Medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Llevar piezas a zona de enganche	A	100	100	133	167	67	133	133	100	133	100
		T	9,74	10,89	8,98	8,76	13,95	8,09	9,15	10,04	9,4	10,5
2	Seleccionar las piezas conformes	A	100	100	100	167	100	100	67	100	100	133
		T	15,08	14,97	15,35	11,76	14,5	15,01	18,39	13,98	15,89	12,99
3	Llevar piezas no conformes a tanque de reproceso	A	100	100	100	100	133	133	67	67	167	133
		T	20,8	19,79	19,43	20,01	18,95	19,12	22,87	21,16	17,56	19,1
4	Depositar piezas no conformes en tanque de reproceso	A	167	167	67	133	100	133	100	100	100	167
		T	5,67	3,89	8,24	6,08	7,73	6,21	6,45	7,2	7,1	5,98
5	Desplazarse a zona de enganche	A	100	67	100	100	100	100	67	100	133	100
		T	3,45	4,1	3,35	3,14	3,91	3,74	5,26	3,72	2,66	3,11
6	Enganchar piezas seleccionadas	A	100	167	67	100	100	100	67	67	167	167
		T	30,93	25,61	40,25	30,56	34,33	30,89	39,78	37,22	28,88	27,25

Figura 14. *Toma de tiempos y apreciación tarea Enganche.*

Nota: Adaptado de Cruelles, J. (2013).

Calculo de medición:	1	2	3	4	5
	1638,7	1809,3	1721	1930,1	1834,75
Máx:	1930,1		Mín:	1638,7	
Número de mediciones:	0,081650895		=	8	







Figura 15. Calculo de observaciones tarea Inspección y conteo.

Nota: Creación propia.

Hoja de toma de datos.										
Tarea:	Inspección de calidad y conteo			Empresa:	ABS Cromosol Ltda.					
Fecha:	04/08/2017			Proceso:	Niquelado/Cromado					
Analista:	Sebastian Jerez			Área:	Calidad					
Operario:	Danna									
Descripción de la operación		Medición	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Retirar piezas de la centrifugadora	A	133	67	100	133	133	67	100	100
		T	29,45	31,9	30,89	29,78	28,97	35,02	30,56	30,44
2	Llevar piezas a zona de inspección	A	100	133	100	100	67	100	100	133
		T	15,76	13,46	15,33	14,11	17,23	14,89	15,46	13,92
3	Depósito de piezas en caja designada para inspección	A	100	100	100	100	133	167	100	100
		T	10,19	11,01	10,54	10,23	8,25	7,77	10,99	10,01
4	Inspección de calidad según requerimientos	A	67	100	167	167	100	100	167	67
		T	618,67	599,32	580,98	550,06	600,75	605,75	576,75	637,75
5	Seleccionar piezas conformes	A	100	100	100	167	67	100	133	167
		T	250,39	246,37	239,44	220,66	260,345	240,88	230,54	225,33
6	Seleccionar piezas para reproceso	A	67	100	100	133	100	167	67	100
		T	260,8	240,74	246,12	234,7	239,09	222,71	258,92	239,56
7	Seleccionar piezas no conformes	A	100	100	67	67	100	100	100	100
		T	183,18	179,97	191,66	190,61	180,03	180,5	181,3	184,7
8	Almacenaje de piezas no conformes	A	67	100	100	167	100	100	100	67
		T	70,5	65,39	60,67	47,92	59,21	61,39	58,35	73,62
9	Llevar piezas a zona de rechazo	A	100	100	167	133	100	133	100	100
		T	14,56	15,49	10,57	12,32	14,08	12,21	14,77	14,13
10	Desplazarse a zona de inspección	A	100	133	67	100	133	67	133	100
		T	10,02	9,23	13,4	10,74	9,79	12,98	9,32	10,13
11	Almacenaje de piezas para reproceso	A	133	100	100	67	100	100	133	100
		T	10,48	13,32	12,52	15,51	12,65	12,93	10,04	12,98
12	Llevar piezas a zona de reproceso	A	100	100	133	67	100	100	167	167
		T	14,17	15,49	13,37	16,97	15,2	15,76	10,04	10,81
13	Desplazarse a zona de inspección	A	100	100	100	100	133	67	100	67
		T	10,65	10,68	9,99	10,85	8,01	13,14	10,46	14,32
14	Conteo de piezas conformes	A	133	100	100	167	100	100	67	67
		T	116,37	120,47	125,42	100,6	120,83	121,06	130,81	150,36
15	Almacenaje de piezas conformes	A	100	100	100	100	100	67	67	167
		T	58,63	60,53	61,9	60,02	65,79	70,67	69,55	50,45

Figura 16. Toma de tiempos y apreciación tarea Inspección de calidad y conteo.

Nota: Adaptado de Cruelles, J. (2013).
















Operaciones unitarias de operario							
Cod. Ope	Descripción de la operación	Tipo de operación	T.normal (Seg)	Total Supl (%)	Tiempo corregido (Seg)	Tiempo corregido (Min)	% Operación de la tarea
EG01	Llevar piezas a zona de enganche		16,208	11	17,9908561	0,2998476	17%
EG02	Seleccionar las piezas conformes		14,799	11	16,42689	0,2737815	15%
EG03	Llevar piezas no conformes a tanque de reproceso		20,3763	11	22,6176375	0,37696063	21%
EG04	Depositar piezas no conformes en tanque de		10,6206	11	11,7889198	0,196482	11%
EG05	Desplazarse a zona de enganche		3,7937	11	4,211007	0,07018345	4%
EG06	Enganchar piezas seleccionadas		31,5122	11	34,9785642	0,58297607	32%
Tiempo total de ejecución de la tarea: Enganche					108,01387	1,80023	100%

Tamaño de lote: 300 uds

$$\text{Tiempo estándar} = \frac{\text{Tiempo total de ejecución de la tarea}}{\text{Tamaño del pedido/lote}} = \boxed{0,36005 \text{ seg}}$$

Figura 17. Tiempo total de ejecución y tiempo estándar actividad Enganche.

Nota: Adaptado de Cruelles, J. (2013).

Operaciones unitarias de operario							
Cod. Ope	Descripción de la operación	Tipo de operación	T.normal (Seg)	Total Supl (%)	Tiempo corregido (Seg)	Tiempo corregido (Min)	% Operación de la tarea
IYC01	Retirar piezas de la centrifugadora		29,700375	12	33,26442	0,554407	2%
IYC02	Llevar piezas a zona de inspección		15,9000375	12	17,808042	0,2968007	1%
IYC03	Depósito de piezas en caja designada para inspección		10,3807375	12	11,626426	0,19377377	1%
IYC04	Inspección de calidad según requerimientos		601,73125	11	667,921688	11,1320281	37%
IYC05	Seleccionar piezas conformes		247,837275	11	275,099375	4,58498959	15%
IYC06	Seleccionar piezas para reproceso		237,03955	11	263,113901	4,38523168	15%
IYC07	Seleccionar piezas no conformes		177,576088	11	197,109457	3,28515762	11%
IYC08	Almacenaje de piezas no conformes		58,581875	11	65,0258813	1,08376469	4%
IYC09	Llevar piezas a zona de rechazo		14,5264875	11	16,1244011	0,26874002	1%
IYC10	Desplazarse a zona de inspección		12,4801875	11	13,8530081	0,23088347	1%
IYC11	Almacenaje de piezas para reproceso		12,6083875	11	13,9953101	0,23325517	1%
IYC12	Llevar piezas a zona de reproceso		15,54665	11	17,2567815	0,28761303	1%
IYC13	Desplazarse a zona de inspección		10,594225	11	11,7595898	0,19599316	1%
IYC14	Conteo de piezas conformes		120,697838	11	133,9746	2,23290999	7%
IYC15	Almacenaje de piezas conformes		58,5931875	11	65,0384381	1,08397397	4%
Tiempo total de ejecución de la tarea: Inspección de calidad y conteo					1802,97132	30,049522	100%

Tamaño de lote: 300 uds

$$\text{Tiempo estándar} = \frac{\text{Tiempo total de ejecución de la tarea}}{\text{Tamaño del pedido/lote}} = \boxed{6,0099 \text{ seg}}$$

Figura 18. Tiempo total de ejecución y tiempo estándar actividad Inspección de calidad y conteo.

Nota: Adaptado de Cruelles, J. (2013).

Análisis de los resultados.

De acuerdo a las diferentes tomas de datos realizados a los procesos de la empresa ABS Cromosol, entre estos la estandarización de los métodos por medio de los formatos para áreas como línea prelectrolítica, enganche, línea de desengrase, de niquelado y cromado, inspecciones y demás expuestos, se obtiene que existe una cantidad de desplazamientos que pueden ser eliminados de alguna manera porque no son completamente necesarios en esas operaciones, o en otros casos pueden ser disminuidos para que su impacto no se refleje de la manera evidenciada en las operaciones. Aunque estos aspectos se plantean en el capítulo de *acciones de mejora*, más exactamente en las mejoras propuestas con las semanas Kaizen, debido a que se debe evaluar el impacto de realizar estos cambios, que beneficio frente a los tiempos de Lead time representan estas modificaciones.

De la misma manera, se evidenciaron algunas actividades eliminables como fueron categorizadas en los formatos de métodos, debido a que no agregan un valor añadido al proceso ni a la terminación del producto en sí, por el contrario, representan tiempos significativos en los procesos y aumentan los tiempos de Lead time de entrega al cliente, y como se ha postulado a lo largo de este trabajo de investigación aplicada, para aumentar la productividad se debe, minimizar y reducir al máximo estas mudas que afectan las operaciones.

En cuanto a los volúmenes de pedido, volúmenes de pedido conforme, no conforme y para reproceso analizados, a través de la toma de datos y el seguimiento de la relación con los clientes, y la respuesta que tenían para con los acabados y los recubrimientos más específicamente, se observa un alto índice de devoluciones tanto por parte interna de calidad como por parte del cliente, esto claramente se traduce en demoras de entrega de proceso, es decir, Lead time y bajos niveles de productividad respecto a los recursos utilizados para procesar cantidades específicas de piezas.

Capítulo V

Acciones de mejora

VSM – Actual.

Como un diagnóstico inicial de la situación en la que se encontraba la empresa ABS Cromosol Ltda., se recurrió a la herramienta VSM que buscaba resaltar esas áreas en donde este sistema no estaba siendo tan productivo como podría serlo, siendo este uno de los aspectos más importantes a analizar en este trabajo de investigación aplicada, la productividad y el tiempo de Lead Time, que es otro aspecto que también analiza de manera práctica este mapeo del flujo de valor.

En primer lugar, para la ilustración de este mapeo se debían recolectar los datos correspondientes a tiempos de ciclo, volúmenes de producción, volúmenes de stock, flujo de información entre otros.

HOJA DE DATOS DE PROCESO

Piezas/producto: Manijas S/ Cacerolas

Proceso: Cromado

Área: Producción

Fecha: 04/08/2017

○ Transformación
 → Transporte
 □ Control
 ▽ Stock/España

N°	Descripción	Símbolos				Datos				Observaciones
		○	→	□	▽	Tiempo (min)	Cantidad (uds)	Distancia (m)	Superficie (m2)	
1	Carga de camión de cliente	X	X					10		
2	Stock preparado en expediciones				X				3000	
3	Preparar material para expediciones	X				20,11	30000			
4	Desplazamiento piezas		X					4		
6	Almacenaje de producto terminado				X				300	
7	Inspección y conteo del producto			X		30,09	15000			
8	Desplazamiento de piezas		X					1		
9	Almacenaje antes de Inspección				X		6000		3	
10	Línea de Cromado	X				50,02				
11	Desplazamiento de piezas		X					1		
12	Almacenaje antes de Cromado				X		6000		2	
13	Línea pre-lectrolítica	X				54,3				
14	Desplazamiento de piezas		X					4		
15	Almacenaje antes de Pre-lectrolítica				X		30000		0,4	
16	Desplazamiento de piezas	X			X			8		
17	Recepción de piezas en almacén		X				60000			
18	Envío proveedor/cliente* a empresa				X			20km		*El mismo cliente provee las piezas

Figura 19. Datos de proceso para VSM Actual.

Nota: Adaptado de Rajadell & Sánchez, (2010).

Tabla 5.

Resumen de datos de proceso cromado

Hoja de datos proceso de Cromado			
Proceso	Línea pre-lectrolítica	Línea de cromado	Inspección y almacenaje
Tiempo de ciclo	54 min	50 min	30 min
Número de operarios	2	2	1
Número de turnos	1	1	1
Superficie m2	8	15	3

Nota: Autoría propia.

Posterior a esto se procede a trazar el mapeo del flujo de valor:

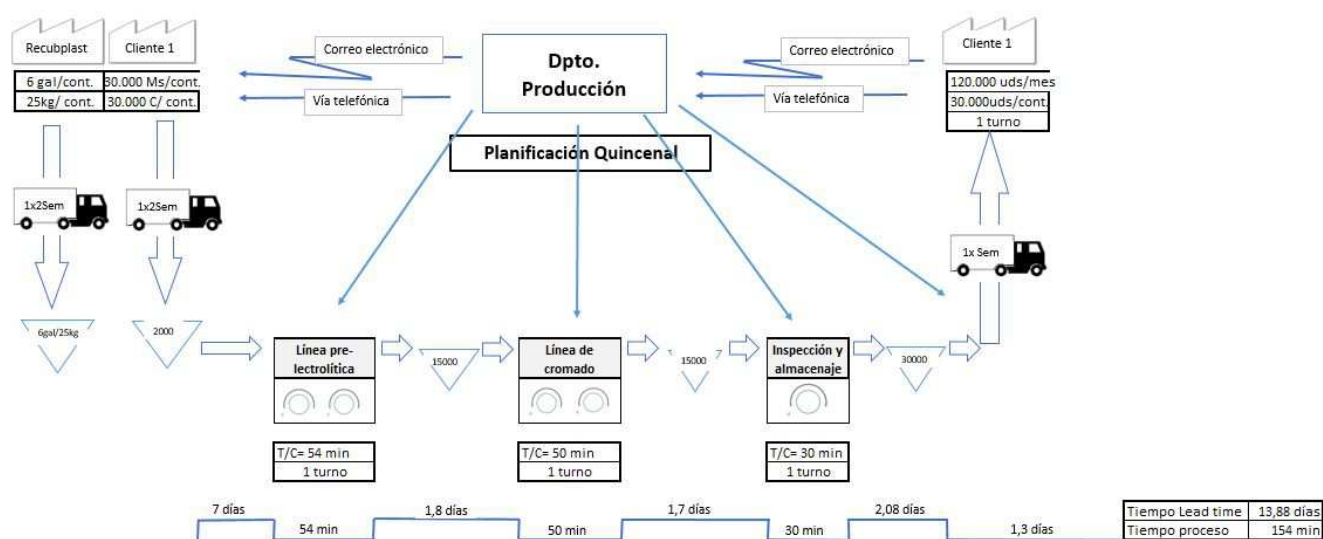


Figura 20. VSM actual para ABS Cromosol Ltda.

Nota: Creación propia.

Así pues se ilustra de manera gráfica y global las diferentes acciones que conlleva el requerimiento de materia prima, de insumos, los procesos productivos en los que se ve involucrado todo el material y los tiempos que resulta como Lead Time luego de calcularse todos

los niveles de stock para el proceso más largo y el determinante de los tiempos restantes el cual es el cromado.

VSM – Propuesto.

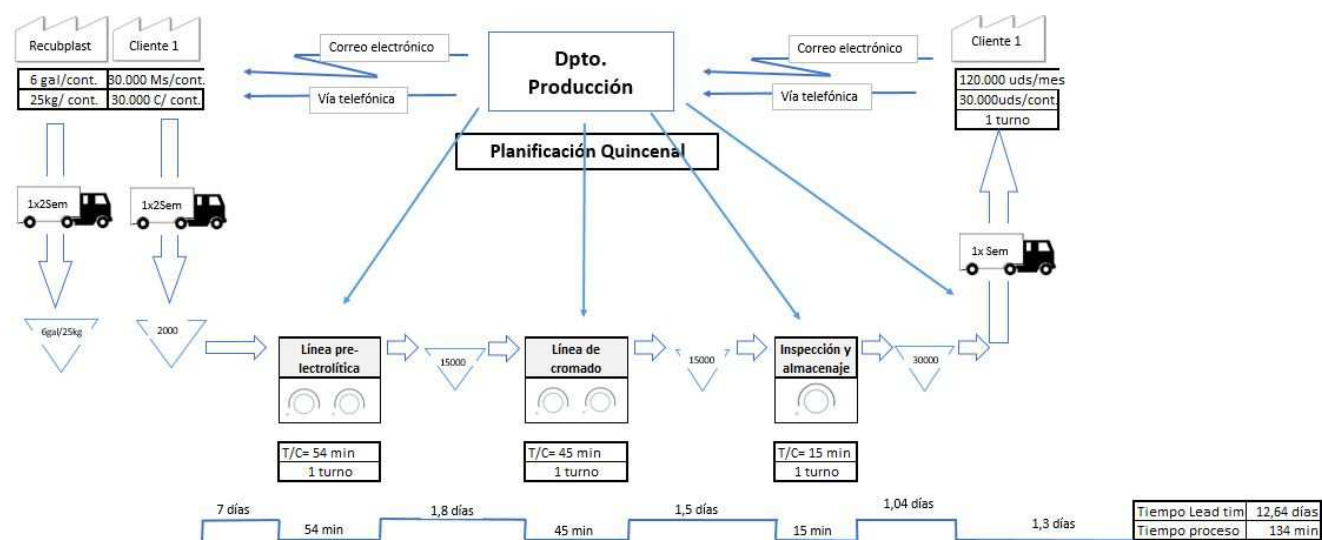


Figura 21. VSM propuesto para ABS Cromosol Ltda.

Nota: Creación propia.

En esta propuesta del VSM lo que se ilustra son los mismo datos de flujo de información con clientes y proveedores, pero con cambios tanto en aspectos de calidad como de eliminación de tareas innecesarias que reducen los tiempo de ciclo de algunas tareas y a la larga el tiempo de Lead Time de entrega al cliente, pasando de ser de 13,88 días a 12,64 días, asimismo, los tiempos de proceso de 154 min a 134 min, para cumplir con el requerimiento total semanal. Los métodos por lo que se reemplazaron o eliminaron estas tareas que reducen los tiempos se encuentran de manera más detallada en la intervención de las semanas Kaizen.

Intervención 5'S.

Esta herramienta de 5S se utilizó como un método para identificar y disminuir el impacto de ciertas mudas que se pudieron observar en las áreas seleccionadas para su intervención, y que desde los análisis preliminares hechos a la empresa se percibían como causantes de retrasos en cuanto a entrega de pedidos y de errores humanos en cuanto a selección de material conforme no conforme y para reproceso. A continuación se presenta los pasos de la intervención de 5S, adaptada de Galgano (2008):

1) Seiri.

Con Seiri se busca seleccionar las áreas a tratar y también llevar a cabo la clasificación de las cosas necesarias, que agregan valor, y las que no, además de lo que podrían llegar a observarse como elementos o aspectos faltantes en las áreas.

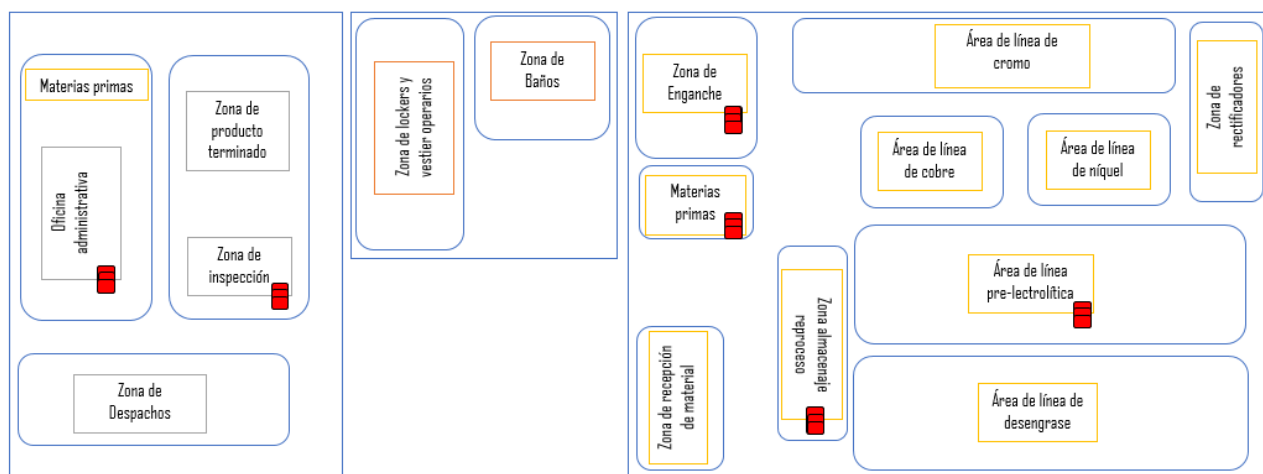


Figura 22. Selección zonas de intervención 5S.

Nota: Creación propia

Ahora, de acuerdo a la selección de las zonas se presentarán los diferentes aspectos específicos a atacar en cada área y además el uso de tarjetas rojas para las mismas.

Oficina Administrativa.



Figura 23. Tarjetas rojas oficina administrativa.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

Nº de Referencia	OA01	
Nombre	Zonas de archivado y control de documentos con acumulación de piezas	
Acción	Eliminar	X
	Ordenar	
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocación de la etiqueta 01/09/2017	Realización acción 04/09/2017

Figura 24. Tarjeta roja N°1 oficina administrativa.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

N° de Referencia	OA02	
Nombre	Gabetas de documentación sin identificación clara	
Acción	Eliminar	
	Ordenar	
	Limpiar	
	Estandarizar	X
	Otras	
Fecha	Colocación de la etiqueta 01/09/2017	Realización acción 04/09/2017

Figura 25. Tarjeta roja N°2 oficina administrativa.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

Zona de inspección



Figura 26. Tarjetas rojas zona de inspección.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

Nº de Referencia	ZI01	
Nombre	Acumulación de material en lugar inadecuado	
Acción	Eliminar	X
	Ordenar	
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocación de la etiqueta 02/09/2017	Realización acción 05/09/2017

Figura 27. Tarjeta roja N°1 zona de inspección.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

Nº de Referencia	ZI02	
Nombre	Ausencia de demarcación de zonas (estado de calidad piezas)	
Acción	Eliminar	
	Ordenar	
	Limpiar	
	Estandarizar	X
	Otras	
Fecha	Colocación de la etiqueta 02/09/2017	Realización acción 05/09/2017

Figura 28. Tarjeta roja N°2 zona de inspección.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

N° de Referencia	ZI03	
Nombre	Elementos inadecuados en zona de almacenamiento	
Acción	Eliminar	X
	Ordenar	
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocación de la etiqueta 02/09/2017	Realización acción 04/09/2017

Figura 29. Tarjeta roja N°3 zona inspección.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

Zona de inspección 2:



Figura 30. Zona de inspección 2.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

Nº de Referencia	ZI201	
Nombre	Ausencia de demarcación de zonas (estado de calidad piezas)	
Acción	Eliminar	
	Ordenar	
	Limpiar	
	Estandarizar	X
	Otras	
Fecha	Colocación de la etiqueta 02/09/2017	Realización acción 06/09/2017

Figura 31. Tarjeta roja zona de inspección 2.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

Zona de enganche



Figura 32. Tarjetas rojas zona de enganche.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

N° de Referencia	ZE01	
Nombre	Elementos EPP en lugares inadecuados	
Acción	Eliminar	
	Ordenar	X
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocación de la etiqueta 02/09/2017	Realización acción 06/09/2017

Figura 33. Tarjeta roja N°1 zona de enganche.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

N° de Referencia	ZE02	
Nombre	Canastas de línea pre-lectrolítica en lugar inadecuado	
Acción	Eliminar	X
	Ordenar	
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocación de la etiqueta 02/09/2017	Realización acción 06/09/2017

Figura 34. Tarjeta roja N°2 zona de enganche.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

N° de Referencia	ZE03	
Nombre	Barril para llenado de níquel en zona equivocada	
Acción	Eliminar	X
	Ordenar	
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocación de la etiqueta 02/09/2017	Realización acción 06/09/2017

Figura 35. Tarjeta roja N°3 zona de enganche.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

Zona materias primas



Figura 36. Tarjetas rojas zona de materias primas.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

N° de Referencia	ZMP01	
Nombre	Ausencia de etiquetado en productos químicos	
Acción	Eliminar	
	Ordenar	
	Limpiar	
	Estandarizar	X
	Otras	
Fecha	Colocación de la etiqueta 02/09/2017	Realización acción 11/09/2017

Figura 37. Tarjeta roja N°1 zona de materias primas.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

N° de Referencia	ZMP02	
Nombre	Acumulación de producto terminado en zona inadecuada	
Acción	Eliminar	
	Ordenar	X
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocación de la etiqueta 02/09/2017	Realización acción 11/09/2017

Figura 38. Tarjeta roja N°2 zona de materias primas.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

N° de Referencia	ZMP03	
Nombre	Resistencia electrica en lugar inadecuado	
Acción	Eliminar	
	Ordenar	X
	Limpiar	
	Estandarizar	
	Otras	
Fecha	Colocación de la etiqueta 02/09/2017	Realización acción 11/09/2017

Figura 39. Tarjeta roja N°3 zona de materias primas.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

2) *Seiton.*

Consecuentemente, entonces se llevan a cabo las diferentes observaciones hechas de acuerdo a las tarjetas rojas estipuladas en el paso anteriormente, siendo las observaciones referentes a ordenar y clasificar.

En cuanto a las tarjetas rojas que fueron propuestas y tenían como direccionamiento el orden y la clasificación se encuentra la zona de enganche. Y sus respectivas codificaciones se muestran a continuación.

Zona de enganche.

Tarjeta N°1: ZE01

Tarjeta N°2: ZE02

Tarjeta N°2: ZE03

Ahora bien se observan las zonas luego de la realización de los cambios de las tarjetas.



Figura 40. 5S en zona de enganche 1.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.



Figura 41. 5S en zona de enganche 2.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

3) *Seiso.*

Después de realizar los cambios ordenados a partir de las tarjetas rojas, se procede a establecer los parámetros de limpieza que deberían tener algunas de las áreas seleccionadas, debido a que para otras por el uso constante de enjuagues y mangueras, resulta complejo mantener pisos, tanques o canastas secas y limpias, como por ejemplo las que se observan en las figuras 42, 43, 44.



Figura 42. Enjuagues y paladio reactivo.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.



Figura 43. Rejillas de alcantarillado líneas de cromado y pre-lectrolítica.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.



Figura 44. Pesos para tanque de mordentado.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

En los ejemplos mostrados previamente, se observan zonas en donde debido a los manejos de agua, en temas de enjuagues tanto en tanque y en manguera, y la tarea de escurrir esos enjuagues, genera una percepción continua de un suelo mojado, de la misma forma ocurre cuando se quitan los pesos de algunos baños y estos químicos se esparcen en el suelo, y se percibe cierto tipo de desorden, pero la realidad es que gracias a los diferentes sistemas de rejillas con los que cuenta la empresa, estos excesos de agua y químicos se desaparecen rápidamente sin generar mayores problemas. Así es que por estos motivos no se ahondo en estas áreas.

Como tal lo niveles de limpieza que se requieren con mayor exactitud son los de las áreas seleccionadas en la primera S “Seiton”, así pues encontramos:

Oficina administrativa: Requiere tener los equipos de cómputo en excelentes condiciones y las mesas de trabajo aledañas que también son usadas para inspección eventualmente, deben estar completamente limpias para evitar que las piezas llevadas para examinar se ensucien, rayen o contaminen con cualquier elemento. Además los archivadores y demás documentos tanto en las gavetas deben ser protegidos y deben permanecer en excelentes condiciones de limpieza, debido a que allí se encuentra información importante de los clientes.

Zona de inspección 1 y 2: Como tal en estos lugares se necesitan requerimientos similares, aunque el primero se encuentra cerca de la oficina y el segundo fuera de la oficina cerca de la zona de enganche. Se requiere tener las mesas completamente limpias y cuando se utiliza periódicos para terminar de drenar el agua restante después del centrifugado, se hace evidente el cambio de estos mismos después de cierta cantidad de lotes, más exactamente cuando este empiece a presentar inconsistencia en su estructura. Además de pisos limpios para el posicionamiento de bultos y focos de luz limpios y en perfecto estado para una examinación de las piezas óptima.

Zona de enganche: En esta área se hace muy importante que los operarios mantengan las plataformas en las que se tienen que ubicar para llevar a cabo la actividad de enganche, en la mejor condición, seca y sin obstrucciones de ningún tipo, debido a que de lo contrario, con la presencia de químicos o agua en esta plataforma se podrían presentar accidentes laborales.

Zona de materia prima y reproceso: Se requiere mantener esta zona completamente seca, en orden y con las barras de acero limpias, además del área del suelo en donde se posicionan los diferentes químicos, tanto es su presentación de galones, como de bultos. Esto con la razón de evitar la reacción de cualquier químico al contacto con el agua, y así mismo evitar que las resistencias rectificadoras de voltaje allí posicionadas no tengan contacto con ningún tipo de fluido.

4) Seiketsu.

En la intervención de esta S se busca estandarizar los pasos anteriores para que se mantengan de manera continua y que se recuerden cuáles son los parámetros que se deben seguir siempre en cada zona analizada, clasificando, ordenando y limpiando siempre de la misma manera, además de distinguir sistemáticamente las cosas que agregan valor y las que no a los procesos. Así que en esta intervención se evidenciarán los controles y clasificaciones visuales de acuerdo a las tarjetas rojas estipuladas.

Oficinas administrativas.

Tarjeta N°2: OA01

Tarjeta N°2: OA02

Ahora bien se observan las zonas luego de la realización de los cambios de las tarjetas.



Figura 45. 5S en zona oficina administrativa.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

Zona de inspección 1 y 2.

Tarjetas zona 1:

N° 1: ZI01

N°2: ZI02

N°3: ZI03

Tarjetas zona 2:

N° 1: ZI201



Figura 46. 5S en zona de inspección 1.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.



Figura 47. 5S en zona de inspección 2.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

Zona de materias primas

Tarjeta N°1: ZMP01

Tarjeta N°2: ZMP02

Tarjeta N°3: ZMP03



Figura 48. 5S en zona de materias primas.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

5) Shitsuke.

Este parámetro de las 5S entonces traducido como respeto o disciplina, es el encargado de llevar a cabo la evaluación de la apropiación de los conceptos y los diferentes criterios que se deberían cumplir luego de estas intervenciones. Para su evaluación se llevó a cabo la creación de un

formato de auditoria de 5S para cada zona seleccionada, este formato adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

Auditoría 5s					
Zona/Área: Oficinas administrativas		Fecha: 05/10/2017			
					Comentarios
1S. ELIMINAR					
¿Hay materiales de más en stock en la línea?	Si		No	x	
¿Hay objetos personales innecesarios en la línea?	Si		No	x	
¿Hay equipos y útiles que no se utilicen en la línea?	Si		No	x	
¿Hay restos de señalización de la línea obsoletos o en mal estado?	Si		No	x	
¿Hay documentación innecesaria en la línea?	Si		No	x	
2S. ORDENAR					
¿Están en su ubicación definida los materiales de la línea?	No		Si	x	
¿Están señalizados los elementos móviles de la línea?	No		Si	x	
¿Está libre de obstáculos fijos el acceso a los cuadros eléctricos de las máquinas de línea?	No		Si	x	
¿Están los útiles y herramientas en su ubicación y cerca de la zona de uso?	No	x	Si		
¿Están los elementos de limpieza en su ubicación y en buen estado?	No	x	Si		
3S. LIMPIEZA E INSPECCIÓN					
¿Hay piezas, papeles u otros materiales en el suelo?	Si	x	No		
¿Hay cables eléctricos o tubos en el suelo que dificulten su limpieza?	Si		No	x	
¿Están los cuadros eléctricos cerrados?	No		Si	x	
¿Están las máquinas y puestos de trabajo limpios?	No		Si	x	
¿Están las estanterías y áreas de almacenaje limpias?	No	x	Si		
4S. ESTANDARIZAR					
¿Hay pautas de limpieza en cada estación de trabajo?	No	x	Si		
¿Están identificados los materiales de la línea?	No		Si	x	
¿Está la documentación estándar de línea actualizada?	No		Si	x	
¿Se aplica la gestión visual en el entorno de la línea?	No		Si	x	
¿Es conocida la documentación de línea por el personal de línea?	No	x	Si		
5S. DISCIPLINA					
¿Se respeta el planning de limpieza?	No	x	Si		
¿Se respeta el planning de auditorías?	No		Si	x	
¿Se respetan las marcas del suelo?	No		Si	x	
¿Se mantiene limpia la línea?	No		Si	x	

Puntuación 5S= Suma de cruces de la columna verde y multiplicadas X4

68

Figura 49. Evaluación 5S oficina administrativa.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

Auditoría 5s

Zona/Área: Zona de inspección 1 y 2

Fecha: 05/10/2017

	Comentarios			
1S. ELIMINAR				
¿Hay materiales de más en stock en la línea?	Si	x	No	x
¿Hay objetos personales innecesarios en la línea?	Si		No	x
¿Hay equipos y útiles que no se utilicen en la línea?	Si		No	x
¿Hay restos de señalización de la línea obsoletos o en mal estado?	Si	x	No	
¿Hay documentación innecesaria en la línea?	Si		No	x
2S. ORDENAR				
¿Están en su ubicación definida los materiales de la línea?	No		Si	x
¿Están señalizados los elementos móviles de la línea?	No	x	Si	
¿Está libre de obstáculos fijos el acceso a los cuadros eléctricos de las máquinas de línea?	No		Si	x
¿Están los útiles y herramientas en su ubicación y cerca de la zona de uso?	No	x	Si	
¿Están los elementos de limpieza en su ubicación y en buen estado?	No	x	Si	
3S. LIMPIEZA E INSPECCIÓN				
¿Hay piezas, papeles u otros materiales en el suelo?	Si	x	No	
¿Hay cables eléctricos o tubos en el suelo que dificulten su limpieza?	Si		No	x
¿Están los cuadros eléctricos cerrados?	No		Si	x
¿Están las máquinas y puestos de trabajo limpios?	No		Si	x
¿Están las estanterías y áreas de almacenaje limpias?	No		Si	x
4S. ESTANDARIZAR				
¿Hay pautas de limpieza en cada estación de trabajo?	No	x	Si	
¿Están identificados los materiales de la línea?	No		Si	x
¿Está la documentación estándar de línea actualizada?	No		Si	x
¿Se aplica la gestión visual en el entorno de la línea?	No		Si	x
¿Es conocida la documentación de línea por el personal de línea?	No	x	Si	
5S. DISCIPLINA				
¿Se respeta el planning de limpieza?	No		Si	x
¿Se respeta el planning de auditorías?	No		Si	x
¿Se respetan las marcas del suelo?	No	x	Si	
¿Se mantiene limpia la línea?	No		Si	x

Puntuación 5S= Suma de cruces de la columna verde y multiplicadas X4

60

Figura 50. Evaluación 5S zona de inspección.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

Auditoría 5s

Zona/Área: Zona de enganche

Fecha: 05/10/2017

	Comentarios			
1S. ELIMINAR				
¿Hay materiales de más en stock en la línea?	Si	x	No	x
¿Hay objetos personales innecesarios en la línea?	Si	x	No	x
¿Hay equipos y útiles que no se utilicen en la línea?	Si	x	No	x
¿Hay restos de señalización de la línea obsoletos o en mal estado?	Si	x	No	x
¿Hay documentación innecesaria en la línea?	Si	x	No	x
2S. ORDENAR				
¿Están en su ubicación definida los materiales de la línea?	No	x	Si	x
¿Están señalizados los elementos móviles de la línea?	No	x	Si	x
¿Está libre de obstáculos fijos el acceso a los cuadros eléctricos de las máquinas de línea?	No	x	Si	x
¿Están los útiles y herramientas en su ubicación y cerca de la zona de uso?	No	x	Si	x
¿Están los elementos de limpieza en su ubicación y en buen estado?	No	x	Si	x
3S. LIMPIEZA E INSPECCIÓN				
¿Hay piezas, papeles u otros materiales en el suelo?	Si	x	No	x
¿Hay cables eléctricos o tubos en el suelo que dificulten su limpieza?	Si	x	No	x
¿Están los cuadros eléctricos cerrados?	No	x	Si	x
¿Están las máquinas y puestos de trabajo limpios?	No	x	Si	x
¿Están las estanterías y áreas de almacenaje limpias?	No	x	Si	x
4S. ESTANDARIZAR				
¿Hay pautas de limpieza en cada estación de trabajo?	No	x	Si	x
¿Están identificados los materiales de la línea?	No	x	Si	x
¿Está la documentación estándar de línea actualizada?	No	x	Si	x
¿Se aplica la gestión visual en el entorno de la línea?	No	x	Si	x
¿Es conocida la documentación de línea por el personal de línea?	No	x	Si	x
5S. DISCIPLINA				
¿Se respeta el planning de limpieza?	No	x	Si	x
¿Se respeta el planning de auditorías?	No	x	Si	x
¿Se respetan las marcas del suelo?	No	x	Si	x
¿Se mantiene limpia la línea?	No	x	Si	x

Puntuación 5S= Suma de cruces de la columna verde y multiplicadas X4

56

Figura 51. Evaluación 5S zona de enganche.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

Auditoría 5s

Zona/Área: Zona de materias primas

Fecha: 05/10/2017

					Comentarios
1S. ELIMINAR					
¿Hay materiales de más en stock en la línea?	Si	x	No	x	
¿Hay objetos personales innecesarios en la línea?	Si	x	No	x	
¿Hay equipos y útiles que no se utilicen en la línea?	Si	x	No	x	
¿Hay restos de señalización de la línea obsoletos o en mal estado?	Si	x	No	x	
¿Hay documentación innecesaria en la línea?	Si	x	No	x	
2S. ORDENAR					
¿Están en su ubicación definida los materiales de la línea?	No	x	Si	x	
¿Están señalizados los elementos móviles de la línea?	No	x	Si	x	
¿Está libre de obstáculos fijos el acceso a los cuadros eléctricos de las máquinas de línea?	No	x	Si	x	
¿Están los útiles y herramientas en su ubicación y cerca de la zona de uso?	No	x	Si	x	
¿Están los elementos de limpieza en su ubicación y en buen estado?	No	x	Si	x	
3S. LIMPIEZA E INSPECCIÓN					
¿Hay piezas, papeles u otros materiales en el suelo?	Si	x	No	x	
¿Hay cables eléctricos o tubos en el suelo que dificulten su limpieza?	Si	x	No	x	
¿Están los cuadros eléctricos cerrados?	No	x	Si	x	
¿Están las máquinas y puestos de trabajo limpios?	No	x	Si	x	
¿Están las estanterías y áreas de almacenaje limpias?	No	x	Si	x	
4S. ESTANDARIZAR					
¿Hay pautas de limpieza en cada estación de trabajo?	No	x	Si	x	
¿Están identificados los materiales de la línea?	No	x	Si	x	
¿Está la documentación estándar de línea actualizada?	No	x	Si	x	
¿Se aplica la gestión visual en el entorno de la línea?	No	x	Si	x	
¿Es conocida la documentación de línea por el personal de línea?	No	x	Si	x	
5S. DISCIPLINA					
¿Se respeta el planning de limpieza?	No	x	Si	x	
¿Se respeta el planning de auditorías?	No	x	Si	x	
¿Se respetan las marcas del suelo?	No	x	Si	x	
¿Se mantiene limpia la línea?	No	x	Si	x	

Puntuación 5S= Suma de cruces de la columna verde y multiplicadas X4

80

Figura 52. Evaluación 5S zona materias primas.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

Auditoría 5s

Zona/Área: Zona almacenaje reproceso

Fecha: 05/10/2017

	Comentarios			
1S. ELIMINAR				
¿Hay materiales de más en stock en la línea?	Si	x	No	x
¿Hay objetos personales innecesarios en la línea?	Si	x	No	x
¿Hay equipos y útiles que no se utilicen en la línea?	Si	x	No	x
¿Hay restos de señalización de la línea obsoletos o en mal estado?	Si	x	No	x
¿Hay documentación innecesaria en la línea?	Si	x	No	x
2S. ORDENAR				
¿Están en su ubicación definida los materiales de la línea?	No	x	Si	x
¿Están señalizados los elementos móviles de la línea?	No	x	Si	x
¿Está libre de obstáculos fijos el acceso a los cuadros eléctricos de las máquinas de línea?	No	x	Si	x
¿Están los útiles y herramientas en su ubicación y cerca de la zona de uso?	No	x	Si	x
¿Están los elementos de limpieza en su ubicación y en buen estado?	No	x	Si	x
3S. LIMPIEZA E INSPECCIÓN				
¿Hay piezas, papeles u otros materiales en el suelo?	Si	x	No	x
¿Hay cables eléctricos o tubos en el suelo que dificulten su limpieza?	Si	x	No	x
¿Están los cuadros eléctricos cerrados?	No	x	Si	x
¿Están las máquinas y puestos de trabajo limpios?	No	x	Si	x
¿Están las estanterías y áreas de almacenaje limpias?	No	x	Si	x
4S. ESTANDARIZAR				
¿Hay pautas de limpieza en cada estación de trabajo?	No	x	Si	x
¿Están identificados los materiales de la línea?	No	x	Si	x
¿Está la documentación estándar de línea actualizada?	No	x	Si	x
¿Se aplica la gestión visual en el entorno de la línea?	No	x	Si	x
¿Es conocida la documentación de línea por el personal de línea?	No	x	Si	x
5S. DISCIPLINA				
¿Se respeta el planning de limpieza?	No	x	Si	x
¿Se respeta el planning de auditorías?	No	x	Si	x
¿Se respetan las marcas del suelo?	No	x	Si	x
¿Se mantiene limpia la línea?	No	x	Si	x

Puntuación 5S= Suma de cruces de la columna verde y multiplicadas X4

52

Figura 53. Evaluación 5S zona almacenaje reproceso.

Nota: adaptado de Rajadell & Sánchez (2010).

Dado que la evaluación de la intervención y la apropiación de los conceptos de 5S se llevan a cabo en las áreas seleccionadas se tienen resultados, que arrojan un mayor control y disciplina en ciertas áreas, y mantenimiento de orden, estandarización y limpieza en otras. Destacándose así, como el área con puntaje más bajo *zona almacenaje de reproceso* con un total de 52 puntos y el área con el mayor puntaje, *zona de materias primas* con 80 puntos, esto demuestra el compromiso y la responsabilidad con la que el personal encargado de la zona de materias primas entiende la importancia de tratar con la máxima precaución posible los químicos y las resistencias eléctricas allí almacenadas, para asegurar su buen estado y además evitar accidentes laborales.

Poka-Yoke.

Como se especificó en el marco referencial del presente trabajo, la herramienta Poka yoke es una técnica de Lean Manufacturing que busca la eliminación o reducción de los errores humanos, logrando así simplificar el trabajo de los operarios y minimizar el riesgo de fallos en el proceso y por lo tanto, afectaciones en la calidad del producto final. Para la aplicación de los diferentes Poka Yokes propuestos se tomó la metodología expuesta por López, Sánchez & García en un artículo web expuesto por la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina, siendo así la secuencia de pasos aplicados ya, al caso particular de ABS Cromosol Ltda.:

Paso 1): Identificar el defecto potencial o literal

Área de Producción:

Se evidencian los siguientes errores en los procesos de:

- **Proceso pre-lectrolítico:** Se observa que el operario al sumergir la canasta abastecida con piezas, tiene que prestar atención para que no floten algunas de las piezas y se salgan de ella, en ocasiones se ha observado que se sale de 1 a 3 piezas. Por otra parte, se observa que en los tanques en los que quedan flotando las piezas y no sumergidas, se obtienen recubrimientos más pobres y muchas veces incompletos.
- **Proceso de enganche:** Se observa que después del enganche y variando las formas de enganchar, cambia la calidad final de las piezas recubiertas, además luego de este proceso, estas se someten a un baño de cromo por medio de electrodeposición se lleva a cabo el recubrimiento, el cual tiene que cumplir con un requerimiento de tiempo máximo, porque de otra manera también afecta la calidad de los recubrimientos quemando las piezas.

Paso 2): Llegar a la raíz del error que origina el defecto

El defecto como tal se observa en los problemas que presenta el recubrimiento en las líneas posteriores, así pues, la *causa* evidenciada, aparece en los tanques cuando las piezas flotan debido a que los orificios que tienen se llenan de aire antes de entrar al tanque.

Por parte del otro proceso, se observa que las causas a los errores evidenciados son: posicionamiento de las piezas en gancheras y tiempos de electrodeposición en baño de cromo.

Posterior al análisis de los numerales anteriores, se procede al registro de información en las tablas de ranking para determinar su importancia y orden de relevancia mediante la ponderación, consecuentemente con las descripciones de los numerales 1 y 2:

ID	Error	Impacto		Riesgo		Importancia		Urgencia		Puntaje final	Orden
		Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación		
Proceso pre-lectrolítico											
EIP01	Perdida de piezas en canasta	2	40%	3	25%	4	20%	2	15%	2,65	3
EIP02	Insuficiencia níquel químico en las piezas	4	40%	2	25%	3	20%	3	15%	3,15	1
Proceso Enganche											
EC02	Defectos de calidad	3	40%	3	25%	4	20%	2	15%	3,05	2
EC03	Piezas quemadas	3	40%	1	25%	4	20%	2	15%	2,55	4

Figura 54. Ranking para errores procesos ABS Cromosol Ltda.

Nota: Adaptado de López, Sánchez & García, s.f.

En la Figura 54 se observan los errores encontrados que pueden ser tratados mediante sistemas poka yoke en los procesos mencionados, estos causan riesgo de afectaciones en los recubrimientos de las piezas, y por lo tanto en su calidad, contribuyendo a aumentar los índices de devoluciones por parte del cliente y generando más costos por reprocesos.

ID	Error	Costo		Rec. Inversión		Eficacia		Nec. Capacitación		Puntaje final	Orden
		Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación		
Proceso pre-lectrolítico											
EIP01	Uso de rejillas plásticas para cerrar canasta	2	20%	2	20%	5	55%	2	5%	3,65	2
EIP02	Rejillas plásticas para sumergir piezas	2	20%	4	20%	4	55%	1	5%	3,45	3
Proceso Enganche											
EC02	Modificación en gancheras	4	20%	5	20%	5	55%	4	5%	4,75	1
EC03	Formatos de ayuda visual (tiempos)	1	20%	3	20%	4	55%	3	5%	3,15	4

Figura 55. Ranking de métodos poka yoke para procesos ABS Cromosol Ltda.

Nota: Adaptado de López, Sánchez & García, s.f.

En este ranking de métodos se presentan y ponderan los diferentes Poka Yokes propuestos para la eliminación o reducción de los errores evidenciados.

- Acotaciones necesarias acerca de ponderación de métodos:

-Costo:

1= Menor a \$1.000

2=Entre \$1.001 y \$5.000

3=Entre \$5.001 y \$10.000

4=Entre \$10.001 y \$15.000

5= Mayor a \$15.000

-Retorno inversión:

1= Plazo mayor a 1 mes.

2= Plazo mayor o igual a 20 días.

3= Plazo mayor a 2 semanas.

4= Plazo menor o igual a 2 semanas.

5= Plazo menor o igual a 1 semana.

De esta manera se obtiene el orden de aplicación de las propuestas para los problemas en los procesos, siendo así:

ID	Poka yoke a elegir	Necesidad de un Poka yoke	Se está utilizando	Ranking	Orden
Proceso pre-lectrolítico					
EIP01	Uso de rejillas plásticas para cerrar canasta	si	no	3,65	2
EIP02	Rejillas plásticas para sumergir piezas en niquel	si	no	3,45	3
Proceso Enganche					
EC02	Modificación en gancheras	si	no	4,75	1
EC03	Formatos de ayuda visual (tiempos)	si	no	3,15	4

Figura 56. Priorización de Poka Yoke ABS Cromosol Ltda.

Nota: Adaptado de López, Sánchez & García, s.f.

Paso 3): Poka-Yokes a utilizar.

1. EC02: Modificación en gancheras.

Para tratar el problema de calidad acerca de los acabados con burbujas o parches que se presentaba en las piezas después del proceso de enganche, se indagó acerca de los principios de los baños electrolíticos encontrando que:

La disposición de la(s) pieza(s) que se van a recubrir, es de gran importancia, debido al desprendimiento de gas durante el proceso de electrólisis, lo que da lugar a burbujas atrapadas en algunas zonas de la pieza de trabajo, sobre todo si ésta tiene una forma irregular. Este burbujeo representa un obstáculo para la correcta deposición de níquel; dando como resultado un acabado heterogéneo. En algunas ocasiones el problema de una inadecuada configuración llega a ser tan significativo, que impide la adherencia del níquel en las partes de la superficie donde se tiene menos acceso, como el caso de las cavidades. (Castillo, 2008, pág. 21, http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/principios%20de%20electrolisis.pdf)

Así pues, se encuentra la causa a la aparición de estas imperfecciones tanto en los baños de niquelado como de cromado como se observa en la figura 57. Cacerola con defectos en cavidad, las cuales provocan parches en las piezas o decoloraciones.



Figura 57. Cacerola con defectos en cavidad.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

Las gancheras que causaban estos problemas de calidad en las piezas lucían como se puede observar en la figura 58. Gancheras previas a poka yoke. Los operarios entonces, tenían que acomodar las piezas sin importar su forma a estos tipos de ganchera, sin ningún conocimiento de la importancia que tenía el posicionamiento de la pieza.



Figura 58. Gancheras previas a poka yoke.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

Visto que, la forma de las gancheras no contribuía al correcto posicionamiento de las piezas, debido a que sus extensiones tenían dirección hacia abajo, era muy complicado ubicar una pieza como la de la figura 57. Cacerola con defectos en cavidad, es así como se plantea la

forma planteada en la figura 59. Gancheras con Poka Yoke. De esta manera, las cavidades de las piezas irregulares como las cacerolas quedan con la orientación correcta.



Figura 59. Gancheras con Poka Yoke.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

Logrando así el principio de configuración de la electrólisis en las piezas:

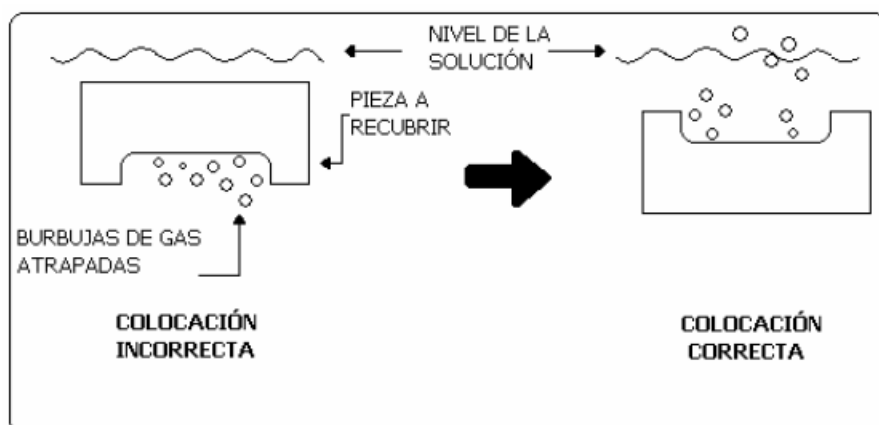


Figura 60. Posición correcta de un cátodo con cavidades.

Nota: Tomado de Castillo, 2008, pág. 21.

2. EC02: Uso de rejillas en canasta.

En la línea pre-lectrolítica, que es el lugar, en donde se preparan las piezas antes de los baños llevados a cabo por electrodeposición, se percibió el riesgo que generaba sumergir las piezas en la canasta sin ningún seguro debido a que en las mediciones realizadas de pedido y procesamiento de lotes, se evidenció que en cada turno se lograban salir de la canasta de 1 a 3 piezas si el proceso no se hacía cuidadosamente. Dado que estas piezas presentan figuras irregulares y orificios en su estructura, el exceso de aire en las mismas provoca que las piezas no se almacenen todo el tiempo en la canasta utilizada para sumergir los lotes en los tanques.



Figura 61. Canasta con piezas irregulares.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

Visto este inconveniente, y debido a que los volúmenes por lote son de aproximadamente 300 piezas, que luego de varios turnos, semanas y meses, puede convertirse en una cifra significativa, se consideró que era necesaria la intervención de un poka yoke que atacará la problemática.

Debido a que los materiales de los que están compuestos estas piezas no pueden ser elegidos a la ligera, ya que se podría correr el riesgo de contaminar los baños, se optó por la obtención de rejillas con agujeros lo suficientemente pequeños para contener las piezas tratadas, y que además estuvieran hechas de plástico ABS que es el plástico genérico que manejan las piezas y algunas canastas para los procesos electrolíticos de la empresa, esto con el fin de no aumentar la probabilidad de contaminación o de descompensación de los baños.



Figura 62. Canasta con herramienta poka yoke.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

3. ELP02: Rejillas plásticas para sumergir en baño de níquel.

En alguno de los baños de los procesos electrolíticos de la empresa, no se utilizan canastas debido a que se genera descompensación en los baños, o debido a que se utilizan gancheras como en algunos tanques de enjuague. De esta manera, en el baño de níquel químico ubicado al final de la línea pre-electrolítica se introducen las piezas al tanque a granel, debido a la composición y a las dimensiones del tanque en esta parte del proceso (80cm x 50cm), no se presentan pérdidas de piezas o problemas similares. El inconveniente en este punto, es que debido a la explicación de las formas irregulares de las piezas (explicado en el poka yoke EC02), las piezas no se sumergen totalmente en el baño de níquel químico, y este baño resulta ser crucial para los baños electrolíticos

posteriores, es decir, si este baño no recubre de manera uniforme la pieza, puede ocasionar decoloraciones antes de pasar al cromado como se observa en la figura 63, con el objetivo de atacar este punto débil en el proceso se busca la manera de mantener las piezas al nivel adecuado.



Figura 63. Cacerola con imperfecciones después de níquel.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

El nivel promedio en el que debería estar la pieza en el baño, no requiere ningún cálculo complejo, solo que debe ser completamente cubierta y de manera uniforme como en la figura 64, así que esta función la pueden cumplir completamente las rejillas propuestas hechas de plástico ABS que simplemente hundirán el material correctamente.

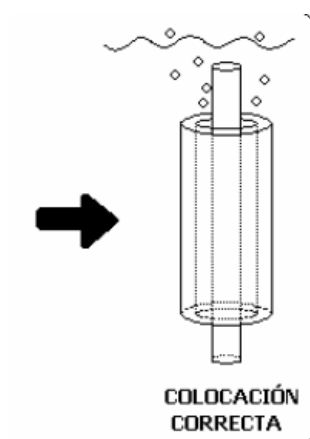


Figura 64. Referencia nivel de profundidad de la pieza en baño.

Nota: Tomado de Castillo, 2008, pág. 21.

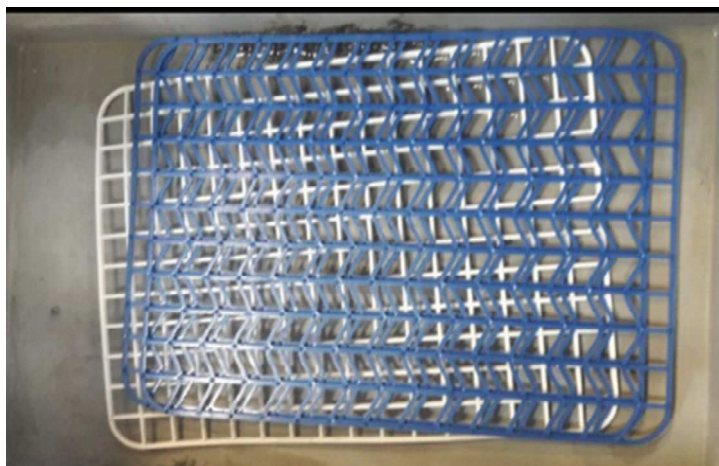


Figura 65. Rejillas poka yoke para baño de Níquel.

Nota: Imagen real ABS Cromosol.

4. EC03: Formato ayuda visual en tanque electrodeposición:

En el estudio de métodos y tiempos del presente trabajo, se especificaron los diferentes tiempos que deberían llevar cada lote de piezas en los diferentes baños de cromado, niquelado y demás, esto debido a que antes de establecerse estos valores, los operarios no utilizaban valores exactos (por ejemplo, de 5 a 8 minutos) y además se guiaban por un reloj análogo, siendo la probabilidad de equivocarse muy alta.

Entre estos rangos de tiempo se observaba que muchas veces algunos lotes reaccionaban diferente a otros, luego de la estandarización de tiempos, estos números de variación bajaron, aunque para el operario no siempre era fácil recordar los tiempos exactos.

Por esta razón se crean los siguientes formatos plastificados para posicionarse junto a los baños de electrodeposición como ayudas visuales.

Descripción					
Baño de Cobre	TEMPERATURA	VOLTAJE	TIEMPO	AGITACION	ADICIONES
	20 °C (Temperatura Ambiente)	5V	20 MINUTOS	MOVIMIENTO MECANICO POLEAS	ACIDO SULFURICO SULFATO DE COBRE
					CLORURO DE COBRE COBRE
CUATRO ENJUAGUES					
Baño de Níquel	TEMPERATURA	VOLTAJE	TIEMPO	AGITACION	ADICIONES
	35 °C	3V	5 MINUTOS	MOVIMIENTO MECANICO POLEAS	SULFATO DE NIQUEL CLORURO DE NIQUEL BRILLO
					NIQUEL METAL ACIDO BORICO BASE PURIFICADOR
TRES ENJUAGUES					
Baño de Cromo	TEMPERATURA	VOLTAJE	TIEMPO	AGITACION	ADICIONES
	40 °C	10V	6 SEGUNDOS		
SEIS ENJUAGUES					

Figura 66. Ayuda visual baños electrolíticos.

Nota: Creación propia.

Pasos Finales:

Probar Poka Yokes propuestos.

Estos resultados se encuentran anexados en el desarrollo de las semanas Kaizen debido a su relación de mejora continua y practicidad para la medición.

Heijunka: Producción equilibrada.

La aplicación de esta metodología a cualquier tipo de empresa representa grandes beneficios hablando de aspectos como flexibilidad en sus áreas productivas, reducción en tiempos de Lead Time, rápida reacción al cambio, entre otros. Pero resulta compleja de asimilar debido a que es de

las pocas herramientas de Lean Manufacturing que van en contra de la intuición y del sentido común, que caracteriza muchas de las otras técnicas. (Galgano, 2004).

La empresa ABS Cromosol Ltda., no es la excepción a esta regla de escepticismo en contra de lo que no sigue el sentido común, pero debido al tipo de relaciones que maneja con sus clientes, estableciendo tiempo de entrega y volúmenes de pedido y demás, se hace necesario el establecimiento de una producción equilibrada, un sistema que le permita reaccionar a los cambios rápidos de pedido y anticipaciones por parte del cliente, sin afectar dramáticamente su programación de producción. De esta manera, surgió la necesidad de registrar la programación tradicional que manejaba la empresa:

Tabla 6.

Volúmenes de producción por producto.

		diaria	Semanal
A	Manijas S	6000 Uds.	30000 Uds.
B	Manijas Plana	3000 Uds.	15000 Uds.
C	Cacerolas	6000 Uds.	30000 Uds.
	Total	15000 Uds.	75000 Uds.

Nota: Autoría propia.

Los productos que maneja actualmente ABS Cromosol Ltda. Son 4 como se puede observar en la Figura 67, debido a que los que comparten las líneas de baño electrolítico son los productos o piezas mencionadas anteriormente, con estas se hará la programación de la producción equilibrada considerándose como las críticas.



Figura 67. Productos ABS Cromosol Ltda.

Nota: Creación propia.

A continuación se expone la programación tradicional que llevaba la empresa:

Lunes	15000 A	1er Lote: 30.000
Martes	15000 A	
Miércoles	15000 B	2do Lote: 30.000
Jueves	15000 B	
Viernes	15000 C	3er Lote: 15.000

Figura 68. Programación tradicional ABS Cromosol Ltda.

Nota: Creación propia.

Se destacan las bondades de este modelo para lograr diferenciar el cambio con una programación o programaciones variadas flexibles, entre las ventajas de este sistema tradicional se pueden encontrar:

- mira hacia un horizonte lejano;
- contempla las necesidades de los distintos artículos;

-minimiza el número de cambios de código produciendo grandes lotes acumulando distintas órdenes. (Galgano, 2004, pág. 114)

Ahora bien, para llevar a cabo la nueva programación equilibrada se deben establecer las relaciones existentes de los volúmenes de los diferentes productos.

Productos	Volumenes		Frecuencias		Día 1	2A+2B+1C
A	30000		x2		Día 2	2A+2B+1C
B	30000	→	x2	→	Día 3	2A+2B+1C
C	15000		x1		Día 4	2A+2B+1C
					Día 5	2A+2B+1C

Figura 69. Frecuencias y relación de productos.

Nota: Creación propia.

Gracias a esta nueva planificación de la programación siguiendo la metodología de Heijunka se obtienen mejoras notables, y que favorecen al modelo que maneja la empresa con sus clientes. Asimismo, se puede observar en la tabulación de los dos tipos de planificación:



Figura 70. Programación antes de Heijunka.

Nota: Creación propia.

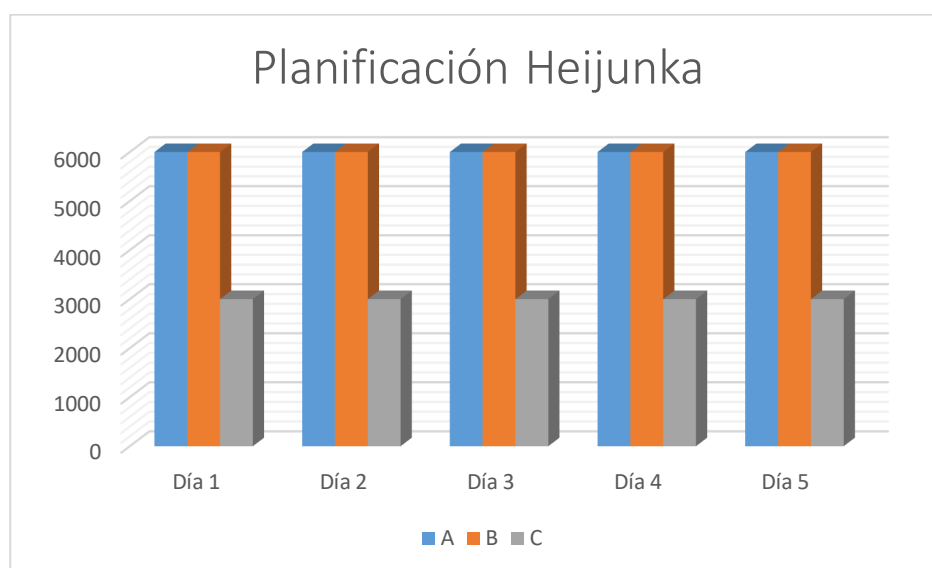


Figura 71. Programación después de Heijunka.

Nota: Creación propia.

La nueva programación consigue grandes ventajas en un modelo como el que maneja ABS Cromosol Ltda., en donde los clientes constantemente están alterando los tiempos de entrega, generando la necesidad de un modelo flexible. En el modelo que se observaba en la Figura 70, si por ejemplo, el cliente C hubiera requerido su pedido o un porcentaje de este, para el día 2 habría que tenido que esperar 3 días más para tenerlo, debido a que modificar la programación iba a causar una descompensación en el resto de pedidos y hasta ese día 2 no se habría tenido ni una sola unidad del producto C. Por el contrario, en el modelo de Heijunka este Lead time se habría reducido debido a que para este día 2, ya se habría contado con 6000 Uds. del producto C, poniéndolas a disposición del cliente con facilidad y logrando un ajuste más rápido de la programación en caso de demoras o fallas.

Entre las ventajas más notables que posee la planificación Heijunka y que puede aprovechar la empresa se encuentran:

- mira un horizonte cercano;
- acumula necesidades de los distintos artículos y deduce de ellas los porcentajes de venta;

-planifica una secuencia de pequeños lotes estándar que repite con una frecuencia proporcional a las ventas.

Producción:

-equilibrada en el nivel macro, en la medida en que los volúmenes diarios se mantienen constantes. (Galgano, 2004, pág.115)

Semanas Kaizen.

Esta metodología desarrollada semana a semana se tomó para mostrar los resultados obtenidos por herramientas previas, y además por las nuevas intervenciones y propuestas de esta misma, esto con el hecho de disminuir la repetitividad de datos y aumentar la practicidad a la hora de los análisis de la información.

Esta metodología fue llevada a cabo en 8 semanas, y estuvo soportada la estructura metodológica que se encuentra a continuación, adaptada de Galgano (2004, pág. 190):

Jornada	Tiempo	Actividades	Personas implicadas	Lugar
Lunes	8:30-9:00	Presentación de proyecto y herramientas	Operarios, Jefe de planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
	9:00-11:00	Actividades para formación	Operarios, Jefe de planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
	11:00-12:00	Plan de trabajo diario	Operarios, Jefe de planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
	12:00-13:00	Comida		
	13:00-16:00	Trabajo del equipo en la sección	Operarios, Jefe de planta, Director de proyecto	Área de producción
	16:00-16:30	Reunión: Resumen de las actividades, plan de trabajo del siguiente día.	Jefe de planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
	16:30-17:00	Informe diario a jefe de planta	Jefe de planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
Martes	8:30-9:00	Definición de las intervenciones	Operarios, Jefe de planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
	11:30-12:00	Reunión: Estado avance	Operarios, Jefe de planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
	12:00-13:00	Comida		
	13:00-16:00	Verificación de factibilidad de actividad	Jefe de planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
	16:00-16:30	Reunión: Resumen de las actividades, plan de trabajo del siguiente día.	planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
	16:30-17:00	Informe diario a jefe de planta	Jefe de planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones

Miércoles	8:30-9:00	Realización de modificaciones	Operarios, Jefe de planta, Director de proyecto	Área de producción
	11:30-12:00	Reunión: Estado avance	Operarios, Jefe de planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
	12:00-13:00	Comida		
	13:00-16:00	Realización de modificaciones	Operarios, Jefe de planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
	16:00-16:30	Revisión: Síntesis de las actividades, Plan de trabajo siguiente día	planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
	16:30-17:00	Informe diario a jefe de planta	Operarios, Jefe de planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
Jueves	8:30-9:00	Check sobre los resultados	Operarios, Jefe de planta, Director de proyecto	Área de producción
	11:30-12:00	Revisión: Estado avance	Operarios, Jefe de planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
	12:00-13:00	Comida		
	13:00-16:00	Check sobre los resultados	Operarios, Jefe de planta, Director de proyecto	Área de producción
	16:00-16:30	Revisión: Resumen actividades, Novedades	planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
	16:30-17:00	Informe diario a jefe de planta	Jefe de planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
Viernes	9:00-12:00	Preparación informe final	Operarios, Jefe de planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones
	12:00-13:00	Comida		
	13:00-15:00	Check en las secciones	Operarios, Jefe de planta, Director de proyecto	Área de producción
	15:00-17:00	Informe final	Jefe de planta, Director de proyecto	Oficina de reuniones

Figura 72. Metodología semanas Kaizen.

Nota: Adaptado de Galgano, A. (2004). Pág. 190.

Dado que ya se había hecho la recolección de datos acerca de volúmenes y tiempos, se tomó esa información como situación inicial de la empresa, para poder así establecer objetivos de producción en el Target Sheet, que se utilizó semana a semana.

Situación inicial:

- Mejora probeta
- PH metro
- Cronómetro

Consumo dm2						
Paladio (ml)			Acelerado (gr)	Niquel quimico (ml)		
Paladio catalizador	Acido Clorhidrico Reactvo	Estabilizador de caloide	Complex 69	Amoni C60	Amoni C61	Amoniaco
Litros			Kilogramos	Litros		

Figura 73. Formato consumo de materias primas por dm2.

Nota: Creación propia.

Toda la información referente al histórico, evolución y comportamiento de los indicadores y datos semana a semana, se encuentra consignada en el archivo de Excel que se encuentra como Anexo D. junto con un hipervínculo al trabajo.

Capítulo VI

Administración del proyecto

Presupuesto.

En este punto se tendrá en cuenta los activos que se tienen desde el inicio de la concepción del proyecto, hasta los utilizados para todo el desarrollo del mismo cuantificando su valor de uso en semejanza como un alquiler de estos.

Tabla 7.

Volúmenes de producción por producto.

No.	Concepto	Cant.	Valor unitario	Valor mensual	Valor total X 4 meses
1	EQUIPOS				
2	Computador portátil	1	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 480.000
3	Impresora	1	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 320.000

Nota: Autoría propia.

- Para cada uno se tomó el valor del 10% de su valor de adquisición. Debido a que la generación de este servicio no demanda mayor inversión o adquisición de activos solo se especifican los mencionados.

De acuerdo a los gastos necesarios para poder llevar a cabo todo el desarrollo de las actividades especificadas en la metodología, y según los datos encontrados para los servicios de consultoría en la actualidad se presentan los siguientes valores:

Tabla 8.

Gastos totales.

No.	Concepto	Cant.	Valor unitario	Valor mensual	Valor total X 4 meses
PERSONAL					
1	Servicios de asesoría (20 horas al mes)	1		\$ 274.300	\$ 1.097.200
2	Tiempo de trabajo fuera de la empresa (40 horas al mes)	1		\$ 411.450	\$ 1.645.800

Nota: Autoría propia.

Se aclara entonces, que el valor base tomado para calcular estos servicios es de \$2.743.000, dejando un 40% de participación del valor total a *Servicios de asesoría (20 horas al mes)*, y el 60% restante a *Tiempo de trabajo fuera de la empresa (40 horas al mes)*, entendiéndose así su nivel de importancia en el proceso. (PWC, Benchmarking de salarios, sección *Tarifas personal profesional*, pág. 25, <https://www.infraestructura.org.co/descargas/BenchMarking.pdf>)

Tabla 9.

Presupuesto de costos de producción del servicio.

No.	Concepto	Cant.	Valor unitario	Valor mensual	Valor total X 4 meses
1	EQUIPOS				
2	Computador portátil	1	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 480.000
3	Impresora	1	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ 320.000
4	INSUMOS				
5	Cinta métrica	1	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000
6	Cronómetro	1	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000
7	Pruebas de laboratorio (opcional)	1	\$ 107.000	\$ 107.000	\$ 107.000
8	Esfero	1	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 4.000
9	Resma de papel	1	\$ 12.000	\$ 12.000	\$ 12.000

10	Internet	1	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000
11	Fotocopias	1	\$ 4.000	\$ 4.000	\$ 16.000
12	TRANSPORTE				
13	Combustible (galones gasolina)	11	\$ 8.400	\$ 16.800	\$ 92.400
14	OTROS				
17	Caja menor	1	\$ 30.000	\$ 30.000	\$ 120.000
SUB TOTAL			\$ 452.400	\$ 460.800	\$ 1.241.400
IVA (19%)			\$ 85.956	\$ 87.552	\$ 235.866
TOTAL			\$ 538.356	\$ 548.352	\$ 1.477.266

Nota: Autoría propia.

Se realizarán algunas aclaraciones de acuerdo al presupuesto expuesto:

- Para el concepto de equipos, se tiene en cuenta un valor del 10% sobre el valor total del activo, asemejando su uso como un alquiler.
- En cuanto a los insumos, se aclara que las pruebas de laboratorio son opcionales debido a que, aunque agregarían un gran valor al análisis de los procesos de la empresa no son esenciales y se puede prescindir de ellas. Sin estas pruebas el valor total de la última columna de *TOTAL* se modificaría a \$1.349.936 pesos.
- Cabe aclarar que en el caso de poderse realizar las pruebas de laboratorio, se toma como base el valor expuesto por el laboratorio de toxicología de la Universidad Nacional de Colombia. (sección de *pruebas no biológicas*, 2017, <http://www.toxicologia.unal.edu.co/laboratorio/>)
- En el concepto de transporte, ya que se contó con un vehículo (automóvil) para realizar los desplazamientos se estima la distancia de los recorridos por el precio actual del combustible, de acuerdo a las visitas especificadas en el plan de trabajo (*véase Tabla 1. Cronograma de trabajo*).

El presente trabajo de investigación aplicada como proyecto se llevó a cabo mediante los únicos aportes del director del proyecto, teniendo en cuenta que estos aportes abarcan el cubrimiento de la siguiente parte resaltada en el presupuesto de la Tabla como se ve a continuación en la cual se

tienen en cuenta algunos de los costos específicos de prestación del servicio presentados con anterioridad:

Tabla 10.

Costos de producción del servicio asumidos por el director del proyecto.

4	INSUMOS					
5	Cinta métrica	1	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	
6	Cronómetro	1	\$ 15.000	\$ 15.000	\$ 15.000	
7	Pruebas de laboratorio (opcional)	1	\$ 107.000	\$ 107.000	\$ 107.000	
8	Esfero	1	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 4.000	
9	Resma de papel	1	\$ 12.000	\$ 12.000	\$ 12.000	
10	Internet	1	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000	
11	Fotocopias	1	\$ 4.000	\$ 4.000	\$ 16.000	
12	TRANSPORTE					
13	Combustible (galones gasolina)	11	\$ 8.400	\$ 16.800	\$ 92.400	
14	OTROS					
17	Caja menor	1	\$ 30.000	\$ 30.000	\$ 120.000	

Nota: Autoría propia.

Ahora bien, de acuerdo a las acotaciones hechas en el informe preliminar a este, se tenían 2 posibilidades de costo en cuanto al numeral 7, obteniendo así un valor aproximado de \$ 335.000 pesos sin las pruebas de laboratorio o por el contrario incluyéndose las pruebas \$442.000 pesos.

Estas pruebas no fueron necesarias al final de la aplicación del proyecto lo que conlleva a un valor de aproximado de \$ 335.000 pesos como el costo de la aplicación total del proyecto en la empresa ABS Cromosol Ltda.

Cronograma.

El plan de actividades desarrollado para estipular los tiempos y las metas establecidas a plazos para la consecución de los objetivos del presente trabajo de investigación aplicada, se adjunta como un anexo debido a su extensión, encontrándose, así como Anexo X. Cabe aclarar que en este se estipularon las actividades programadas, pendientes, constantes y aunque también se planteó una codificación para actividades ejecutadas, se adjunta el plan de trabajo como se estipulo inicialmente para observar de manera más precisa la metodología, dando a entender que a estas alturas de las fechas del cronograma ya se han ejecutado y cumplido a cabalidad todas las tareas, aunque no estén resaltadas como tal en el plan.

Conclusiones

Para concluir:

- En primer lugar, se resalta y enfatiza en que se da cumplimiento al objetivo general del proyecto, aumentando la productividad en los procesos de cromado y niquelado de la empresa ABS Cromosol Ltda., mediante la aplicación de las herramientas seleccionadas de Lean Manufacturing. Esto después de llevar a cabo los análisis correspondientes a la situación inicial de la empresa y la generación del estudio de tiempo y movimientos que fue muy importante para determinar los tiempos reales de ciclo que posteriormente demostrarían el tiempo real de Lead Time que tenía la empresa. Por otra parte la estandarización de los procesos mediante las diferentes herramientas aplicadas en las semanas estudiadas, demostró por medio de los indicadores una elevación notable de un porcentaje inicial de calidad en los productos de 67% pasando a un 79% en la calidad requerida para las piezas o productos terminados en las últimas semanas, disminuyendo los reprocesos existentes y los rechazos definitivos de no conformidades, así que en efecto, se logra producir una mayor cantidad de piezas conformes con utilización de menor cantidad de recursos, lo que se traduce en aumentos de productividad para las áreas seleccionadas, esto verificable también con el indicador general de productividad que se estableció en una situación inicial en \$3.060.001 / \$ invertidos para la producción, pasando a una cifra de **\$3.281.001**/ invertidos para la producción.
- Mediante la aplicación del estudio de tiempos y métodos y del mapeo del flujo de valor VSM, se logró realizar un diagnóstico que reveló los valores de la situación inicial de la empresa, dejando ver los datos reales de los tiempos de ciclo, de volúmenes de inventario tanto almacenado como en proceso, y el tiempo de Lead Time de entrega al cliente, cambiando de 13,88 días a 12,64 días de tiempo normal de respuesta de la empresa, proporcionando así una visualización práctica para lograr plantear y seleccionar aquellas áreas de la empresa que representaban factores críticos en los que las herramientas de Lean Manufacturing podrían actuar, para reducir las mudas evidenciadas.
- A través de la indagación del material bibliográfico disponible en las áreas de ingeniería por parte de la Universitaria Agustiniense y fuentes externas como bibliotecas públicas, se logra reunir suficiente información para validar que las herramientas propuestas son las

idóneas para atacar las mudas que presentaba la empresa, justificando así las teorías encontradas en el marco teórico del presente proyecto.

- Se desarrolla una metodología preliminar en el informe previamente realizado con un plan de actividades estipulado hasta la fecha del primer semestre del año 2017. En el nuevo cronograma o plan de actividades se actualizan las fechas con respecto a los nuevos plazos de presentación y preparación del proyecto, proveídos por la facultad de ingeniería. Así pues se estipularon los plazos requeridos para desarrollar las herramientas seleccionadas, teniendo en cuenta el alcance de cada una y los tiempos de adaptación que llevaría hacer la intervención con estas.
- Puesto que se estipula una metodología detallada a seguir, después de estudiar la aplicabilidad de las diferentes técnicas de Lean en la empresa, se procede al proceso de implementación semana a semana de cada una de las herramientas, pero utilizando la herramienta *Semanas Kaizen* como foco de guía y de medición de los avances de las demás herramientas. Esto debido a que esta herramienta provoca un foco completo de mejora continua y utiliza las herramientas correctas para mantener al personal motivado para lograr el objetivo estipulado. Es así como se lleva a cabo la implementación en doce semanas de las diferentes técnicas siguiendo el plan mediante la metodología expuesta por Galgano (2008) y las adaptaciones requeridas para cada herramienta por parte del director del proyecto.
- De acuerdo a la selección de los indicadores diseñados y adaptados de los comúnmente utilizados para la filosofía Lean Manufacturing, se lleva a cabo la recolección de los datos que muestran el avance y la adecuación a las herramientas de la empresa, obteniendo los análisis necesarios para concluir que, sus tiempos de respuesta al cliente (Lead Time) mejoraron en comparación con su situación actual, pasando de un 13,88 días a 12,64 días de tiempo normal de respuesta de la empresa ante los pedidos que recibe de sus clientes frecuentes los cuales fueron estudiados, así como sus volúmenes de pedido semanal y mensual. Por otra parte el resto de los indicadores como cumplimiento de entregas completo, calidad, reprocesamiento de productos y demás, logran afirmar los cambios y las mejoras percibidas en la empresa mediante las líneas de tendencia establecidas como nivel crítico, nivel satisfactorio, nivel actual y meta.

- Con el objetivo de actualizar los datos de las diferentes áreas intervenidas y luego de las evaluaciones obtenidas en algunas de las herramientas de Lean se estipulan los ajustes y propuestas necesarias para continuar con la mejora continua en cada uno de los procesos seleccionados de la empresa, ya que estas técnicas de Lean Manufacturing y en si la filosofía en general es algo que debe llevarse con disciplina como lo estipula quinta S en la metodología de las 5S, estas herramientas deben apropiarse y convertirse en elementos del día a día, de cotidianidad, y con esto se hace referencia a seguir actualizando los procesos y encontrar los puntos débiles siguientes para seguir en el proceso de mejora.
- Por otra parte, la hipótesis planteada en el apartado del problema de la investigación resulto ser verdadera, debido a que si se consiguió aumentar la productividad en los procesos de la empresa ABS Cromosol Ltda., mediante las diferentes herramientas de Lean que atacaron aspectos claves que incidían en los niveles de productividad que tenía la empresa en ese periodo de tiempo, las herramientas de 5S y Poka Yoke contribuyeron en la reducción de los errores humanos y las mudas evidenciadas en zonas de trabajo como de enganche, inspección, (antes de ser eliminada la tarea de conteo), Heijunka mediante la producción nivelada ayudó a responder las cambiantes demandas de los clientes de la empresa y mediante el desarrollo de las semanas Kaizen para llegar al VSM propuesto se logró la mejora en tiempos y procesos esperada.
- Las técnicas utilizadas de Lean Manufacturing lograron cambiar el comportamiento de las variables en lo relacionado a los primeros datos registrados y analizados de la situación inicial de la empresa, siendo así:
 - Productividad: Actualmente se producen más piezas conformes con el mismo personal, pero con menos tiempo e insumos debido a la disminución de los reprocesos.
 - Calidad: Se mejoran notablemente los porcentajes de producto conforme debido a la reducción de la variabilidad en los procesos y la disminución de los errores humanos en las líneas.
 - Lead Time: Se reduce el tiempo de lead time como se observa en el VSM propuesto, mediante la eliminación de tareas que no agregaban valor como el conteo y desplazamientos innecesarios.
 - Cumplimiento de entregas: Esta variable mejora gracias a la precedente, pues con menores

tiempos de lead time, es mucho más sencillo para la empresa cumplir con los pedidos de los clientes sin retrasos o demoras.

- La pregunta de investigación acerca de si los niveles de productividad lograrían aumentar en la empresa mediante la intervención de Lean Manufacturing, resulta contestarse de manera afirmativa y resulta ser una ventaja competitiva para la empresa debido a que con mejores índices de calidad puede mantener sus precios en el mercado y la fidelidad de sus clientes mediante la satisfacción óptima y oportuna de sus pedidos.

Recomendaciones

- Se recomienda seguir apropiándose acerca de los diferentes conceptos de Lean Manufacturing, ya que como se pudo observar logra resultados con muy bajos costos de intervención, y genera un ambiente y una cultura de mejora continua que beneficia tanto la vida personal de los trabajadores en general, tanto como la vida profesional de los mismos, ya que los enriquece con conceptos fundamentados en tanto en el sentido común como en la experticia y el desarrollo de los más grandes creadores de soluciones para todo tipo de empresas.
- Se sugiere seguir llevando a cabo las reuniones con los operarios y jefe de planta para mantener los planes de acción, mejorarlos y a un largo plazo seguirlos modificando con un enfoque de mejora continua.

Referencias

- Arango Serna, Martín Darío, Adarme Jaimes, Wilson, & Zapata Cortes, Julián Andrés. (2010). *Gestión cadena de abastecimiento - Logística con indicadores bajo incertidumbre, caso aplicado sector panificador Palmira*. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 20(1), 97-115. Recuperado el 06 de Febrero 2017, de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702010000100007&lng=en&tlng=es.
- Balestrini Atencio, S; Rodríguez Medina, G; Rodríguez Castro, B; Balestrini Atencio, S; Meleán Romero, R; (2002). *Análisis estratégico del proceso productivo en el sector industrial*. Revista de Ciencias Sociales (Ve), VIII () 135-156. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28080109>
- Benelmekki, M. Riera, M. (2005). *Procedimiento de cromado*. Recuperado el 10 de abril de 2017 de http://www.espatentes.com/pdf/2239907_a1.pdf
- Castillo, F. (2008). *PRINCIPIOS DE ELECTRODEPOSICIÓN*, recuperado el 10 de agosto de 2017 de: http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/principios%20de%20electrolisis.pdf
- Colombia.co. *8 avances de la industria metalmecánica en Colombia*. (2014). Recuperado de: <http://www.colombia.co/esta-es-colombia/hechos/8-avances-de-la-industria-metalmecanica-en-colombia/>
- Cruelles, J. (2013). *Mejora de métodos y tiempos de fabricación*. México: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V.
- Cura, H. *Las "cinco S": Una filosofía de trabajo, una filosofía de vida*. Recuperado el 1 de abril de 2017 de <https://www.ucema.edu.ar/productividad/download/2003/Cura.pdf> Tejada, A S; (2011). *Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos*. Ciencia y Sociedad, XXXVI () 276-310. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87019757005>
- Economía. *29 de cada 100 mipymes sobreviven tras 5 años de actividad en Colombia*. (2016). Recuperado de: <http://www.dinero.com/economia/articulo/la-supervivencia-de-las-mipymes-en-colombia/234685>

- Economía. *29 de cada 100 mipymes sobreviven tras 5 años de actividad en Colombia*. (2016). Recuperado de: <http://www.dinero.com/economia/articulo/la-supervivencia-de-las-mipymes-en-colombia/234685>
- Emprendimiento. *Internacionalización, innovación y productividad: Retos de las mipymes en 2017*. (2017). Recuperado de: <http://www.dinero.com/edicion-impresapymes/articulo/los-retos-que-enfrentan-las-mipymes-en-colombia/241586>
- Emprendimiento. *Internacionalización, innovación y productividad: Retos de las mipymes en 2017*. (2017). Recuperado de: <http://www.dinero.com/edicion-impresapymes/articulo/los-retos-que-enfrentan-las-mipymes-en-colombia/241586>
- Fages Bosch, SL & Fages Serra, I. (2004). Plástico. *Recubrimientos metálicos de cromo duro y níquel químico*. Recuperado de: <http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/8252-Recubrimientos-metalicos-de-cromo-duro-y-niquel-quimico.html>
- Franco Cicedo, P; Dinas Garay, J A; Rivera Cadavid, L; (2009). *Aplicación de herramientas de pensamiento sistémico para el aprendizaje de Lean Manufacturing. Sistemas & Telemática*, 7(0) 109-144. Recuperado el 6 de abril de 2017, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=411534381003>
- Galgano, A. (2004). *Las tres revoluciones*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. Gómez, M. (2015, 6 de Abril). *Análisis del sector económico y oferentes del sector estatal*. Recuperado el 14 de abril de 2017 de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/3022/T11.09%20C29e.pdf?sequence>
- Hernández, J. Gallego, J. (2015). *Deposición electrolítica de níquel*. Recuperado el 10 de abril de 2017 de <http://www1.oan.es/informes/archivos/IT-CDT-2015-8.pdf>
- Hernández, J. Gallego, J. (2015). *Procedimiento niquelado Cajas de Aluminio*. Recuperado el 10 de abril de 2017 de <http://www1.oan.es/informes/archivos/IT-CDT-2015-9.pdf> Villaseñor, A. & Galindo, E. (2011). *Manual de lean manufacturing. Guía básica* (2nd ed., p. 19). México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Julve, E. (2001). *Perspectiva general del cromado industrial: Características físicas del recubrimiento y tipos de cromado*. Recuperado el 14 de abril de 2017 de <file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-PerspectivaGeneralDelCromadoIndustrial-866610.pdf>

- Julve, E. (2009). Historia de la galvanotecnia y técnicas afines. *Historia de la química*. (p. 227). Recuperada de Dialnet. Biblioteca nacional de España.
- *Laboratorio de toxicología*, (2017). Recuperado el 21 de abril de 2017 de <http://www.toxicologia.unal.edu.co/laboratorio/>
- López, E., Sanchez-Varretti, O., García, D. *IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO ANTIERRORES: POKA YOKE*, recuperado el 10 de agosto de 2017 de: http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini_2013/trabajos/COA12_TC.pdf
- Marín, A. Ruano, L. Latorre, M. Ballestar, M. (2013). *Implantación del sistema de calidad 5s en un centro integrado público de formación profesional*. Recuperado el 1 de abril de 2017 de <http://www.redalyc.org/pdf/2170/217029557011.pdf>
- Ministerio de ambiente y FUNDE Colombia, *Guía de Buenas Prácticas para el Sector Galvanotecnia*, Recuperado el 12 de abril de 2017 de http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/INDUSTRIAL%20Y%20MANUFACTURERO/Gu%C3%ADa%20Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20Galvanotecnia.pdf
- PWC y Cámara Colombiana de la Infraestructura, *TARIFAS DE CONSULTORÍA Y CÁLCULO FACTOR MULTIPLICADOR DEL SECTOR FACTOR MULTIPLICADOR DEL SECTOR*, Recuperado el 16 de abril de 2017 de <https://www.infraestructura.org.co/descargas/BenchMarking.pdf>
- Pymes. *Los retos que enfrentan las mipymes en Colombia*. (2017). Recuperado de: <http://www.dinero.com/emprendimiento/articulo/mincomercio-impulsara-innovacion-en-pymes-en-2017/240465>
- Pymes. *Los retos que enfrentan las mipymes en Colombia*. (2017). Recuperado de: <http://www.dinero.com/emprendimiento/articulo/mincomercio-impulsara-innovacion-en-pymes-en-2017/240465>
- Rajadell Carreras, M. & Sánchez García, J. (2010). *Lean manufacturing* (1st ed., p. 2). Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

- Tejeda, A S; (2011). *Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos*. Recuperado el 6 de abril de 2017, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87019757005>
- Villaseñor, A. & Galindo, E. (2008). *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing*. (2da Ed.). México: Limusa.
- Villaseñor, A. & Galindo, E. (2011). *Manual de lean manufacturing. Guía básica* (2nd ed., p. 19). México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Villaseñor, A. & Galindo, E. (2015). *Sistema 5 S's guía de implementación*. (1ra Ed.). México: Limusa.

Lista de tablas

Tabla 1. Base de datos de las empresas del sector galvánico	12
Tabla 2. Tipos de desperdicio o mudas.	24
Tabla 3. Datos recolectados en los procesos de cromado y niquelado.....	37
Tabla 4. Diseño experimental de aplicación.	38
Tabla 5. Resumen de datos de proceso cromado	56
Tabla 6. Volúmenes de producción por producto.....	91
Tabla 7. Volúmenes de producción por producto.....	99
Tabla 8. Gastos totales.....	100
Tabla 9. Presupuesto de costos de producción del servicio.	100
Tabla 10. Costos de producción del servicio asumidos por el director del proyecto.	102

Lista de figuras

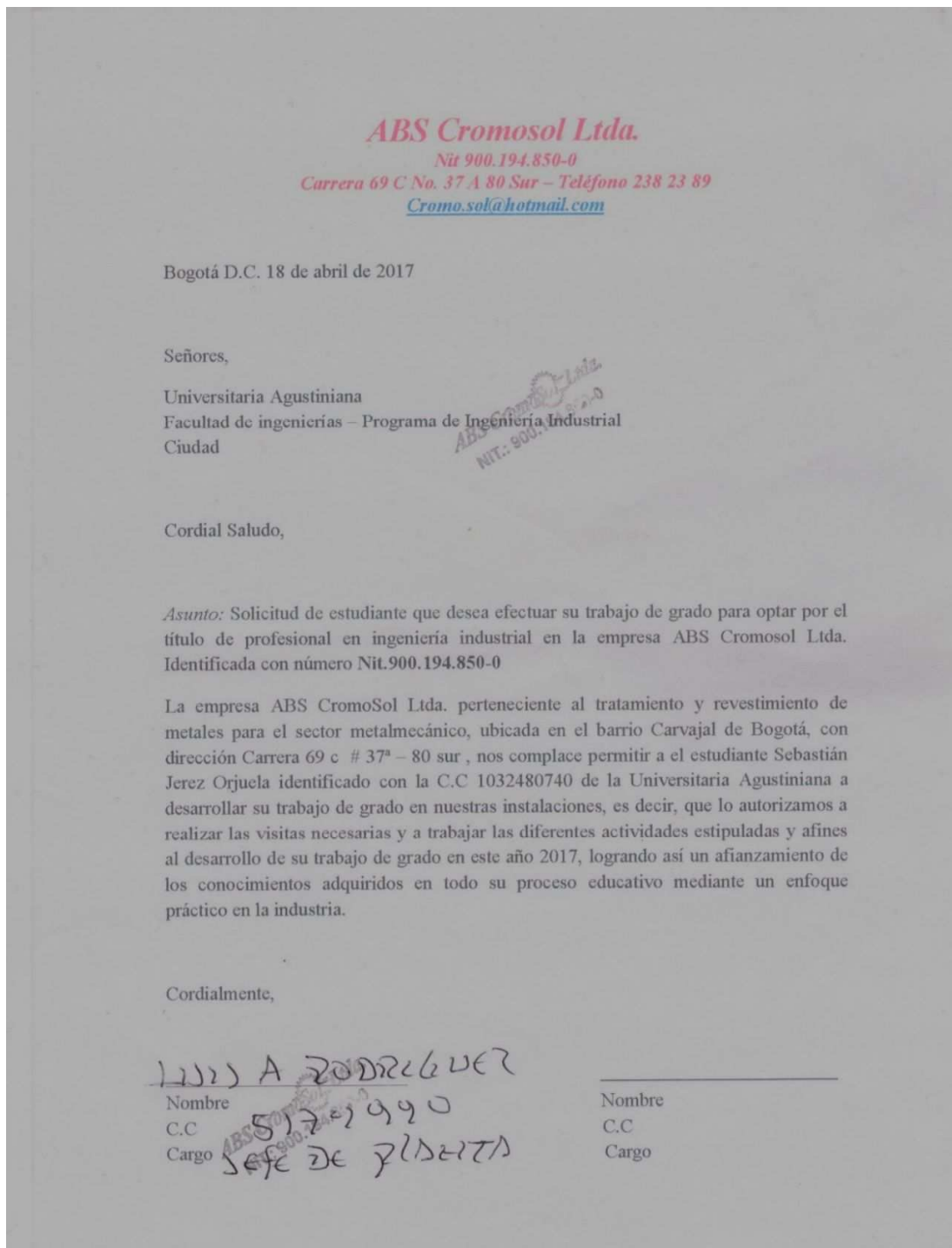
Figura 1. Cadena del sector de galvanotecnia según el destino final de los bienes.....	25
Figura 2. Ubicación de ABS Cromosol Ltda.....	30
Figura 3. Plan para recolección de datos.....	36
Figura 4. Etapas del estudio de métodos y tiempos.....	41
Figura 5. Simbología tipos de operación.....	42
Figura 6. Formato de método Línea pre-lectrolítica plástico.....	44
Figura 7. Formato de método Enganche.	44
Figura 8. Formato de método Línea de cromado plástico.....	46
Figura 9. Formato de método Línea de niquelado metal.	46
Figura 10. Formato de método Línea de cromado metal.	47
Figura 11. Formato de método Inspección de calidad y conteo.	48
Figura 12. Apreciación juicio de actividad	49
Figura 13. Cálculo de observaciones tarea Enganche.	50
Figura 14. Toma de tiempos y apreciación tarea Enganche.	50
Figura 15. Calculo de observaciones tarea Inspección y conteo	51
Figura 16. Toma de tiempos y apreciación tarea Inspección de calidad y conteo.....	52
Figura 17. Tiempo total de ejecución y tiempo estándar actividad Enganche.	52
Figura 18. Tiempo total de ejecución y tiempo estándar actividad Inspección de calidad y conteo.	53
Figura 19. Datos de proceso para VSM Actual.	55
Figura 20. VSM actual para ABS Cromosol Ltda.....	56
Figura 21. VSM propuesto para ABS Cromosol Ltda.	57
Figura 22. Selección zonas de intervención 5S.	58
Figura 23. Tarjetas rojas oficina administrativa.	59
Figura 24. Tarjeta roja N°1 oficina administrativa.....	59
Figura 25. Tarjeta roja N°2 oficina administrativa.....	60
Figura 26. Tarjetas rojas zona de inspección.	60
Figura 27. Tarjeta roja N°1 zona de inspección.	61
Figura 28. Tarjeta roja N°2 zona de inspección.	61
Figura 29. Tarjeta roja N°3 zona inspección.	62
Figura 30. Zona de inspección 2.....	62
Figura 31. Tarjeta roja zona de inspección 2.	63
Figura 32. Tarjetas rojas zona de enganche.	63
Figura 33. Tarjeta roja N°1 zona de enganche.....	64
Figura 34. Tarjeta roja N°2 zona de enganche.....	64
Figura 35. Tarjeta roja N°3 zona de enganche.....	65
Figura 36. Tarjetas rojas zona de materias primas.	65
Figura 37. Tarjeta roja N°1 zona de materias primas.....	66
Figura 38. Tarjeta roja N°2 zona de materias primas.....	66
Figura 39. Tarjeta roja N°3 zona de materias primas.....	67
Figura 40. 5S en zona de enganche 1.	68

Figura 41. 5S en zona de enganche 2.	68
Figura 42. Enjuagues y paladio reactivo.	69
Figura 43. Rejillas de alcantarillado líneas de cromado y pre-lectrolítica.	69
Figura 44. Pesos para tanque de mordentado.	70
Figura 45. 5S en zona oficina administrativa.	72
Figura 46. 5S en zona de inspección 1.	73
Figura 47. 5S en zona de inspección 2.	73
Figura 48. 5S en zona de materias primas.	74
Figura 49. Evaluación 5S oficina administrativa.	75
Figura 50. Evaluación 5S zona de inspección.	76
Figura 51. Evaluación 5S zona de enganche.	77
Figura 52. Evaluación 5S zona materias primas.	78
Figura 53. Evaluación 5S zona almacenaje reproceso.	79
Figura 54. Ranking para errores procesos ABS Cromosol Ltda.	81
Figura 55. Ranking de métodos poka yoke para procesos ABS Cromosol Ltda.	81
Figura 56. Priorización de Poka Yoke ABS Cromosol Ltda.	82
Figura 57. Cacerola con defectos en cavidad.	83
Figura 58. Gancheras previas a poka yoke.	84
Figura 59. Gancheras con Poka Yoke.	85
Figura 60. Posición correcta de un cátodo con cavidades.	85
Figura 61. Canasta con piezas irregulares.	86
Figura 62. Canasta con herramienta poka yoke.	87
Figura 63. Cacerola con imperfecciones después de níquel.	88
Figura 64. Referencia nivel de profundidad de la pieza en baño.	88
Figura 65. Rejillas poka yoke para baño de Níquel.	89
Figura 66. Ayuda visual baños electrolíticos.	90
Figura 67. Productos ABS Cromosol Ltda.	92
Figura 68. Programación tradicional ABS Cromosol Ltda.	92
Figura 69. Frecuencias y relación de productos.	93
Figura 70. Programación antes de Heijunka.	93
Figura 71. Programación después de Heijunka.	94
Figura 72. Metodología semanas Kaizen.	97
Figura 74. Formato consumo de materias primas por dm2.	98

Lista de anexos

Anexo A. Carta de autorización empresa ABS Cromosol Ltda..	116
Anexo B. Cronograma de actividades.....	116
Anexo C. Tabla de Mundell para la determinación del número de observaciones.	119
<u>Anexo D. Carta de control indicadores, histórico y evolución.</u>	

Anexo A. Carta de autorización empresa ABS Cromosol Ltda.



Nota: ABS Cromosol Ltda.

Actividades ejecutadas	
Actividades programadas	
Actividades pendientes	
Actividades Constantes	

Nota: Creación propia.

Anexo C. Tabla de Mundell para la determinación del número de observaciones.

Tabla de Mundel para la determinación del número de observaciones								
(A-B)/(A+B)	Datos de una muestra de		(A-B)/(A+B)	Datos de una muestra de		(A-B)/(A+B)	Datos de una muestra de	
	5	10		5	10		5	10
0,05	3	1	0,21	52	30	0,36	154	88
0,06	4	2	0,22	57	33	0,37	162	93
0,07	6	3	0,23	63	36	0,38	171	98
0,08	8	4	0,24	68	39	0,39	180	103
0,09	10	5	0,25	74	42	0,40	190	108
0,10	12	7	0,26	80	46	0,41	200	114
0,11	14	8	0,27	86	49	0,42	210	120
0,12	17	10	0,28	93	53	0,43	220	126
0,13	20	11	0,29	100	57	0,44	230	132
0,14	23	13	0,30	107	61	0,45	240	138
0,15	27	15	0,31	114	65	0,46	250	144
0,16	30	17	0,32	121	69	0,47	262	150
0,17	34	20	0,33	129	74	0,48	273	156
0,18	38	22	0,34	137	78	0,49	285	163
0,19	43	24	0,35	145	83	0,50	296	170
0,20	47	27						

Nota: García, recuperado el 11 de octubre de 2017 de:
http://www.madurga.net/uploads/1/4/8/4/14846678/orgnizacion_del_trabajo.pdf