

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Industrial



Propuesta de mejora del nivel de servicio a través del rediseño
de procesos en la empresa Renner Coatings Chile

Por:

Matías Andrés Cavieres Cordero

Alejandro Andrés Carrasco Henríquez

Trabajo de Título para optar al grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y al Título de
Ingeniero Civil Industrial

Profesor Guía Erik Schulze

Diciembre 2018

Agradecimientos

Gracias inconmensurables a mis padres Cherie y Chirstian por haberme formado como una persona íntegra y perseverante, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este, aunque tuvieran reglas y en algunos casos libertades me motivaron a ser mejor persona y constantemente alcanzar mis anhelos, en especial por su apoyo en este trabajo de título, siempre pendientes y conservando la calma cuando yo no la tuve, gracias por su cariño y por estar en los momentos más importantes de mi vida.

A mi hermana, Catalina, por creer en mi capacidad para seguir adelante y apoyarme incondicionalmente en todo el proceso, finalmente mi hermano pequeño, Martin, por entregar ese cariño a su manera, su preocupación en este largo proceso y su palabra de aliento alegre y amorosa.

A mi polola Tiare, por su amor, apoyo y cariño en cada momento vivido en este proceso de formación profesional y de trabajo de título. Por mantener la paciencia y seguir queriéndome cuando estuve más estresado y odioso.

A mi tío Luis, por estar presente en esos momentos que lo requerí, por esos mensajes de aliento y corrección cuando fue necesario, agradezco cada palabra compartida y su apoyo siempre es fundamental.

A mis amigos de la universidad y de donde crecí, por estar ahí para apoyarme y alentarme en todo momento, por los momentos vividos en este tiempo y palabras necesarias en cada uno de esos instantes.

A los docentes de la universidad que contribuyeron en mi formación profesional, en específico a la profesora Verónica Morales que fue una gran mentora en este proceso de formación y por sus palabras cuando era necesario para sacar lo mejor de mi en cada fase de la carrera.

Finalmente agradecer a mi compañero de trabajo y mi profesor guía, Alejandro Carrasco y Erik Schulze respectivamente, por fomentar el espíritu de trabajo en equipo y desarrollar una excelente labor en el trabajo de título.

Matías Andrés Cavieres Cordero

Es complicado resumir en un par de párrafos el agradecimiento de 6 años de universidad, pero haré lo posible no olvidarme de nadie.

En primer lugar agradecer por cada palabra de aliento a mis padres Ramón y América, que si bien no estuvieron siempre presencialmente apoyándome, si se acordaron cada día de darme una palabra de aliento para seguir día a día. Además dar las gracias a mi hermana mayor Ana que jamás se olvidó de un saludo por la mañana para darme energías y así seguir adelante a pesar de las adversidades, y también a mi hermana pequeña Estephanía que a pesar de tener roces muchas veces fue fundamental a la hora ayudarme en alguna situación determinada cuando yo no podía realizar algo.

Agradecer también a mis padrinos Horacio y Doralisa que desde un principio en este mundo nuevo que se me avecinaba en el año 2010, me ayudaron con gestos que son únicos he inolvidables en la vida.

No quiero dejar de mencionar a dos grandes amigos y compañeros que hice durante esta etapa desde un principio Alejandro y Gonzalo, que compartimos más que una amistad sino que experiencias inolvidables que jamás olvidaré y atesoraré con mucho cariño en mi inconsciente. Y a los que más adelante se fueron uniendo Fabián, Sebastián, Alfonso y Gonzalo Aguilera, que sin lugar a dudas vivimos momentos inolvidables que tampoco olvidaré.

Agradecer además a mi polola por su comprensión y apoyo constante, hecho que me ha sido más que satisfactorio y fundamental para que nuestra relación hasta el día de hoy se tan importante y sólida para nuestras vidas.

Finalmente, agradezco enormemente a mi profesor guía Erik Schulze y compañero de tesis Matias Cavieres, por su constante profesionalismo y trabajo en equipo que ayudó a la consecución de este trabajo que en el papel fue extenso pero junto a ellos se pasó muy rápido el tiempo, debido a lo agradable que hicieron esta etapa.

Alejandro Andrés Carrasco Henríquez

Dedicatorias

Dedicar este trabajo de título a mi familia, polola y amigos que me apoyaron en cada momento de este largo proceso de formación, por su cariño y palabra de aliento en los momentos que fue necesario. Pero en especial a mis hermanos, Catalina y Martin, para que en un futuro comprendan que con perseverancia y entusiasmo por lo que quieres ser, todo se puede lograr.

Esto es también su logro.

Matías Andrés Cavieres Cordero

Este trabajo se lo dedico a mi familia, amigos, compañeros y polola, porque sin ellos habría sido muy complicado sacar adelante la carrera y trabajo de título, que sin dudas fueron complejos por distintas adversidades que se presentaron en este largo viaje.

Esto es sin dudas por y para ustedes.

Alejandro Andrés Carrasco Henríquez

Índice

| | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| Glosario | 7 |
| Abreviaturas | 9 |
| Listado de figuras | 10 |
| Listado de tablas | 11 |
| Listado de anexos..... | 12 |
| Resumen Ejecutivo | 13 |
| Introducción | 15 |
| Capítulo 1.- Descripción de la empresa | 16 |
| 1.1.- Reseña histórica..... | 16 |
| 1.2.- Misión y visión..... | 16 |
| 1.3.- Valores..... | 16 |
| 1.4.- Certificaciones..... | 17 |
| 1.5.- Estructura organizacional..... | 18 |
| 1.6.- Mapa de supersistema..... | 19 |
| Capítulo 2.- Actualidad e identificación del problema..... | 22 |
| 2.1.- Situación Actual | 22 |
| 2.1.1.- Introducción al Flujo Productivo..... | 22 |
| 2.1.2.- Flujo Productivo..... | 24 |
| 2.1.3.- Subprocesos del Flujo de Producción | 27 |
| 2.2.- Problema..... | 33 |
| 2.2.1.- Listado de efectos indeseados..... | 33 |
| 2.2.2.- Causa raíz..... | 36 |
| 2.2.3.- Matriz Vester | 38 |
| 2.2.4.- Resultados | 38 |
| 2.2.5.- Hallazgos matriz Vester..... | 40 |
| 2.3.- Objetivos..... | 41 |
| 2.3.1.- Objetivo general..... | 41 |
| 2.3.2.- Objetivos específicos | 41 |
| 2.3.3.- Resultados Esperados..... | 41 |
| Capítulo 3.- Marco teórico..... | 42 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1.- Lean Manufacturing | 42 |
| 3.2.- Single - Minute Exchange of Dies (SMED)..... | 43 |
| 3.3.- Business process model and notation (BPMN) | 45 |
| 3.4.- Análisis modal de fallos y errores | 46 |
| 3.4.1- Definición de conceptos fundamentales AMFE | 46 |
| 3.4.2- Metodología AMFE | 49 |
| 3.5.- Metodología..... | 50 |
| Capítulo 4.- Aplicación..... | 51 |
| 4.1.- Identificación de variables de producción | 51 |
| 4.2.- Definición de grupo de elaboración y procedimientos..... | 54 |
| 4.3.- Propuestas | 61 |
| 4.3.1.- Estandarización de fórmulas y padrones de color..... | 61 |
| 4.3.2.- Fabricación con máquina COROB CLOVER MIX 20..... | 62 |
| 4.3.3.- Tablero visual de stock | 63 |
| 4.3.4.- Metodología de autocontrol de productos..... | 65 |
| 4.4.- Rediseño de procesos | 66 |
| 4.5.- Implementación de propuestas y medición de resultados | 69 |
| Conclusión | 80 |
| Anexos..... | 83 |

Glosario

- B+C:* Procedimiento de fabricación de pinturas que se realiza con productos semielaborados que ya se encuentran fabricados. Este se lleva a cabo por los coloristas, quienes solo deben mezclar los componentes para realizar los revestimientos.
- Baldes:* Es el envase equivalente a la tineta, pero en formato plástico.
- Coatings Care:* COATINGS CARE es un programa mundial para las industrias de fabricación de pinturas y tintas de imprenta. El objetivo de COATINGS CARE es mejorar el rendimiento de la industria de recubrimientos en los ámbitos del medio ambiente, la seguridad, la salud, la distribución y la administración de productos.
- Coloristas:* Personas encargadas de realizar el color de la pintura.
- Contramuestra:* Muestra líquida de pintura que guarda la compañía para comparar con pedidos futuros. En caso de no haber, se trae la muestra de una cartilla o muestra física.
- Cuartos:* Envase de pintura metálico que equivale a 1 litro de pintura aproximadamente.
- Descuelgue:* Esta medición tiene relación con la capacidad de la pintura de adherirse a la superficie sin escurrir.
- Dispersión:* Procedimiento de fabricación de pinturas que se realiza con materias primas de productos semielaborados y pigmentos de concentrado, este es realizado por los maquinistas, ya que involucra mayor cantidad de litros de producto, debido a que se realiza mayoritariamente cuando se requieren productos en volumen.
- Galones:* Envase para pintura, metálico o plástico que contiene 3,78 litros de producto.
- IMO/PSPC:* Certificación de tanques de lastre de agua, renovados para el Revrán NVC WST 870.
- Kanban:* Metodología de gestión general de tareas de producción, *Kan* significa “visual” y *ban* es “tarjeta”. Por ende, es una estrategia de control visual de las tareas que se realizan en un flujo determinado.
- Lección en un Punto:* Es una herramienta de comunicación de información, utilizada para la transferencia de conocimientos y habilidades simples o breves.

| | |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Maquinistas:</i> | Personas encargadas de fabricar la base del producto según corresponda. |
| <i>Molienda:</i> | Esta medición se realiza a los concentrados de color y tiene relación con qué tan finas son las partículas de la mezcla del concentrado. |
| <i>Nave de Producción:</i> | Instalaciones definidas para la fabricación de los productos. |
| <i>Ollas:</i> | Recipientes de diversos tamaños, entre 5 y 250 galones, para realizar las mezclas de las pinturas. |
| <i>Padrón de color:</i> | Cartilla definida de color en el sistema para su producción. |
| <i>Peso específico:</i> | Esta medición se refiere al peso de una sustancia por unidad de volumen. |
| <i>Pot Life:</i> | Esta característica es el tiempo en el que es recomendado aplicar la pintura para mantener las características de ambos componentes que se requieren para la fabricación (catalizadores). |
| <i>Prueba de Brillo:</i> | Examen que determina si el brillo de la pintura es de la intensidad determinada para el producto en estudio. |
| <i>Secado:</i> | Se refiere a la velocidad con que la sustancia fabricada es capaz de secar al tacto. |
| <i>Tinetas:</i> | Envase para pintura metálico que contiene 5 galones, equivalente a 18,92 litros de producto. |
| <i>Viscosidad:</i> | Medición que determina la resistencia del líquido a fluir por una superficie. |

Abreviaturas

- **MO:** Mano de Obra
- **OP:** Orden de Producción
- **PCP:** Planificación y control de la producción
- **TP:** Total Pasivos
- **TA:** Total Activos
- **ARA:** Árbol de la Realidad Actual
- **NS:** Nivel de Servicio
- **B+C:** Base más Concentrado
- **B2B:** Business to Business (Negocio a Negocio)
- **EI:** Efecto Indeseado
- **LUP:** Lección en un Punto
- **IPT:** Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Listado de figuras

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Figura 1: Estructura Organizacional de Renner Coatings Chile SPA.</i> | 18 |
| <i>Figura 2: Influencias que afectan a la compañía.</i> | 19 |
| <i>Figura 3: Nivel de servicio año 2017.</i> | 23 |
| <i>Figura 4: Proceso Productivo de la empresa Renner Coatings Chile SPA.</i> | 24 |
| <i>Figura 5: Proceso de fabricación de concentrados y semielaborados.</i> | 27 |
| <i>Figura 6: Proceso de laboratorio de desarrollo.</i> | 29 |
| <i>Figura 7: Proceso de control de calidad.</i> | 31 |
| <i>Figura 8: Árbol de la Realidad Actual.</i> | 37 |
| <i>Figura 9: Gráfico de la Matriz Vester.</i> | 39 |
| <i>Figura 10: AMFE análisis Renner Coatings Chile SPA.</i> | 52 |
| <i>Figura 11: Distribución de pedidos por tipo de cartilla.</i> | 54 |
| <i>Figura 12: Diagrama de Pareto, clasificación de productos por familia.</i> | 55 |
| <i>Figura 13: Cantidad de galones por familia de productos.</i> | 56 |
| <i>Figura 14: Cantidad de productos según el procedimiento de elaboración.</i> | 57 |
| <i>Figura 15: Subdivisión según envase.</i> | 58 |
| <i>Figura 16: Rango de galones de productos fabricados.</i> | 59 |
| <i>Figura 17: Cantidad de productos fabricados por rango de galones, forma de producción y tipo en cartilla.</i> | 60 |
| <i>Figura 18: Cartillas de color RAL.</i> | 61 |
| <i>Figura 19: Máquina COROB CLOVER MIX 20.</i> | 62 |
| <i>Figura 20: Tablero de control visual de stock.</i> | 64 |
| <i>Figura 21: Proceso Productivo Rediseñado.</i> | 66 |
| <i>Figura 22: Rediseño de flujo de fabricación de semielaborados.</i> | 67 |
| <i>Figura 23: Nivel de servicio proyectado con las propuestas.</i> | 68 |
| <i>Figura 24: Tablero visual de stock Renner Coatings Chile Spa.</i> | 69 |
| <i>Figura 25: Página 1 procedimiento de autoabastecimiento de concentrados.</i> | 70 |
| <i>Figura 26: Página 2 procedimiento de autoabastecimiento de concentrados.</i> | 71 |
| <i>Figura 27: Página 3 procedimiento de autoabastecimiento de concentrados.</i> | 72 |
| <i>Figura 28: Página 4 procedimiento de autoabastecimiento de concentrados.</i> | 73 |
| <i>Figura 29: Página 5 procedimiento de autoabastecimiento de concentrados.</i> | 74 |
| <i>Figura 30: Página 6 procedimiento de autoabastecimiento de concentrados.</i> | 75 |
| <i>Figura 31: Página 7 procedimiento de autoabastecimiento de concentrados.</i> | 76 |
| <i>Figura 32: Gráfico de comparación entre el tiempo histórico de fabricación promedio y el tiempo actual promedio de consecución según la cantidad de galones.</i> | 78 |
| <i>Figura 33: Gráfico de comparación de nivel de servicio.</i> | 78 |

Listado de tablas

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Tabla 1: Listado de efectos indeseados.</i> | 33 |
| <i>Tabla 2: Formato de evaluación de la relación de causas.</i> | 38 |
| <i>Tabla 3: Clasificación de la facilidad de detección del modo fallo.</i> | 47 |
| <i>Tabla 4: Clasificación de la frecuencia/probabilidad de ocurrencia del modo fallo.</i> | 47 |
| <i>Tabla 5: Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente/usuario.</i> | 48 |

Listado de anexos

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Anexo 1: Matriz Vester completa</i> | 83 |
| <i>Anexo 2: Tabla de datos para análisis de la Matriz Vester</i> | 84 |
| <i>Anexo 3: Cuantificación de las relaciones entre causas.</i> | 84 |
| <i>Anexo 4: Distribución de ponderación Matriz Vester.</i> | 85 |
| <i>Anexo 5 : Explicación de la valoración de la Matriz Vester.</i> | 85 |
| <i>Anexo 6: Tabla de Valoración de Datos.</i> | 86 |
| <i>Anexo 7: Resultado del análisis.</i> | 86 |
| <i>Anexo 8: Diagrama de Pareto según la familia de productos a elaborar.</i> | 87 |
| <i>Anexo 9: Preguntas de la encuesta realizada a los colaboradores.</i> | 88 |
| <i>Anexo 10: Listado de participantes en encuesta y AMFE.</i> | 89 |
| <i>Anexo 11: LUP medición de brillo.</i> | 90 |
| <i>Anexo 12: LUP medición de descuelgue.</i> | 91 |
| <i>Anexo 13: LUP medición de molienda.</i> | 92 |
| <i>Anexo 14: LUP medición de peso específico.</i> | 93 |
| <i>Anexo 15: LUP medición de vida útil (POT Life).</i> | 94 |
| <i>Anexo 16: LUP medición de secado.</i> | 95 |
| <i>Anexo 17: LUP medición de viscosidad K.U.</i> | 96 |

Resumen Ejecutivo

Renner Coatings es una compañía del grupo Renner Herrmann S.A., una de las filiales más grandes del holding, que genera ingresos desde los años 60 con su fundación en Brasil, en donde cuenta con una oficina de ventas. Posee diversas certificaciones a nivel nacional e internacional, en calidad y procesos de fabricación, los que, en conjunto a los distintos valores cimentados en la empresa, son fundamentales para el éxito de la filial en Chile.

De esta compañía se pudo establecer que los principales problemas están relacionados al nivel de servicio, incumplimiento con los tiempos de entrega y la padronización de productos a fabricar, dichas causas están directamente ligadas con el proceso productivo, por lo que se aplica la diagramación de los flujos de la compañía afectados para identificar la forma de los subprocesos y el proceso de producción mismo.

Utilizando el Árbol de la Realidad Actual y la Matriz Vester se pudo determinar cuál era el problema que tenía más incidencia en el nivel de servicio, es por esto que la causa principal es el incumplimiento con los tiempos de entrega, sin embargo, para confirmar que aumentando el nivel de servicio se mitigarán las fallas o devoluciones producidas por el incumplimiento con los tiempos de entrega, se aplicó un AMFE que permitió identificar causas críticas que afecten el nivel de servicio indistintamente de la ya identificada por las otras herramientas.

La principal variable para estudiar fue el tipo de producción según un tipo de cartilla llamado RAL, que podría ser una de las que presenta mayor cantidad de incumplimiento, es por ello que se determinó una estandarización para la posterior padronización de las fórmulas y colores de la cartilla, esto impulsó la implementación de una maquinaria que permite la fabricación de galones y tinetas de bajas cantidades en 0.16 horas (9 minutos 45 segundos).

Adicionalmente, se diseñó un tablero de control de stock para los productos semielaborados, que se implementó en conjunto con un procedimiento de autoabastecimiento que permite detectar la falta de un semielaborado con el tablero para mantener el nivel de semielaborados disponible para la fabricación de revestimientos.

Finalmente, se desarrolló un proceso de autocontrol de productos para entregar mayor autonomía a los coloristas y que pudieran medir las especificaciones determinadas en los LUP diseñados para esta labor. En conjunto, estas medidas obtuvieron un nivel de servicio de un 8,58% mayor al del año 2017 entre los meses de enero y septiembre, además de una reducción sustancial del tiempo de entrega de los productos de entre 6 y 7 días, a 2 días para las producciones menores a 50 galones y 3 días para las mayores a 50 galones.

Executive summery

Renner Coatings is a company of the Renner Herrmann Group S.A., one of the biggest subsidiaries of the holding, that has generated income since the 60s with its' founding in Brazil, where you will also find a sales office. The holding has several certifications for quality and manufacturing processes at a national and international level, which, together with different values and feedback of the company, are fundamental for the success of the subsidiary in Chile.

This company gave reason to state that the main problems are to be related to the level of service. Non-compliance with delivery times and standards for the grouping/categorization of products that are to be manufactured, are reasons that can be directly linked to the production process. The company applied a flow chart to the company's affected flows to identify to identify the shape of the sub processes and the production process itself.

Using the Tree of Actual Reality and the Vester Matrix made it possible to determine the problem that had the most impact on the service level. The main problem is the non-fulfillment of the criteria for delivery times. However, once an AMFE is applied it can be verified that the improvement of the service level will mitigate the failures and returns, caused by non-compliance of deadlines. The AMFE allows to identify the critical causes that affect the level of the service indistinctly of the one already identified by the other tools.

The main variable to study was the type of production according to a type of booklet called RAL that was able to be the one which presented the highest amount of non-compliance. That is why an official standardization was determined for the earlier mentioned groupings/categorization of the formulas and colors shown in the booklet which prompted the implementation of machinery that allowed the manufacture of gallons and small plates in lower amounts in 0.16 hours (9 minutes 45 seconds).

Additionally, a stock control board was designed for semi-manufactured products, which was implemented together with a self-sufficient method/procedure that allowed the control board to detect the lack of a semi-manufactured product. Thus, the level of semi-manufactured products could be kept available for the manufacture of coatings.

Finally, a process of self-control of products was developed to give greater autonomy to the colorists, who were also able to measure the specification determined in the LUP designed for this task. All in all, the measures obtained a service level of 8.58% which was higher than in 2017, between the months of January and September. Additionally, it led to a substantial reduction in the delivery time of products. The time decreased from approximately 6/7 days to 2 days for the production under 50 gallons and 3 days for the production that was bigger than 50 gallons.

Introducción

El presente proyecto de título se desarrolló en la compañía Renner Coatings Chile SPA, específicamente en el área de operaciones y control de calidad, sin embargo, participan activamente todas las áreas involucradas en el proceso productivo. Tuvo como objetivo la evaluación del proceso de producción de la compañía y proposición de mejoras en términos de eficiencia a la entrega de productos en el tiempo que la empresa compromete.

Se hace necesaria una ejecución eficiente y eficaz del proceso y los elementos que la componen, con el fin de no retrasar ni obstaculizar las actividades de los subprocesos que comprende. Además de la definición de roles dentro del proceso, con el fin de mejorar la coordinación entre los departamentos involucrados en este.

La metodología utilizada en el desarrollo del proyecto corresponde a la de rediseño de procesos. Sobre esta base, se procedió a analizar, modelar y estandarizar el proceso señalado, para luego definir las posibles mejoras. Mediante un acabado análisis de la situación actual, se pudo reconocer significantes problemas en el proceso, donde el más crítico resultó ser el de no entregar productos en 3 días. Además, se evidenció que, al ser un proceso informal, no solo afecta el tiempo, sino que también se genera una serie de errores de información.

Considerando los problemas identificados, se procedió a formular una propuesta de rediseño para la mejora del proceso. Este derivó principalmente en una reformulación de colores y fabricación con nueva maquinaria, que permitiera un procedimiento de fabricación más eficiente y expedito. Como resultado de la estandarización y rediseño del proceso, se aumentaría el nivel de servicio que el año 2017 fue de 60,49% en promedio anual y se liberaría la cola de producción para despejar las producciones en masa.

Se estima que la implementación final del rediseño de proceso podría llevarse a cabo en un plazo de 6 meses y se espera que al final del desarrollo del proyecto aumente el nivel de servicio, para así repercutir en las grandes producciones como un indicador selectivo y considerando la nueva rama de producción para las futuras fabricaciones en masa.

Capítulo 1.- Descripción de la empresa

1.1.- Reseña histórica

Renner Coatings es una división del holding Renner Herrmann S.A., grupo que se fundó en Brasil en el año 1920 bajo el nombre de Renner Koepke & Cía. Ltda., donde producía tintas y barnices, sin embargo, algunos años después la firma cambió su nombre, así como de rubro, de tintas a pinturas y aceites en el año 1941.

En 1958 la compañía creó el mitológico logo del caballo blanco corriendo, cuyo significado es el continuo avance en el desarrollo de la firma. Luego, en los 60, Renner Coatings inicia su historia cuando se instalan con una oficina de ventas en Río de Janeiro. En los años 70, Renner Herrmann adquiere las divisiones de Flosul y Sayerlack para el comienzo de la venta forestal y barnices en el mercado. Recién en el año 1982 adquieren la planta de Tintura Industrial de Curitiba, con la cual se especializó en la producción de pinturas y mantenimiento industrial. (Renner Herrmann S.A., 2018)

En Chile la compañía cuenta con 2 fábricas de producción en Santiago y una sala de ventas en el norte del país, que cubren sus necesidades con una completa línea de productos, ya sean decorativos, protección y recubrimientos marítimos, o revestimientos industriales. Además, la sala de ventas en el norte solo cubre las necesidades de la zona minera. (Renner Coatings Chile, 2018)

1.2.- Misión y visión

Renner es una compañía con soluciones en productos y servicios que tiene como objetivo viabilizar el éxito de sus clientes, con el fin de ser la mejor empresa de pinturas en alta performance de Chile.

1.3.- Valores

- *“Dirigida hacia el mercado - Dedicación al cliente es nuestro objetivo.*
- *Agilidad - Agilidad y flexibilidad para atender a las expectativas del cliente.*
- *Tecnología - Buscamos persistentemente la actualización tecnológica en nuestro negocio.*
- *Énfasis en utilidad - Buscamos la utilidad, para asegurar la continuidad del negocio y el desarrollo de la sociedad.*

- *Excelencia - Perseguimos la excelencia.*
- *Honestidad - Respetamos y preservamos patrones éticos consagrados o formalmente establecidos.*
- *Simplicidad - Queremos simplicidad en la forma de pensar y trabajar.*
- *Valoración del colaborador por su pensar y realizar - Queremos valorar la creatividad, la participación y la capacidad de realizar de nuestros colaboradores.*
- *Responsabilidad Social Ambiental - Perseguimos el éxito en los negocios con una perspectiva de largo plazo, contribuyendo al desarrollo económico y social y para un medioambiente saludable para las comunidades donde actuamos.” (Renner Coatings Chile, 2018)*

1.4.- Certificaciones

La compañía cumple con múltiples certificaciones, siendo algunas de ellas las siguientes:

- ISO 9001:2008
- ISO 14001:2004
- IMO/PSPC MSC.215 (82)
- Coatings Care
- IPT

Para dar seguridad a los clientes de su compromiso con la comunidad y el medio ambiente, así como con los productos que comercializan.

(Renner Coatings Chile, 2018)

1.5.- Estructura organizacional

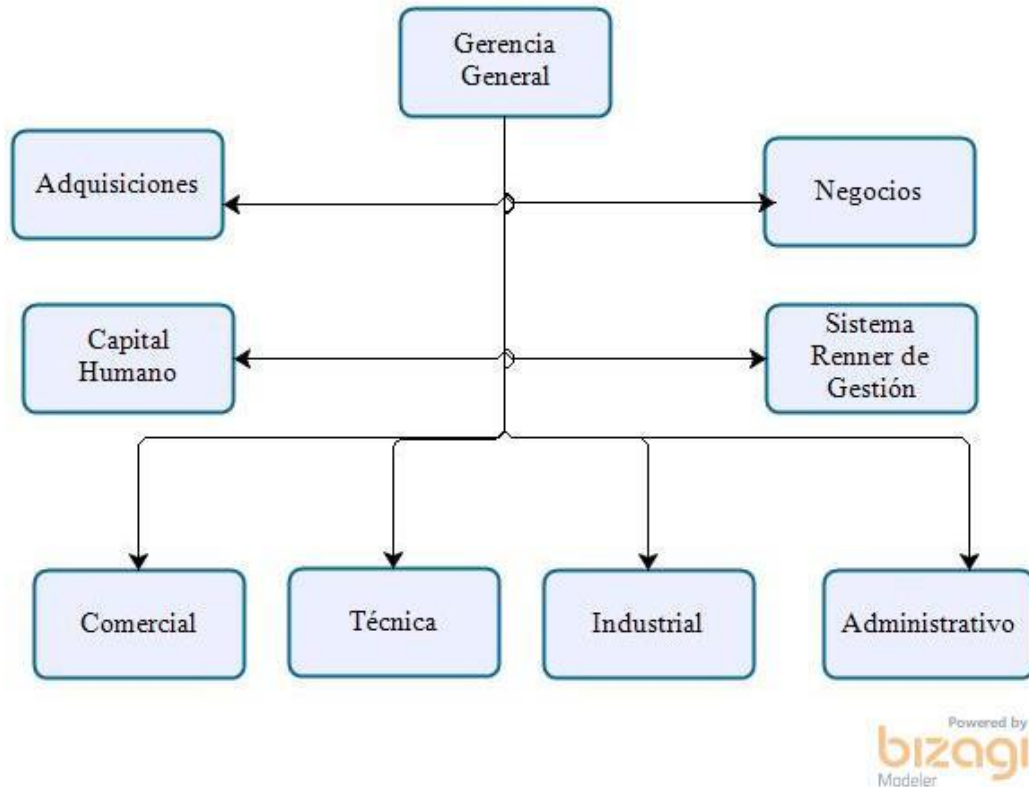


Figura 1: Estructura Organizacional de Renner Coatings Chile SPA.

Fuente: Elaboración Propia.

La figura 1 muestra la relación que poseen los distintos departamentos con la Gerencia General, esto implica que no hay diferencias jerárquicas entre las distintas áreas. La compañía cuenta con 114 funcionarios que componen la totalidad de los departamentos. Algunos de estos departamentos poseen a su vez subdivisiones, como es el caso del Área Comercial, Técnica, Industrial y Administrativa, las cuales se detallan a continuación.

En primer lugar, está el Área Técnica, que corresponde a las labores de laboratorio de desarrollo y control de calidad.

El Área Comercial se encarga de las ventas, proyectos y sucursales en regiones.

Por otro lado, el departamento Industrial de la compañía corresponde a las áreas logística y producción, así como también se encargan del mantenimiento de las maquinarias que posee la firma.

Finalmente, el Área Administrativa es la encargada de controlar la información gerencial, el presupuesto de la compañía y las labores legales que se deban realizar.

1.6.- Mapa de supersistema

Para comprender a la organización y el contexto en el que se encuentra inmersa, se realizó un mapa de supersistema (representado en la figura 2) el cual se explica a continuación.

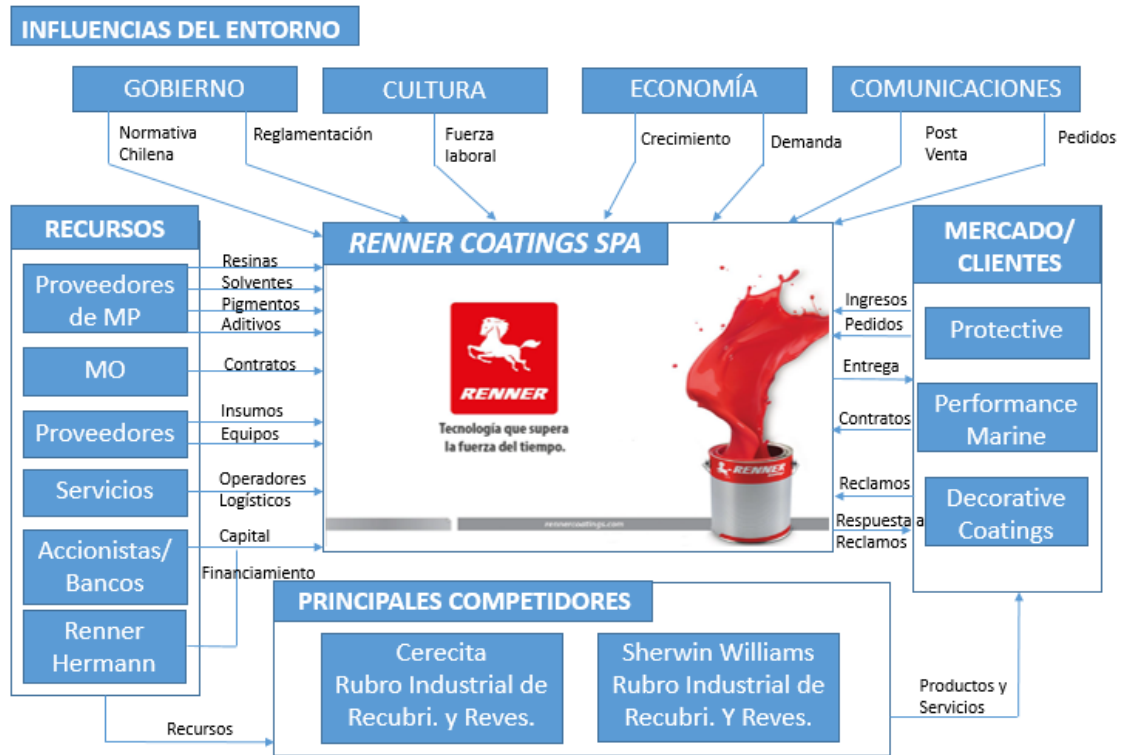


Figura 2: Influencias que afectan a la compañía.

Fuente: Elaboración Propia.

- **Gobierno**

En este punto se mencionan las regulaciones y normativas, las cuales Renner Coatings debe cumplir para poder realizar el funcionamiento de sus operaciones.

La compañía está fiscalizada directamente por la Superintendencia del Medio Ambiente, organismo que vela por el cumplimiento de la normativa medioambiental. En Chile, la firma está sujeta a Decretos Supremos, Leyes y Circulares relacionados con emisiones de contaminantes peligrosos (Circular N°B32/23), mecanismos de control aplicables a las sustancias agotadoras de la capa de ozono (Ley 20.096), obligación de declarar emisiones (D.S. 138/05), entre otras regulaciones.

Por otro lado, se encuentra la Ilustre Municipalidad de Lampa, la cual exige ciertos requerimientos con respecto a la producción de pintura en grandes cantidades y a la cual también se encuentra afecta la empresa.

- Cultura

La fuerza laboral de Lampa, Quilicura y sus alrededores son clave para la producción, control y gestión de la planta.

- Economía

La economía es uno de los factores externos más relevantes, porque la firma determina a través de la inflación y el crecimiento del país las variaciones que tiene la demanda de la industria de los revestimientos en el tiempo, cuyos usuarios y clientes finales son generalmente empresas dependientes de divisas extranjeras.

- Comunicaciones

Las comunicaciones son el puente entre el cliente y la empresa, para esto solo se requieren medios telefónicos, mail y plataforma de internet (*www.rennercoatings.cl*). El modelo de contacto es B2B por lo que la publicidad es poca o nula debido a las características del cliente.

Recursos

- Proveedores Materias Primas

Las principales materias primas que se requieren para realizar los revestimientos son Resinas, Solventes, Pigmentos y Aditivos. Estos compuestos los provee principalmente Oxiquim S.A., Resina Chilena SPA, Harting S.A., Brenntag S.A., Manuchar Chile S.A., Envases y Litografía Águila S.A., Envases Rheem Chilena, Mathiesen S.A.C., Basf Chile, Química Candelaria Ltda. y Holchem Internacional S.A.

- Mano de Obra

La planta cuenta con 114 funcionarios, los cuales provienen de Lampa, Quilicura y sus alrededores. Estos funcionarios se dividen en puestos estratégicos, mandos medios y operativos de producción.

- Proveedores

Existen otro tipo de proveedores que suministran variados insumos, como son los envases, pallets y contenedores que se requieren en la línea productiva. Dentro de estos proveedores se pueden destacar Envases Rheem Chilena S.A. y Greif Chile S.A.

- Servicios

El principal servicio que requiere y externaliza la empresa son los operadores logísticos, de manera tal de enfocarse en la producción con altos estándares de calidad. Dentro de los operadores logísticos más importantes se encuentran TW Logística y Bodegas Premier.

- Accionistas / Bancos

El Capital proviene de Renner Herrmann S.A., el cual permite realizar normalmente las operaciones en Chile.

Principales competidores

En el mercado de revestimientos industriales, existen dos compañías que son la principal competencia de Renner Coatings: Sherwin Williams y, por otra parte, Ceresita. Si bien no es posible definir en qué medida uno es mayor que el otro, al consultar al gerente de operaciones de la compañía, este dijo que la firma se encuentra bajo Sherwin Williams en el rubro de los revestimientos y por sobre Ceresita en el rubro de la protección marítima.

Mercado / Clientes

- Mercado

Los productos fabricados por la compañía se encuentran centrados en Protective, Performance Marine y Decorative Coatings, es por esto que los rubros donde están los clientes son principalmente el sector inmobiliario, de la construcción, pesquero y minero.

- Clientes

Los principales compradores que se posicionan como el Top 5 que más pedidos realizan anualmente son la Pesquera Yadrán S.A., Arrigoni S.A., Contractal Ltda., Rheem Chilena S.A. y por último Greif Chile S.A. (PCP, 2017).

Capítulo 2.- Actualidad e identificación del problema

2.1.- Situación Actual

Una vez tipificado el funcionamiento de la compañía a través del mapa de supersistema, se procedió a identificar los distintos efectos indeseados que se encuentran en el flujo productivo, esto con el fin de utilizar la metodología de estructuración de problemas denominada Árbol de la Realidad Actual (ARA), la cual refleja las interrelaciones entre los efectos indeseados. Esta herramienta es necesaria para identificar las causales con mayor incidencia en el proceso productivo de la empresa.

2.1.1.- Introducción al Flujo Productivo

La compañía Renner Coatings Chile SPA presenta un flujo de fabricación de productos hechos a medida que posee fallas o demoras excesivas. Los cinco departamentos que intervienen en el flujo son:

- Comercial
- Operaciones
- Laboratorio de Desarrollo
- Control de Calidad
- Logística

Estos departamentos en su conjunto no cumplen con el tiempo de respuesta que tiene como meta la compañía (3 días luego de ingresada la nota de venta), lo cual se ve reflejado en el nivel de servicio de la firma.

Para verificar esta información, se recopilieron datos mensuales sobre el nivel de servicio de la compañía, el cual posee fluctuaciones entre los meses de enero y diciembre del año 2017. Estos revelan diferencias de hasta 60 puntos porcentuales entre algunos de los periodos estudiados, dicha información se puede verificar en la figura 3 que se encuentra a continuación.

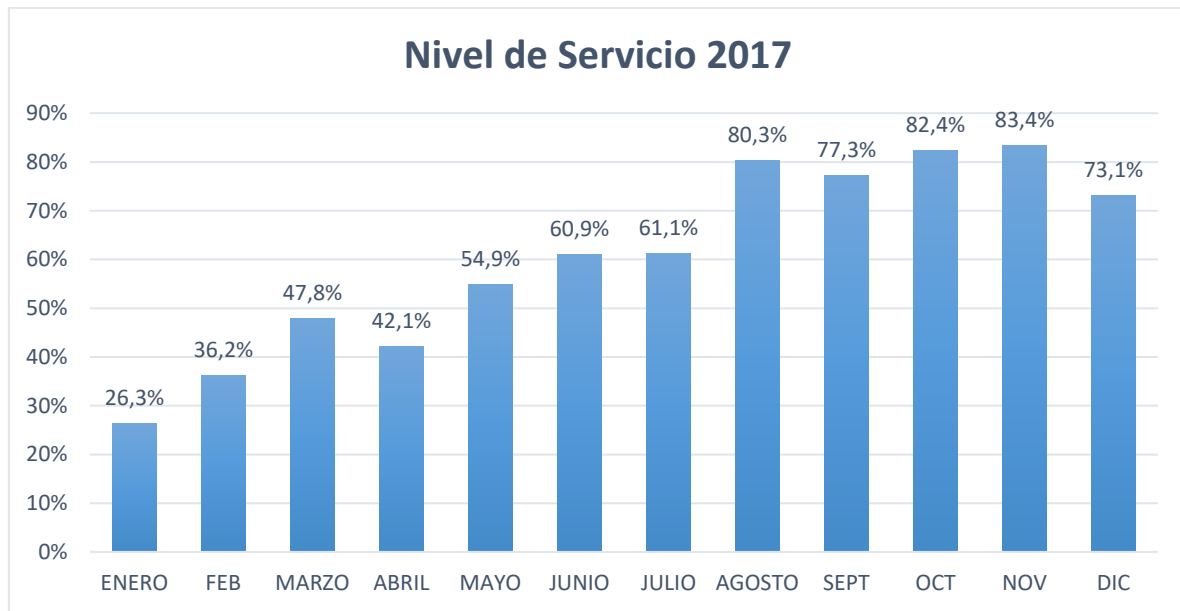


Figura 3: Nivel de servicio año 2017.

Fuente: Informe diario digital nivel de servicio de la compañía.

El departamento Industrial espera que el nivel de servicio sea igual o esté por sobre el 70% en promedio, de tal forma que se cumplan los estándares de servicio al cliente que se impusieron desde un principio. Hasta diciembre de 2017 no se ha logrado con las medidas que se han realizado en el pasado, por lo que es necesario actuar con respecto a este indicador y corroborar que efectivamente mejoró. Este indicador es pieza clave del proceso productivo, ya que determina los niveles de conformidad del cliente y así se pueden realizar proyecciones de demanda fiables.

Dado que la meta de la compañía es entregar los productos en 3 días, es necesario mencionar que los días comienzan a contar desde la fecha en que la nota de venta ingresa al sistema, pero, si la nota de venta es ingresada después de las 12:00 horas (medio día), el plazo de entrega comienza a contar desde el día siguiente.

Cabe destacar que en la firma se procesan más de 13.000 productos en total y 240 son parte del KANBAN de la compañía; dichos revestimientos son comercializados con clientes frecuentes de la compañía o tienen mayor flujo de venta. Estos productos no son considerados dentro del cálculo del nivel de servicio, debido a que no están hechos bajo una nota de venta, o sea, están realizados para mantenerlos en inventario de productos terminados y se venden al por menor.

Una vez aclarado lo anterior, se procederá a describir las distintas etapas del proceso productivo, las que comprenden la manufactura completa de los productos realizados en la planta.

2.1.2.- Flujo Productivo

En este punto se realizará una explicación paso a paso del proceso productivo de la compañía, tal como indica la figura 4, con el fin de entregar la información necesaria para comprender de la mejor forma las distintas etapas que componen la producción de la compañía. Además, en cada etapa se mencionarán algunos de los efectos indeseados que se generan en el flujo.

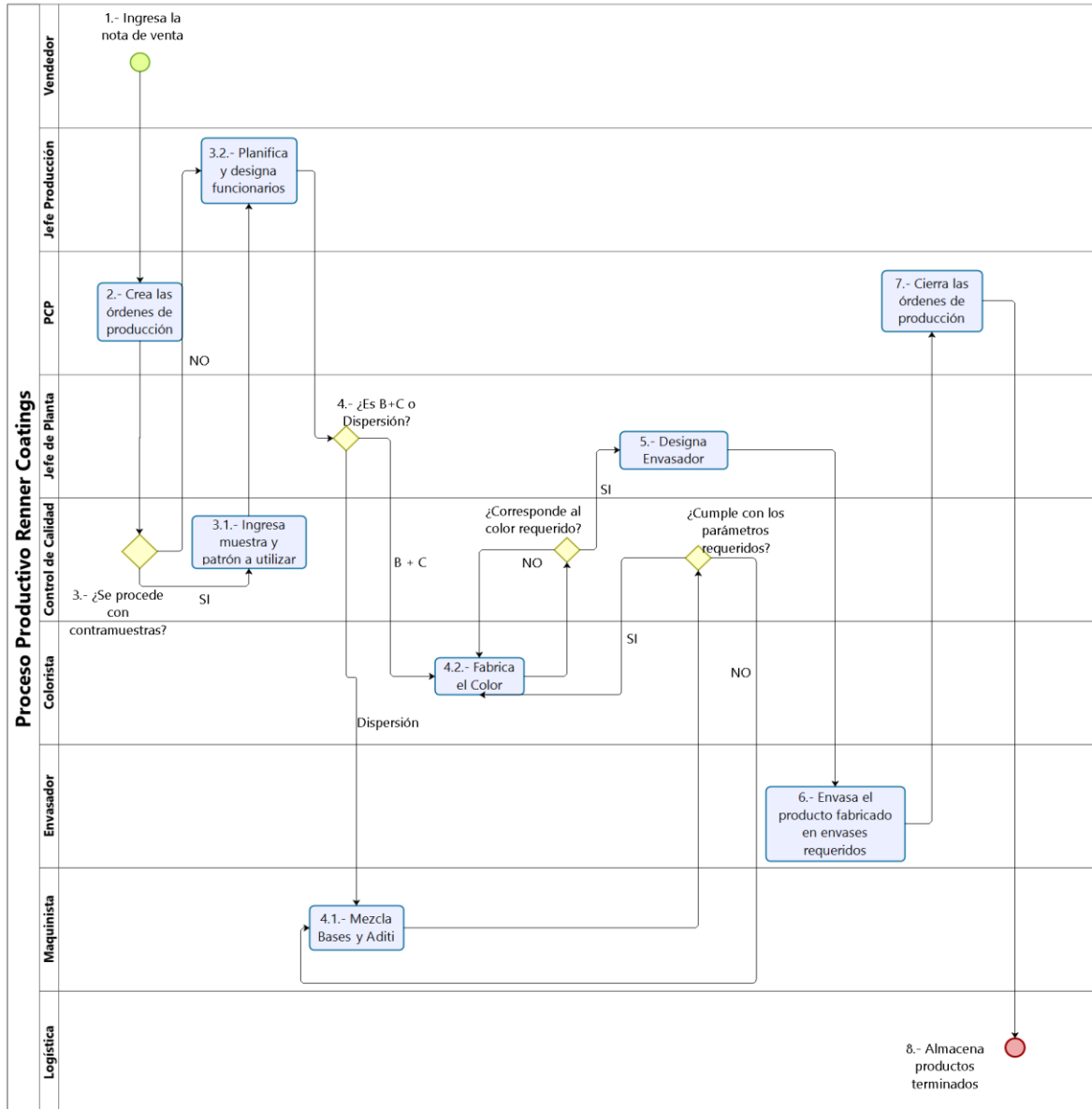


Figura 4: Proceso Productivo de la empresa Renner Coatings Chile SPA.

Fuente: Elaboración Propia.

1.- *Ingreso de la nota de venta:* Se genera el pedido en el sistema complementario de interfaz con el que trabaja el departamento de Ventas, para luego ingresarlo al sistema de producción como una orden de producción (OP).

2.- *Creación de la orden de producción:* Luego el Área de Planificación y Control de la Producción (PCP), crea la orden de producción en el sistema del Área de Operaciones para comenzar el proceso de fabricación de los productos. En PCP se suscitan principalmente la causal de “retraso de la búsqueda del padrón de color” (EI 3), “tiempos excesivos de espera de la OP en PCP” (EI 16) y “retrasos del laboratorio de control de calidad” (EI 26).

3.- *Decisión:* Lista la OP, se verifica si esta proviene con una contramuestra, o sea, si el cliente llegó con una muestra de la pintura que requiere para su fabricación. Se ingresa la muestra y el patrón a utilizar (Paso 3.1), de lo contrario, pasa directo a la planificación y designación del operador (Paso 3.2).

3.1.- *Ingreso de muestra y patrón a utilizar:* Una vez creada la orden, se envía al laboratorio para que defina el patrón del color y la muestra que se debe utilizar, si es que es necesaria.

3.2.- *Planificación y designación del operador:* jefe de PCP designa al operador de máquinas, en caso de ser dispersión, y al colorista, en caso de ser B+C.

4.- *Decisión:* Si el producto se fabrica mediante dispersión, en primer lugar, se debe realizar la mezcla entre las bases y los aditivos (Paso 4.1), pero si el producto es fabricado mediante B+C, se pasa directamente a la fabricación del color.

4.1.- *Mezcla bases y aditivos:* En caso de ser dispersión, el maquinista debe mezclar las bases y aditivos para la fabricación del semielaborado, una vez terminado, se envía al colorista designado para continuar el flujo productivo. Es en esta etapa que se presenta “la falta y los prolongados tiempos de uso de ollas” (EI 1 y 2), “no existe ningún control del stock” (EI 14), “bases agotadas” (EI 19), “faltan concentrados de pigmentos” (EI 20) y “falta de materias primas” (EI 25).

4.2.- *Fabricación de color:* El colorista fabrica el color requerido por el cliente y lo envía a control de calidad, quien define si es que es aceptado o no, en caso de que no sea aceptado, lo devuelven al colorista. En esta etapa del flujo, es común encontrar efectos indeseados como el “aumento en la cola de producción” (EI 6), “la fórmula del color no se encuentra estandarizada” (E.I. 9), “error en el color” (EI 12), “exceso de productos en el punto de trabajo” (EI 17) y “problemas de color” (EI 18).

5.- *Designación del envasador:* Si el producto es aprobado por control de calidad, el jefe de producción es el encargado de definir al operario que envasará el producto final.

6.- *Envasado del producto:* Una vez envasado el producto, se debe armar el pallet para confirmar estipulaciones de entrega y el envasador es el encargado de entregar la OP a PCP para su posterior cierre en el sistema. En este punto se generan causas como la “falta de

productos para su envasado” (EI 4), “exceso de productos en el área de envasado” (EI 7), “tiempos acotados para el envasado” (EI 11) y “especificaciones incorrectas en la pintura” (EI 13).

7.- *Cierre de la orden de producción:* PCP es el encargado de cerrar las OP que fueron creadas en el sistema y descontar los insumos que fueron consumidos durante la fabricación.

8.- *Almacenaje del producto:* Logística retira el producto de la nave de producción y lo lleva a la bodega de productos terminados.

9.- *Despacho:* Una vez terminado el producto, se avisa al departamento de Ventas correspondiente que el producto está terminado y se despacha al cliente en caso de ser requerido, si no, espera en bodega de productos terminados hasta que el cliente lo retire.

Cabe mencionar que existen efectos indeseados que no son localizados en alguna etapa del flujo, sino más bien son transversales a lo largo del proceso productivo, como lo son “procedimiento de elaboración de pinturas no estandarizado” (EI 8), “detención del producto en alguna fase de la producción” (EI 10), “OP desactualizados en el sistema de almacenamiento de datos (Softland)” (EI 15), “no hay claridad sobre la procedencia de la OP” (EI 21), “la MO no es la suficiente para la línea productiva” (EI 22), “retraso de la fabricación de la OP” (EI 23), “devolución de pedidos” (EI 24), “deficiencias con la mano de obra” (EI 27) y, por último, el “incumplimiento con el tiempo de entrega”(EI 28).

Por otra parte, existen causales que no están directamente relacionadas con el flujo productivo, sino que son probables causas tomadas por mandos tácticos y ejecutivos, estas son la “padronización de productos a fabricar” (EI 29), “alta gama de productos posibles de fabricar” (EI 30), “mejora continua del proceso productivo” (EI 31), “inspección de estándares de calidad de productos” (EI 32), “metodología 5S” (EI 33), “fiscalización de estándares de calidad de procesos” (EI 34), “certificaciones que exigen los proveedores clave” (EI 35), “norma ISO 9001:2015” (EI 36), “Lean Manufacturing” (EI 37), “exigencia de los socios” (EI 38) y “Normativa Medioambiental” (EI 39).

La descripción de estas etapas se realizó con el fin de que el lector se pueda situar en el proceso productivo. Pero con esto no basta para poder conocer por completo el flujo, debido a que existen ciertos procesos dentro de algunas etapas de la línea productiva. Por lo que en el siguiente punto se realizará la descripción de tres subprocesos que componen etapas fundamentales del flujo.

2.1.3.- Subprocesos del Flujo de Producción

Para identificar los procesos de la compañía y los efectos indeseados que aquejan a la firma, se realizó un barrido por los subprocesos que permitirán detallar el proceso de fabricación en toda su extensión.

- a) Subproceso de fabricación de concentrados y semielaborados: En la figura 4, que se muestra a continuación, se verifica el actual proceso de producción de concentrados y semielaborados.

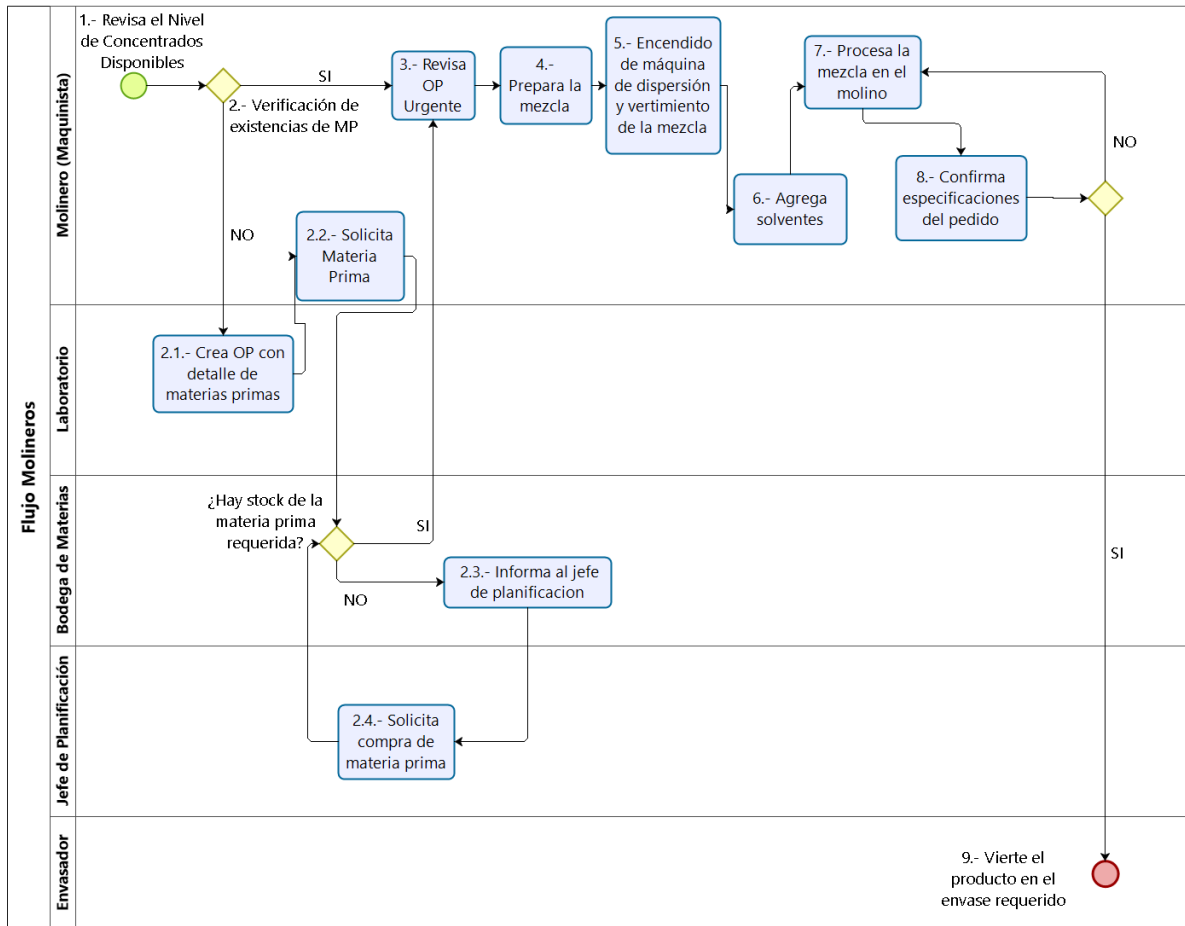


Figura 5: Proceso de fabricación de concentrados y semielaborados.

Fuente: Elaboración Propia

El proceso está constituido por los siguientes pasos, que realiza el operativo designado por el jefe de planta:

1.- *Revisa el nivel de concentrado disponible:* El maquinista es el encargado de revisar la cantidad de tinetas o kilogramos de concentrado que se tiene en stock y la disponibilidad para fabricar los revestimientos.

2.- *Verificación de existencias de MP:* En este punto se corrobora si hay en inventario MP para la elaboración del producto. Si hay, pasa directo a la etapa 3, de lo contrario se deben realizar los siguientes pasos.

2.1.- *Crea OP con detalle de materias primas:* En caso de no haber suficiente de algún concentrado, el laboratorio de desarrollo es el encargado de crear la OP con el detalle de las materias primas disponibles para la fabricación de dicho semielaborado.

2.2.- *Solicita materia prima:* El maquinista debe solicitar las materias primas a la bodega respectiva para la posterior fabricación.

2.3.- *Informa al jefe de planificación:* El encargado de bodega de materias primas debe informar al jefe de planificación si hay suficiente stock de las que se requiere.

2.4.- *Solicita compra de materia prima:* En caso de no haber suficiente materia prima de la que se requiere, el jefe de planificación le avisa al encargado de abastecimiento para que realice la orden de compra respectiva para la adquisición de dichas materias primas.

3.- *Revisa OP urgente:* Si ya posee las materias primas que se requiere para la elaboración del producto, se procede a revisar cuales son las OP que se solicitan como urgentes para fabricar estas en primera instancia. En caso de no haber, se produce la OP de la que se tenga menos concentrado y el maquinista considere que tiene mayor consumo en la planta.

4.- *Prepara la mezcla:* El maquinista prepara la mezcla según las cantidades que muestra la OP.

5.- *Encendido de la máquina de dispersión y vertimiento de la mezcla:* El maquinista, una vez que verifica la existencia de las materias primas y la mezcla de la base lista para verter en el dispersador, enciende la máquina y comienza a diseminar la solución de dichos componentes.

6.- *Agrega solventes:* Para finalizar la etapa anterior, se agregan los solventes que requiere según la OP.

7.- *Procesa la mezcla en el molino:* Luego de agitada la mezcla, se procede a pasar por el molino de perlas para disminuir el tamaño de los gránulos que poseen los concentrados.

8.- *Confirma especificaciones del pedido:* El maquinista revisa si la formula contiene todos los elementos que requiere la OP y confirma con los datos que ha recabado, según su experiencia, para poder finalizar el proceso en su estación; este proceso toma entre 4 y 12 horas según el producto que se esté fabricando.

9.- *Vierte el producto en el envase requerido*: Los maquinistas son los encargados de envasar el producto en tinetas, tambores o pipas según el consumo que corresponda. Cabe destacar que la muestra debe estar aprobada por control de calidad para poder envasarse, de lo contrario, la pintura se vuelve a pasar por el molino de perlas.

Este proceso es requerido para la producción de concentrados y semielaborados, sin embargo, cuando se debe fabricar un producto mediante el procedimiento de dispersión, se realiza por esta vía, ya que la dispersión se utiliza cuando son productos con características especiales o volúmenes grandes de mezcla. En el caso de que la producción sea por el método B+C, se toma el concentrado ya fabricado y se mezcla en otra zona de la planta con el semielaborado de consumo común.

b) Subproceso del Laboratorio de Desarrollo: Otro proceso que está comprendido es el de laboratorio de desarrollo, cuyo flujo se presenta en la figura 5 y se describe a continuación.

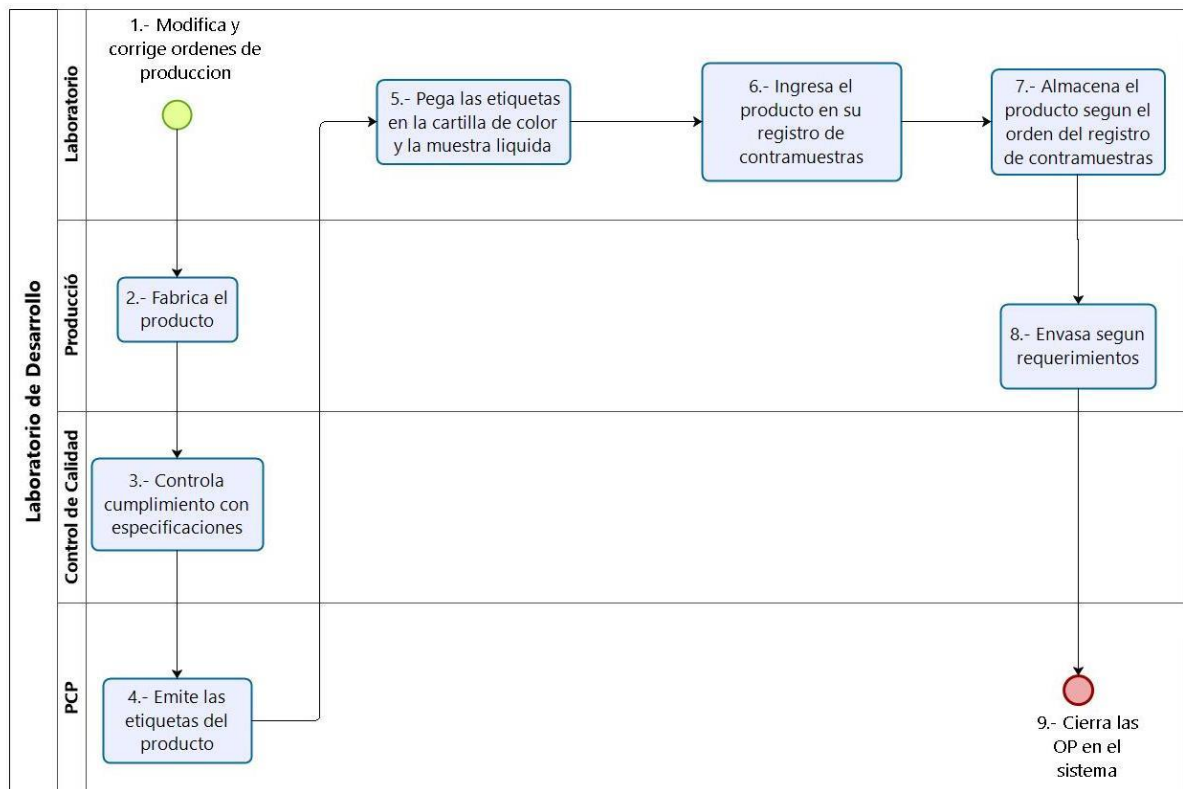


Figura 6: Proceso de laboratorio de desarrollo.

Fuente: Elaboración Propia

El proceso comienza con la creación de la OP por parte de PCP, quien remite al jefe de planificación para que este confirme las fórmulas de producción con el laboratorio de desarrollo.

1. *Modifica y corrige la OP:* En esta situación, el laboratorio de desarrollo es el encargado de definir qué fórmula se debe utilizar para la fabricación del producto y con qué materias primas.

2. *Fabrica el producto:* El área de producción fabrica el revestimiento requerido.

3. *Controla cumplimiento con especificaciones:* Luego, control de calidad es quien determina si el producto cumple con las especificaciones de calidad que requiere el revestimiento.

4. *Emite las etiquetas del producto:* Para continuar, PCP es quien emite las etiquetas correspondientes al producto para poder envasar y etiquetar las muestras.

5. *Pega las etiquetas en la cartilla de color y la muestra líquida:* Aquí el laboratorio de desarrollo es quien endosa las etiquetas correspondientes a cada producto para la muestra líquida y la cartilla de aplicación del color. Esto muchas veces se realiza con desfase, ya que las mismas personas que realizan esta labor, controlan la calidad del producto.

6. *Ingresa el producto en su registro de contramuestras:* Personal de laboratorio de desarrollo registra los datos del producto para luego montar un número identificador en las etiquetas de la cartilla de aplicación y la muestra líquida, en caso de que el cliente solicite el mismo producto de ese color. Finalmente, se deja un registro físico de la contramuestra de respaldo del color requerido.

7. *Almacena el producto según el orden de registro de contramuestras:* los productos son almacenados por personal de laboratorio de desarrollo en cajas cuya identificación es el rango de folios de los productos que contiene.

8. *Envasa según requerimientos:* Personal de producción envasa el revestimiento según los requerimientos del cliente.

9. *Cierra las OP en el sistema:* PCP luego es el encargado de finalizar el proceso cerrando las OP en el sistema Softland.

En este subproceso, se evidencia claramente una falta de normalización y estandarización del laboratorio de desarrollo. Si esto no sucediera, se evitarían los espacios sobre utilizados por productos en espera (“stand by”) por largos periodos de tiempo.

- c) Subproceso de Control de Calidad: Para seguir con la descripción de cada subproceso, en la figura 7 se presenta y describe el flujo del control de calidad.

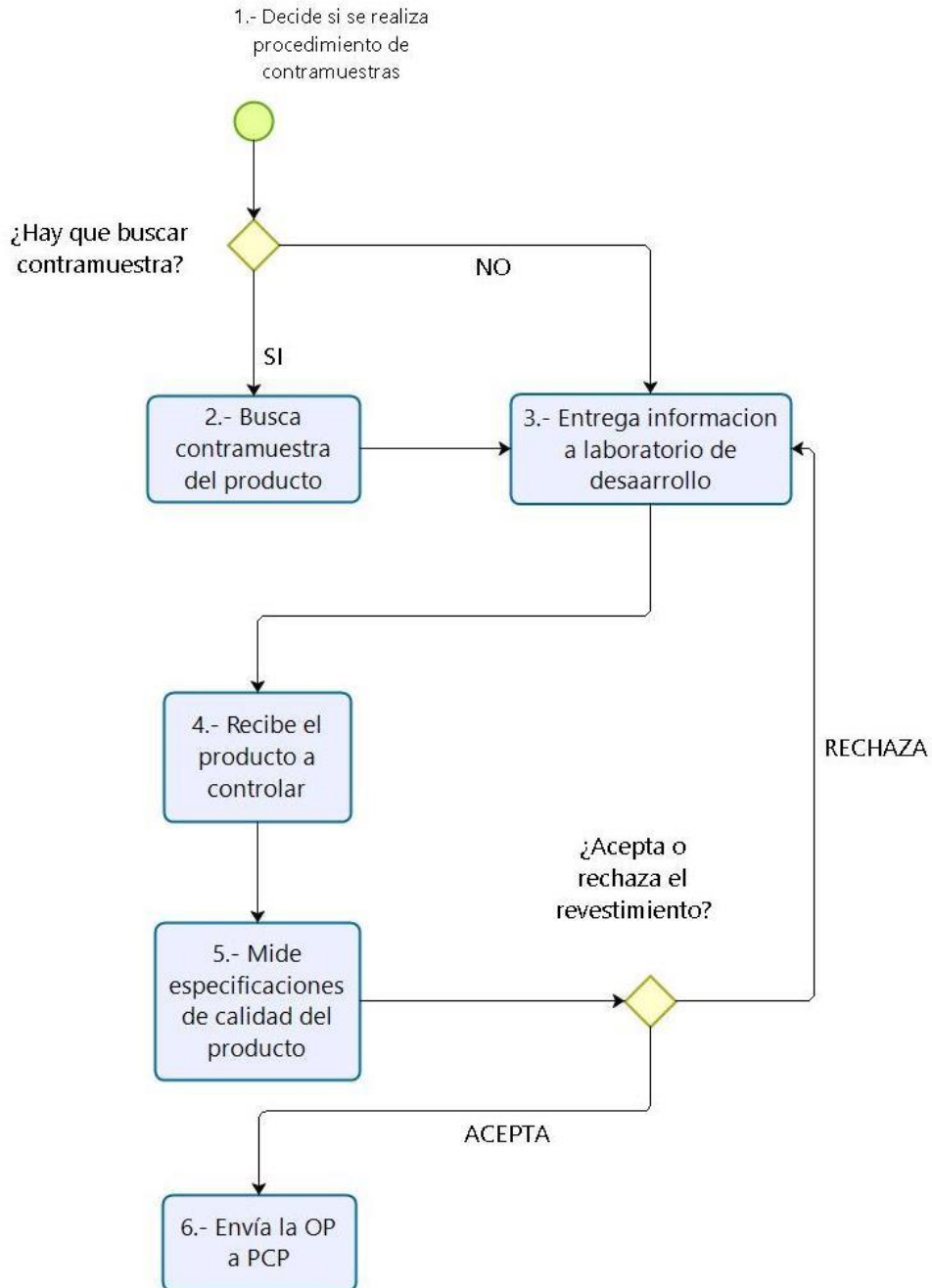


Figura 7: Proceso de control de calidad.

Fuente: Elaboración Propia

1. *Decide si se realiza procedimiento de contramuestras:* Control de calidad es quien determina si se busca la contramuestra del producto, en caso de existir, o si se fabrica según la fórmula que laboratorio de desarrollo determine.

2. *Busca contramuestra del producto:* En caso de seguir el procedimiento de contramuestras, se debe buscar dicha muestra líquida para entregar a laboratorio la información que debe seguir producción.

3. *Entrega información a laboratorio de desarrollo:* cualquiera sea el procedimiento que se siga, control de calidad debe informar a laboratorio de desarrollo para poder conformar la fórmula que debe realizar producción.

4. *Recibe el producto a controlar:* Luego de fabricado el producto, control de calidad recibe en el mesón el producto al que se le deben controlar las especificaciones de calidad.

5. *Mide especificaciones de calidad del producto:* Control de Calidad mide todas aquellas variables que signifiquen determinantes para el uso del cliente, en donde se cerciora la calidad del revestimiento que se está comercializando. En caso de que no cumpla con los requerimientos, se informa a Laboratorio de Desarrollo para que determine qué es lo que se debe modificar para alcanzar dichas exigencias.

6. *Envía la OP a PCP:* Si el producto pasa todos los controles de calidad, la OP es remitida a PCP para su posterior envasado y cierre en el sistema.

En este procedimiento, existen vacancias temporales por saturación de la cola de control, es por ello que el mesón mencionado se colma de productos que deben ser procesados, lo que provoca tiempos muertos en producción.

Estos tiempos muertos de producción tienen directa relación con el no cumplimiento del tiempo de entrega estipulado, donde la empresa se compromete a entregar el pedido en 3 o menos días.

Dicho esto, es que se puede considerar la clara posibilidad de perder 5 importantes clientes de la empresa, los que corresponden al 35% de la venta total anual, equivalente a \$4.550 millones. Por ello, es fundamental satisfacer a los clientes de la mejor forma y, para ello, necesario mejorar los procesos y procedimientos de la compañía, repercutiendo en un excelso nivel de servicio.

2.2.- Problema

En el siguiente punto se identificó el efecto indeseado que corresponde al problema raíz, de tal forma que se pueda analizar mediante la utilización del Árbol de la Realidad Actual (ARA) que ordena las causas según su precedencia. Para luego sustentar, mediante el uso de la herramienta lógico matemática matriz Vester, que el supuesto es efectivamente cierto.

2.2.1.- Listado de efectos indeseados

A continuación, se enumeran y describen los efectos indeseados para la posterior conformación del Árbol de la Realidad Actual.

Tabla 1: Listado de efectos indeseados.

| Efecto Indeseado | Descripción |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.- Prolongados tiempos de uso de ollas. | Cuando existen muchos productos en la etapa de envasado, hay ollas que por esperar la cola de envasado no se pueden utilizar para seguir produciendo. |
| 2.- No hay disponibilidad de ollas. | No hay ollas en condiciones de ser utilizadas y las que hay no se encuentran en condiciones de ser utilizadas. |
| 3.- Retraso en la búsqueda del padrón del color. | Los padrones de color (muestras) se buscan en una bodega, la cual es pequeña, sin luz y queda apartada de la línea productiva. |
| 4.- Falta de productos para envasar. | No hay ningún producto para ser envasado. |
| 5.- No hay productos para controlar. | No se encuentra ningún producto para realizar las pruebas de calidad. |
| 6.- Aumento de cola de producción. | Acumulación de OP en algún sector del flujo productivo. |
| 7.- Exceso de los productos en el área de envasado. | Las OP llegan en masa a la etapa de envasado. |
| 8.- Procedimiento de elaboración de pinturas no estandarizado. | Debido a la cantidad de familias de pinturas existentes, hay algunas que se pueden realizar mediante los 2 procesos de elaboración que están definidos dentro de la empresa, base más concentrado o por dispersión, por ende, genera conflictos para estandarizar las fórmulas. |
| 9.- La fórmula de cada color no se encuentra estandarizada. | La fórmula de las familias de colores no se encuentra estandarizada y es por esto que cada operativo debe realizar siempre desde cero cada pedido. |
| 10.- Detención del producto en alguna fase de la producción. | El producto se queda utilizando la máquina en la que fue producido, mientras espera la siguiente fase del proceso que le corresponda. |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11.- Tiempos acotados para envasar. | Los envasadores se ven apremiados por el exceso de productos liberados cerca de la hora de término de la jornada laboral. Es por esto que tienen menos tiempo para realizar su labor. |
| 12.- Error en el color. | El color requerido no es igual al entregado al cliente. |
| 13.- Especificaciones incorrectas de la pintura. | Alguna de las especificaciones no cumple con los parámetros de control de calidad, ya sea, Viscosidad, Brillo, Descuelgue, Peso Específico, Secado, Molienda o Pot Life. |
| 14.- No existe ningún control del stock. | No hay una metodología de control del stock de baldes, tambores de concentrado ni del nivel de bases en las pipas de almacenaje. |
| 15.- OP desactualizadas en el Sistema de almacenamiento de datos (SOFTLAND). | Se acumulan OP para realizar el ingreso al sistema, lo cual retrasa los productos que deben ser entregados antes. |
| 16.- Tiempos de espera excesivos de la OP en PCP. | OP tardan tiempos excesivos en PCP para la designación de operarios, además hay una redesignación por parte del jefe de planta. |
| 17.- Exceso de productos en el punto de trabajo. | Los coloristas acumulan los productos en cada punto de trabajo para luego llevarlos juntos a control de calidad. |
| 18.- Problemas de Color. | El incumplimiento en los tiempos se genera por deficiencias en las especificaciones o en el error del color. |
| 19.- Bases agotadas. | No hay stock suficiente para fabricar la pintura. |
| 20.- Faltan concentrados de pigmento. | La planta no posee los concentrados del pigmento para elaborar el color que el cliente requiere. |
| 21.- No hay claridad sobre la procedencia de la OP. | La OP se extravió, no se ha emitido o simplemente no figura en el sistema para poder fabricar el producto. |
| 22.- La MO no es suficiente para la línea productiva. | El personal de la línea productiva es acotado, situación que se vuelve crítica para realizar las cargas de las bases. |
| 23.- Retraso de la fabricación de la OP. | Las OP se retrasan a causa del excesivo tiempo de espera o por la acumulación de los productos en los puntos de trabajo. |
| 24.- Devolución del pedido. | Productos son devueltos a la compañía por fallas en especificaciones técnicas o diferencias de color. |
| 25.- Falta de materias primas. | El stock de materias primas nunca es suficiente para realizar la fabricación de la totalidad de los pedidos. |
| 26.- Retrasos del Laboratorio de Control de Calidad. | El control de calidad demora excesivos tiempos en el área, debido a la realización de pruebas de las múltiples especificaciones del producto, lo que genera una gran acumulación de los productos en esta etapa de la fabricación. Y una vez que se liberan lo hacen en masa a la siguiente etapa del flujo. |

| | |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 27.-Deficiencias con la Mano de Obra. | Existen problemas de Mano de Obra, principalmente el retraso por la priorización de otras tareas en el flujo de producción. |
| 28.- Incumplimiento con el tiempo de entrega. | Productos pasan de los 3 días estipulados para la entrega. |
| 29.- Padronización de productos a fabricar. | Los productos por fabricar deben tener su padrón de producción en las fórmulas, para no modificar constantemente las fórmulas según las materias primas. |
| 30.- Alta gama de productos posibles de fabricar. | Por ser una compañía que fabrica pinturas de alta gama, debe poseer las mejores materias primas, por ende, existen cambios de proveedores constantemente que producen atrasos en las fabricaciones y/o en las correcciones de la fórmula. |
| 31.- Mejora continua del proceso productivo. | Para mantener y promover la mejora continua de la compañía, se debe mejorar sus procesos productivos constantemente, de esta forma se fabrica mejor y más rápido. |
| 32.- Inspección de estándares de calidad de productos. | Mantener y revisar constantemente los estándares de calidad que se miden en las pinturas para entregar a los clientes. |
| 33.- Metodología 5S. | Metodología que se utiliza en la compañía con el fin de reducir los desperdicios en toda su línea productiva. La firma actualmente se encuentra en la fase 3 de la implementación. Cabe mencionar que estas 5S corresponden a: “clasificación, orden, limpieza, estandarización y mantener la limpieza” en ese orden respectivamente. |
| 34.- Fiscalización de estándares de calidad de procesos. | Formular y mantener estándares de calidad de los procesos por los cuales se realizan las pinturas. |
| 35.- Certificaciones que exigen los proveedores clave. | Los proveedores exigen que la compañía tenga algunas certificaciones de calidad de productos y respuesta en las compras para así proveer de mejor manera los insumos y materias primas que requiere la compañía. |
| 36.- Norma ISO 9001:2015. | La norma ISO 9001:2015 exige a la firma el registro y estandarización de todos los procesos que componen la compañía y los procedimientos de manufactura de los productos, además de los controles de la gestión de la empresa. |
| 37.- <i>Lean Manufacturing.</i> | Exige la mejora continua en diversos aspectos de la compañía. |
| 38.- Exigencia de los socios. | Los socios de la compañía exigen que los productos tengan la menor tasa de devolución posible para así mejorar la imagen de la compañía y las ventas. |
| 39.- Normativa Medioambiental. | La ley exige utilizar cierta cantidad de cada químico que poseen las pinturas, por ende, rigen la composición de las fórmulas. |

2.2.2.- Causa raíz

En este paso se obtuvo la raíz de los efectos indeseados, de tal forma que se identifique la o las causas abordables para poder hallar las herramientas que nos permitan intervenir y poder solucionar los efectos que estos produzcan.

El incumplimiento con los plazos de entrega de los productos genera disconformidad por parte de los clientes, quienes luego devuelven productos y/o ya no siguen comprando en la compañía, este efecto indeseado genera la carencia de materias primas, fallas en procedimientos y la falta de mano de obra capacitada para realizar las labores de la compañía.

Asimismo, las devoluciones se dan principalmente por inconvenientes o errores en los colores que se desarrollan, debido a que no existe especificación del procedimiento de elaboración de los productos, por otra parte, falta de ollas para fabricar, los retrasos en la búsqueda del patrón del color y el uso de ollas son algunas causales del incumplimiento de los plazos de entrega en 3 días.

La falta de materias primas genera retrasos en la elaboración de productos semielaborados y esto se debe a la falta de claridad en la procedencia de la orden de producción.

Las fallas en los procedimientos y la falta de mano de obra son efectos indeseados relacionados a las áreas de Laboratorio, Control de Calidad y PCP, cuyos colaboradores no siguen los procedimientos, demoran en exceso sus labores y/o no pueden satisfacer la capacidad de producción requerida, debido a esto se generan cuellos de botella en los productos para envasar, lo que aumenta la cola de producción de la compañía. Esto se ve reflejado con más detalle en el ARA que se encuentra en la figura 8.

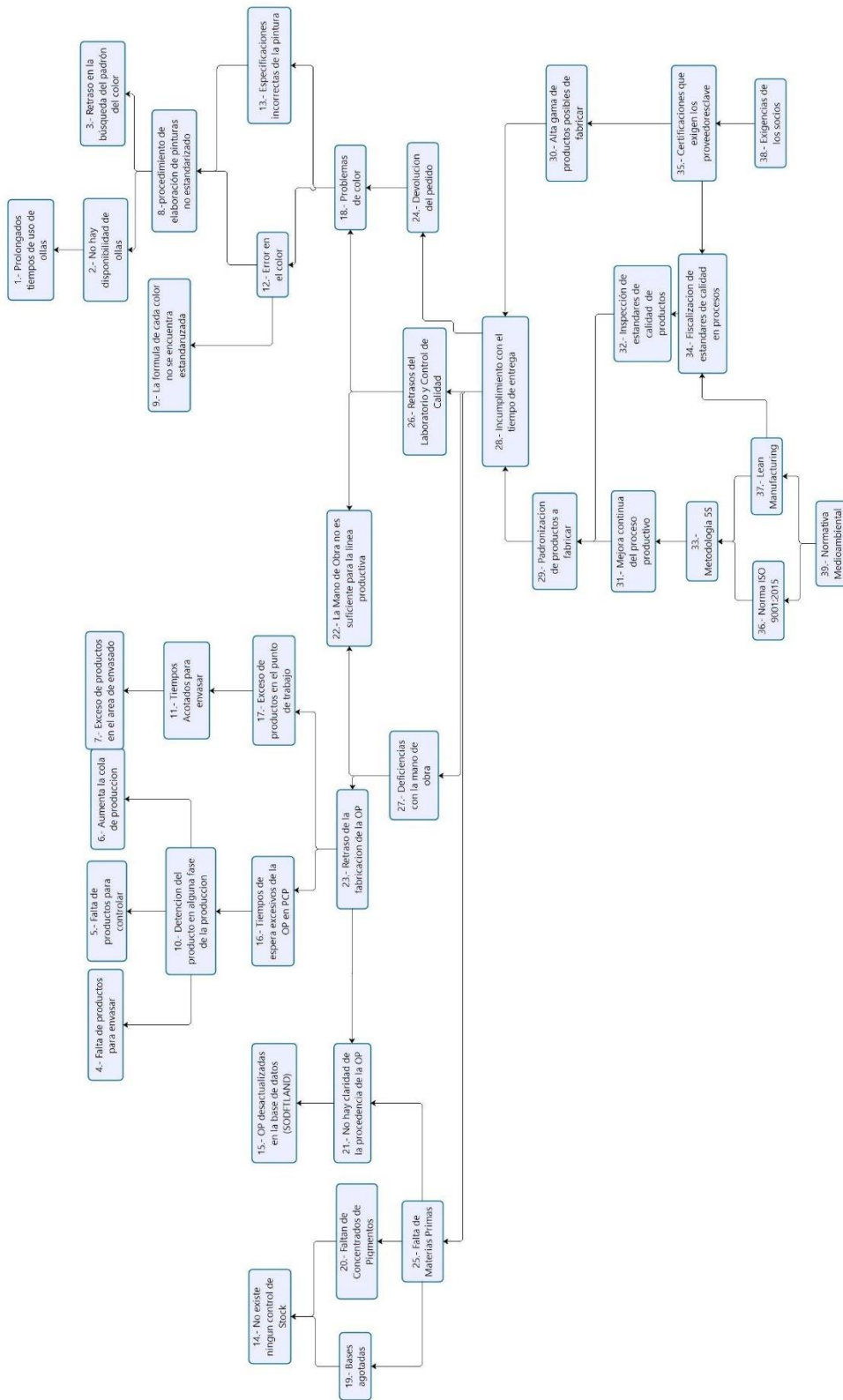


Figura 8: Árbol de la Realidad Actual.
Fuente: Elaboración Propia.

2.2.3.- Matriz Vester

Esta herramienta consiste en confrontar los distintos efectos indeseados (variables) en una matriz de $n \times n$, donde n será la cantidad de efectos indeseados que se evaluarán. En esta instancia se le otorga un valor entre 0 y 3 a las casillas que enfrentan las distintas causas, exceptuando la diagonal de la matriz, ya que un efecto indeseado no lo puede causar el mismo. En el Anexo 1 se puede verificar la iteración realizada en la matriz completa.

En la Tabla 1 se muestra una breve descripción de las ponderaciones que se la asignarán a las casillas:

Tabla 2: Formato de evaluación de la relación de causas.

| Descripción del Valor | Valor |
|----------------------------------------------------------------|-------|
| No existe relación entre la causa 1 y la causa 2 | 0 |
| Existe una interrelación débil entre la causa 1 y la causa 2 | 1 |
| Existe una interrelación mediana entre la causa 1 y la causa 2 | 2 |
| Existe una interrelación fuerte entre la causa 1 y la causa 2 | 3 |

Estas ponderaciones están asociadas directamente a la relación que tiene una causa con las demás en el ARA, como bien se muestra a modo ejemplo en el Anexo 5.

2.2.4.- Resultados

Una vez que se tienen los resultados de la matriz, se realiza un análisis de consistencia, el cual pretende demostrar si la valoración de las distintas casillas condice con la norma. Esta norma dice que las casillas evaluadas con 3 no deben superar el 30% de la totalidad de las casillas valoradas. Es por esto que, en primer lugar, se contabilizaron los datos y luego se corroboró si se cumplía con la norma.

En el Anexo 6 se puede observar la distribución de los datos según el valor empleado en los cruces de la Matriz Vester, la cual evidencia que el 70.1% de los datos es 0 (1039 datos), el 23.3% de los datos es 1 (345 datos), el 3.6% de los datos es 2 (54 datos) y por último el 3% corresponden a 3 (44 datos).

Enseguida se pondera la totalidad de los datos de valor 3 (44 datos) con la totalidad de casillas valoradas (1482 datos), el cual verifica el porcentaje que permitirá saber si los datos son consistentes o no, en este paso se debe omitir la contabilización de las casillas que componen la diagonal principal que enfrenta las mismas causas. El Anexo 7 muestra que la ponderación anteriormente descrita da un 3%, por lo que se puede inferir que los datos empleados en la matriz son consistentes, o sea que están validados para un posterior análisis de la herramienta empleada.

De acuerdo con los resultados de la matriz expuestos, se extrajeron las sumatorias de las columnas que originan los totales de los pasivos (EJE X) y también el total de las filas que originan los totales de los activos (EJE Y), los que en su conjunto generan los datos que corresponden a los TP y TA respectivamente (ver Anexo 2). La cual permite elaborar el siguiente plano cartesiano de la Matriz Vester (ver Figura 9).

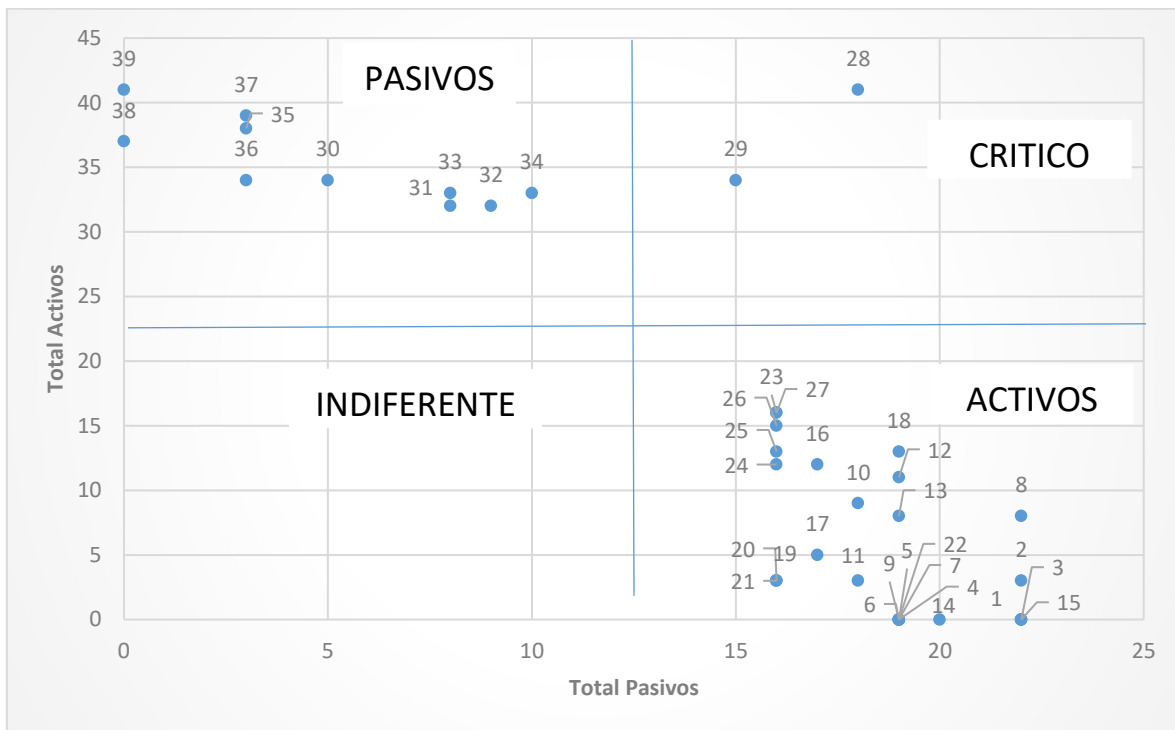


Figura 9: Gráfico de la Matriz Vester.

Fuente: Elaboración Propia.

Como análisis, se obtuvo que el gráfico de la figura 9 evidencia 2 causas en el cuadrante 1 (CRÍTICOS), 10 causas en el cuadrante 2 (PASIVOS), 0 causas en el cuadrante 3 (INDIFERENTES) y 27 causas en el cuadrante 4 (ACTIVOS). Es por esto que las causas "Incumplimiento con el tiempo de entrega"(causa 28) y "Padronización de productos a fabricar" (causa 29) son los reales problemas por tratar. Con esto queda ratificado el supuesto generado a través del Árbol de la Realidad Actual (ARA), que la causa 28 es efectivamente al menos uno de los problemas de fondo.

2.2.5.- Hallazgos matriz Vester

De acuerdo con el análisis realizado con la Matriz Vester, refleja dos efectos indeseados que causan el incumplimiento en el nivel de servicio, los cuales son el "Incumplimiento con el tiempo de entrega"(causa 28) y la "Padronización de productos a fabricar" (causa 29). Pero la causa 28 se encuentra un 20,48% más alejada del origen que la 29, es por esto que presenta mayor relevancia en el gráfico de la Matriz Vester. Debido a esto es que el trabajo de tesis se centrará en mejorar directamente la causa 28, la cual tiene directa relación con el problema de fondo dentro en la empresa.

2.3.- Objetivos

2.3.1.- Objetivo general

Mejorar el nivel de servicio a través del rediseño de procesos en el flujo productivo de la empresa Renner Coatings Chile SPA.

2.3.2.- Objetivos específicos

- Definir estandarización de familias de colores, que permita disminuir el error en la consecución del producto.
- Diseñar padrones de color para procedimientos de fabricación.

2.3.3.- Resultados Esperados

Con la realización de este trabajo de título, se espera entregar a Renner Coatings Chile SPA herramientas para mejorar su nivel de respuesta con los clientes, por lo que se pretende:

- Mejorar los controles internos de la compañía en los procesos de producción y control de stock para fabricación.
- Definir procesos para identificar labores del personal de la operación y su participación en el procedimiento de trabajo.
- Cimentar confianza entre los colaboradores y los altos mandos de la compañía con respecto a los controles de calidad respectivo, para así evitar las búsquedas infructuosas de culpables y fomentar la filosofía de *Lean Manufacturing*.

Capítulo 3.- Marco teórico

Variadas empresas dedicadas a la fabricación por pedido de un producto (MADE TO ORDER), necesitan que sus procedimientos sean capaces de responder a las exigencias del cliente. Es por esto que la continuidad del flujo productivo es clave para lograr lo requerido.

Por lo tanto, se analizaron varias herramientas de mejora continua que corresponden con la filosofía que la empresa mantiene.

3.1.- Lean Manufacturing

Lean Manufacturing o manufactura esbelta es la filosofía de trabajo que se utiliza para optimizar y mejorar un sistema de producción eliminando desperdicios, todo esto para perfeccionar el flujo de trabajo y basándose en las personas para reducir el consumo de recursos que no son estrictamente necesarios. En su libro, Hernández & Idoipe categorizan dichos desperdicios como los del listado a continuación:

- Sobreproducción
- Tiempo de espera
- Transporte
- Exceso de procesado
- Inventario
- Movimiento
- Defectos.

(Hernandez & Idoipe, 2013)

Estos desperdicios, conocidos como los siete desperdicios de Shingeo Shingo, aportan a la filosofía el cambio que requiere para potenciar su funcionamiento, esto es, con Six Sigma, que complementa el funcionamiento de *Lean Manufacturing*.

La finalidad del *Lean Manufacturing* es crear conciencia en las personas, o quizás una cultura de la producción, para así siempre estar mejorando la forma de producir con la menor cantidad de recursos y desperdicios posible. Por ello, los autores Hernández & Idoipe mencionan que “no es un concepto estático, que se pueda definir de forma directa, ni tampoco una filosofía radical que rompa con todo lo conocido” (Hernandez & Idoipe, 2013).

La idea es que combina distintos elementos que en su conjunto pueden aportar en la mejora continua, sin embargo, requiere de la participación concreta del personal de la compañía para adaptarse a distintas técnicas y entornos que se puedan sobrellevar.

3.2.- Single - Minute Exchange of Dies (SMED)

Una de las metodologías de trabajo de *Lean Manufacturing* es SMED, por sus siglas en inglés Single – Minute Exchange of Dies, que se centra en el funcionamiento de la maquinaria, específicamente en los tiempos de preparación de la maquinaria que se utiliza, es por ello que realiza estudios muy detallados de los procesos para poder determinar qué variables son las más influyentes en el tiempo que requiere la maquinaria para poner en marcha su producción. Los autores Hernández & Idoipe mencionan que algunas de estas variables son” cambios radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el mismo producto” (Hernandez & Idoipe, 2013).

Esta herramienta además contempla inmerso el control de calidad y hace uso de técnicas como diagramas de Pareto y las seis preguntas clásicas, ¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿Dónde? Y ¿Quién?, o los ¿Por qué?

Tal como indican Hernández & Idoipe, la metodología SMED se compone de cuatro fases, las cuales son:

Fase 1: Diferenciación de la preparación externa y la interna

Por preparación interna, se entienden todas aquellas actividades que para poder efectuarlas requiere que la máquina se detenga. En tanto que la preparación externa se refiere a las actividades que se pueden llevarse a cabo mientras la máquina funciona.

El principal objetivo de esta fase es separar la preparación interna de la preparación externa, y convertir cuanto sea posible de la preparación interna en preparación externa.

Para convertir la preparación interna en preparación externa y reducir el tiempo de esta última, son esenciales los puntos siguientes:

- Preparar previamente todos los elementos: plantillas, técnicas, troqueles y materiales.
- Realizar el mayor número de reglajes externamente.
- Mantener los elementos en buenas condiciones de funcionamiento.
- Crear tablas de las operaciones para la preparación externa.
- Utilizar tecnologías que ayuden a la puesta a punto de los procesos.
- Mantener el buen orden y limpieza en la zona de almacenamiento de los elementos principales y auxiliares (5S).

Fase 2: Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora de las operaciones

Las preparaciones internas que no puedan convertirse en externas deben ser objeto de mejora y control continuo. A tales efectos se consideran clave para la mejora continua de las mismas los siguientes puntos:

- Estudiar las necesidades de personal para cada operación.
- Estudiar la necesidad de cada operación.
- Reducir los reglajes de la máquina.
- Facilitar la introducción de los parámetros de proceso.
- Establecer un estándar de registro de datos de proceso.
- Reducir la necesidad de comprobar la calidad del producto.

Fase 3: Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora del equipo

Todas las medidas tomadas a los efectos de reducir los tiempos de preparación se han referido hasta ahora a las operaciones o actividades. La siguiente fase debe enfocarse a la mejora del equipo:

- Organizar las preparaciones externas y modificar el equipo de forma tal que puedan seleccionarse distintas preparaciones de forma asistida.
- Modificar la estructura del equipo o diseñar técnicas que permitan una reducción de la preparación y de la puesta en marcha.
- Incorporar a las máquinas dispositivos que permitan fijar la altura o la posición de elementos como troqueles o plantillas mediante el uso de sistemas automáticos.

Fase 4: Preparación Cero

El tiempo ideal de preparación es cero por lo que el objetivo final debe ser plantearse la utilización de tecnologías adecuadas y el diseño de dispositivos flexibles para productos pertenecientes a la misma familia. Los beneficios de la aplicación de las técnicas SMED se traducen en una mayor capacidad de respuesta rápida a los cambios en la demanda (mayor flexibilidad de la línea), permitiendo la aplicación posterior de los principios y técnicas Lean como el flujo pieza a pieza, la producción mezclada o la producción nivelada.

(Hernandez & Idoipe, 2013)

3.3.- Business process model and notation (BPMN)

Se requieren herramientas que identifiquen los procesos y procedimientos actuales de la compañía para conocer qué se puede mejorar y cómo hacerlo, para ello BPMN es una de las herramientas más utilizadas debido a que su lenguaje se considera común para muchas personas y así los mensajes fluyen entre los participantes de las actividades.

BPMN es una notación gráfica que se utiliza en las compañías para definir los flujos de valor o procesos que componen la empresa, y así comprender cada una de las funciones de cada área, persona o institución que esté definida en dicho diagrama.

Esta herramienta de modelaje define lógicamente los pasos a seguir dentro de un proceso, además aporta con la coordinación de información y proporciona un lenguaje común entre los participantes del proceso.

Por ello, Daniel Soto opina que: “Al tratarse de un estándar que ha sido adoptado por la mayoría de las suites BPM y modeladores de procesos de negocio, les da a todos los analistas de negocio y desarrolladores, un lenguaje común para representar los distintos flujos de trabajo (workflows) que tienen que modelar.” (Daniel Soto, 2016)

La simplicidad que entrega esta notación es la base de su correcto funcionamiento, ya que a partir de formas predefinidas determina cómo se debe crear y diseñar el funcionamiento que se requiera diagramar.

BPM busca la integración de los sistemas de información, los datos y las personas a través de procesos diseñados de manera transparente, para ser más efectivos y ágiles, y así poder permear en las 3 dimensiones de la organización, como mencionan los autores Kiran, Michael y Bruce, la dimensión del negocio, del proceso y de la gestión. (Kiran, Michael, & Bruce, 2008)

Corresponde mencionar que BPMN utiliza muchas variables que en esta memoria pueden no ser utilizadas, ya que, se diagramarán los procesos y flujos que sean necesarios para obtener y lograr los objetivos específicos propuestos. Con esta herramienta se pretende hacer un contraste entre la realidad que se vive en la planta de producción con respecto al futuro flujo productivo, en el cual se verán reflejadas las modificaciones planteadas.

3.4.- Análisis modal de fallos y errores

El AMFE por sus siglas en español (Análisis modal de fallos y errores) o FMEA por sus siglas en inglés (Failure Mode Analysis and Effects), es una herramienta que derivó del procedimiento militar MIL-P-1629 llamado “procedimientos para realizar un modo de fallo, los efectos y análisis de la criticidad”, el cual fue realizado a finales de los años 40.

Esta forma de analizar las causas de los errores fue desarrollada con mayor profundidad por la NASA en los años 60, en donde los fallos podían costar altas sumas de dinero. En la actualidad el uso del AMFE es muy común en la industria automotriz.

3.4.1- Definición de conceptos fundamentales AMFE

Como paso previo a la descripción del método y sus aplicaciones, es necesario sentar los términos y conceptos fundamentales, que a continuación se describen. (Bestratén, Orriols, & Mata, 2004)

a) Cliente o usuario

Solemos asociar la palabra cliente al usuario final del producto fabricado o el destinatario-usuario del resultado del proceso o parte del mismo que ha sido analizado. Por lo tanto, en el AMFE, el cliente dependerá de la fase del proceso o del ciclo de vida del producto en el que apliquemos el método. La situación más crítica se produce cuando un fallo generado en un proceso productivo que repercute decisivamente en la calidad de un producto no es controlado a tiempo y llega en tales condiciones al último destinatario o cliente.

b) Producto

El producto puede ser una pieza, un conjunto de piezas, el producto final obtenido de un proceso o incluso el mismo proceso. Lo importante es poner el límite a lo que se pretende analizar y definir la función esencial a realizar, lo que se denomina identificación del elemento y determinar de qué subconjuntos / subproductos está compuesto el producto.

c) Seguridad de funcionamiento

Hablamos de seguridad de funcionamiento como concepto integrador, ya que, además de la fiabilidad de respuesta a sus funciones básicas, se incluye la conservación, la disponibilidad y la seguridad ante posibles riesgos de daños, tanto en condiciones normales en el régimen de funcionamiento como ocasionales. Al analizar tal seguridad de funcionamiento de un producto/proceso, aparte de los mismos, se habrá de detectar los diferentes modos o maneras de producirse los fallos previsibles con su detectabilidad (facilidad de detección), su frecuencia y gravedad o severidad, y que a continuación se definen.

d) Detectabilidad

Este concepto es esencial en el AMFE, aunque, como se ha dicho, es novedoso en los sistemas simplificados de evaluación de riesgos de accidente. Si durante el proceso se produce un fallo o cualquier “output” defectuoso, se trata de averiguar cuan probable es que no lo “detectemos”, pasando a etapas posteriores, generando los consiguientes problemas y llegando en último término a afectar al cliente – usuario final. Cuanto más difícil sea detectar el fallo existente y más se tarde en detectarlo, más importantes pueden ser las consecuencias del mismo.

Tabla 3: Clasificación de la facilidad de detección del modo fallo.

| DETECTABILIDAD | CRITERIO | VALOR |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Muy Alta | El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes. | 1 |
| Alta | El defecto, es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a priori. | 2 y 3 |
| Mediana | El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción. | 4 y 6 |
| Pequeña | El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectado con los procedimientos establecidos hasta el momento. | 7 y 8 |
| Improbable | El defecto no puede detectarse. Casi segura que lo percibirá el cliente final. | 9 y 10 |

Fuente: NTP 679 Análisis modal de fallos y efectos. AMFE.

e) Frecuencia

Mide la repetitividad potencial u ocurrencia de un determinado fallo, es lo que en términos de fiabilidad o de prevención llamamos la probabilidad de aparición del fallo.

Tabla 4: Clasificación de la frecuencia/probabilidad de ocurrencia del modo fallo.

| FRECUENCIA | CRITERIO | VALOR |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Muy Baja Improbable | Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible. | 1 |
| Baja | Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema aunque es poco probable que suceda. | 2 y 3 |
| Moderada | Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos a actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema. | 4 y 6 |
| Alta | El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos a los que han fallado. | 7 y 8 |
| Muy Alta | Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente. | 9 y 10 |

Fuente: NTP 679 Análisis modal de fallos y efectos. AMFE.

f) Gravedad

Mide el daño normalmente esperado que provoca el fallo en cuestión, según la percepción del cliente - usuario. También cabe considerar el daño máximo esperado, el cual iría asociado también a su probabilidad de generación.

Tabla 5: Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente/usuario.

| GRAVEDAD | CRITERIO | VALOR |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Muy Baja Repercusiones imperceptibles | No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo. | 1 |
| Baja. Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles | El tipo del fallo originaría un ligeroinconveniente al cliente. Probablemente, éste observara un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable. | 2 y 3 |
| Moderado. Defectos de relativa importancia | El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema. | 4 y 6 |
| Alta | El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado. | 7 y 8 |
| Muy Alta | Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10. | 9 y 10 |

Fuente: NTP 679 Análisis modal de fallos y efectos. AMFE.

g) Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Tal índice está basado en los mismos fundamentos que el método histórico de evaluación matemática de riesgos de FINE, William T., si bien el índice de prioridad del AMFE incorpora el factor detectabilidad. Por lo tanto, tal índice es el producto de la frecuencia por la gravedad y por la detectabilidad, siendo tales factores traducibles a un código numérico adimensional, que permite priorizar la urgencia de la intervención, así como el orden de las acciones correctoras. Por lo tanto, debe ser calculado para todas las causas de fallo.

$$IPR = D \times F \times G$$

3.4.2- Metodología AMFE

- 1) Disponer de un esquema gráfico del proceso productivo (lay-out).
- 2) Seleccionar procesos/operaciones clave para el logro de los resultados esperados.
- 3) Crear grupo de trabajo conocedor del proceso en sus diferentes aspectos. Los miembros del grupo deberían haber recibido previamente conocimientos de aplicación de técnicas básicas de análisis de fallos y del AMFE.
- 4) Recabar información sobre las premisas generales del proceso, funciones de servicio requeridas, exigencias de seguridad y salud en el trabajo y datos históricos sobre incidentes y anomalías generadas.
- 5) Disponer de información sobre prestaciones y fiabilidad de elementos clave del proceso.
- 6) Planificar la realización del AMFE, conducido por una persona conocedora de la metodología.
- 7) Aplicar técnicas básicas de análisis de fallos. Es esencial el diagrama causa- efecto o diagrama de la espina de Ishikawa.
- 8) Cumplimentar el formulario del AMFE, asegurando la fiabilidad de datos y respuestas por consenso.
- 9) Reflexionar sobre los resultados obtenidos y emitir conclusiones sobre las intervenciones de mejora requeridas.
- 10) Planificar las correspondientes acciones de mejora.

3.5.- Metodología

Para poder concretar los objetivos propuestos es necesario definir las acciones o procedimientos empleados en este trabajo de tesis que serán aplicados para el rediseño de procesos correspondiente a la mejora en el nivel de servicio.

1. Identificar familia de colores y productos más vendidos.

Como menciona la metodología SMED, se deben identificar aquellos productos que generan mayor desperdicio y determinar las cartillas de color que influyen en el indicador de nivel de servicio.

2. Definir grupos de elaboración y procedimientos.

Como la metodología SMED requiere identificar factores internos y externos, se debe recopilar información con respecto a los procedimientos que impacten el nivel de servicio.

3. Diseñar propuestas de mejora.

Basándose en la metodología SMED crear y proponer mejoras que definan nuevos procesos y generen cambio en el nivel de servicio.

4. Rediseño de Procesos.

Con la herramienta BPMN diseñar los procesos correspondientes a las mejoras y sus respectivos cambios, ya sea a nivel de servicio o procesos.

5. Implementación de propuestas y medición de resultados.

Explicar forma en que se procede a implementar las propuestas y cuáles de ellas, e impacto que tienen en el indicador.

Capítulo 4.- Aplicación

4.1.- Identificación de variables de producción

Para conocer las variables necesarias que nos permitan generar las propuestas de mejora, se elaboró una encuesta (ver Anexo 9) de tipo cerrada, la cual permitió cuantificar las respuestas de los colaboradores que están insertos en el área de producción.

La finalidad de este estudio fue recopilar información de los trabajadores, referida a los distintos efectos indeseados generados en su lugar de trabajo y que determinan el error o la demora en la fabricación de revestimientos. Es por ello que se consultó a 27 colaboradores que trabajan directamente en la fabricación del color, semielaborados y productos en volumen o indirectamente, como los administrativos y personal de control de calidad. Cabe mencionar que estos trabajadores corresponden al 100% del personal que tiene estrecha relación con el flujo productivo, esto significa que contamos con la totalidad de la población en estudio.

Debido a esto, laboratorio de control de calidad en conjunto con los autores realizaron un análisis modal de fallos y efectos (AMFE), ya que se identificó como un área crítica en la consecución de productos de la compañía.

Esta encuesta está realizada con la opinión de un grupo de trabajo que confecciona la totalidad de pedidos que pasan por las diversas etapas de la línea de producción, desde gerentes de las áreas involucradas, hasta los mismos fabricantes del color y concentrados. El desglose se encuentra en el anexo 10.

A continuación, en la figura 10, se presenta el AMFE que presenta los fallos potenciales, estado actual y el IPR de las causas del modo de fallo, que nos permitirá elaborar, a grandes rasgos, las propuestas de mejora según el resultado.

| ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y ERRORES (A.M.F.E.) | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---|---|-----|
| AMFE DEL PROCESO | | | | | DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE/PARTE DEL PROCESO: Subproceso de fabricación de concentrados y semielaborados | CODIGO DE IDENTIFICACIÓN: | HOJA 1 | | | |
| NOMBRE Y DEPTO DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDOR Departamento industrial : Jefe PCP y Coloristas . Coordinadores Alejandro Carrasco y Matias Cavieres. | | | | | COORDINADOR ALEJANDRO CARRASCO- MATIAS CAVIERES | MODELO/SISTEMA/ FABRICACIÓN: Tipo de fabricación según pedido | FECHA INICIO: FECHA REVISIÓN: | | | |
| OPERACIÓN O FUNCIÓN | FALLO N° | FALLOS POTENCIALES | | | ESTADO ACTUAL | | | | | |
| | | MODOS DE FALLO | EFFECTOS | CAUSAS DEL MODO DE FALLO | CONTROL ACTUAL CAUSA | CONTROL ACTUAL GENERAL | F | G | D | IPR |
| Laboratorio Control de Calidad | 1.1 | Retraso en la fabricación de la OP. | El exceso de tiempo en la fabricación de los productos hechos a pedido, generan retraso en el despacho del producto según los tiempos estipulados en el contrato. | Detención por cola de espera en la línea de | Inspección Visual Jefe PCP | Inspección Jefe PCP | 4 | 2 | 6 | 48 |
| | 1.2 | | | Exceso de productos en el punto de trabajo. | Inspección Visual Jefe PCP | | 5 | 3 | 6 | 90 |
| | 1.3 | | | Tiempos de espera excesivos de la OP en PCP. | Inspección Jefe PCP | | 4 | 4 | 5 | 80 |
| | 1.4 | | | Insuficiente MO | Inspección RR.HH. | | 3 | 3 | 2 | 18 |
| | 1.5 | | | Insuficiente MP | Sin Control | | 4 | 6 | 5 | 120 |
| | 1.6 | Problemas en el color. | Los inconvenientes en el color, generan un aumento en las OP de la cola del laboratorio del control de calidad. Lo que repercute en una menor consecución diaria de productos. | Error en la fabricación | Inspección Manual Operador | Sin Control | 5 | 6 | 2 | 60 |
| | 1.7 | | | Especificaciones incorrectas de la pintura | Sin Control | | 7 | 6 | 2 | 84 |
| | 1.8 | | | Procedimiento de elaboración no estandarizado | Sin Control | | 5 | 3 | 6 | 90 |
| | 1.9 | | | Formulas de colores no estandarizada | SinControl | | 6 | 8 | 7 | 336 |

Figura 10: AMFE análisis Renner Coatings Chile SPA.

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados del AMFE, indican las causas que, dentro del Laboratorio de Control de Calidad, son más relevantes de acuerdo con el indicador asociado a la detectabilidad, gravedad y frecuencia, IPR. Esto debido a que solo con el hecho de visualizar el indicador, se identifican las causales que se deben abordar mediante las propuestas de mejora que se darán en el siguiente capítulo de este proyecto de título.

Al analizar el indicador de prioridad de riesgo (IPR), se puede observar que dos de las nueve causas que se presentan cotidianamente en el subproceso recién mencionado son las que muestran un indicador por sobre cien unidades, o sea, que representan una relevancia tal que se deben corregir. Estas causas son la “insuficiente materia prima” (causa 1.5) y las “fórmulas de colores no estandarizada” (causa 1.9).

En primer lugar, la “falta de materia prima” (causa 1.5), el análisis realizado indicó que, se da principalmente por el nulo control de las existencias que se utilizan a lo largo del flujo

productivo, el cual es fundamental para poder responder a la demanda de productos. Es por ello que se debe controlar esta medida, por parte de los mismos maquinistas, para mantener el control y el stock necesario.

La segunda causa, “fórmulas de colores no estandarizada” (causa 1.9), genera conflictos en la preparación de productos debido al gran número de cartillas que existen en la nave de producción. Debido al alto IPR que generó esta causa es vital implementar una mejora que disminuya los problemas en la ejecución del color, ayude con la estandarización de los colores y que además descongestione la línea de producción.

En conclusión, con las medidas que se propondrán, en base a los datos recopilados con esta herramienta, se pretende automatizar ciertas etapas del flujo productivo que son claves para dar una mejor respuesta en la consecución de productos.

4.2.- Definición de grupo de elaboración y procedimientos

Posterior al desarrollo de la matriz Vester, se realizó un análisis a una recopilación de más de 1100 datos de notas de ventas de productos que no se entregaron en el plazo determinado por la compañía, los cuales fueron compilados en un periodo de 4 meses del año 2017. A los que se estudió para comprender los motivos por el que se retrasó la entrega de estos productos en el tiempo que se requiere, es por esto que, de acuerdo a lo anterior, se obtuvo la siguiente información de dicho análisis.

En la distribución por tipo de cartilla de los productos, se obtuvo que las categorías de *RAL* y *SEGÚN MUESTRA* son las más influyentes en estos errores como se muestra en la figura 11.

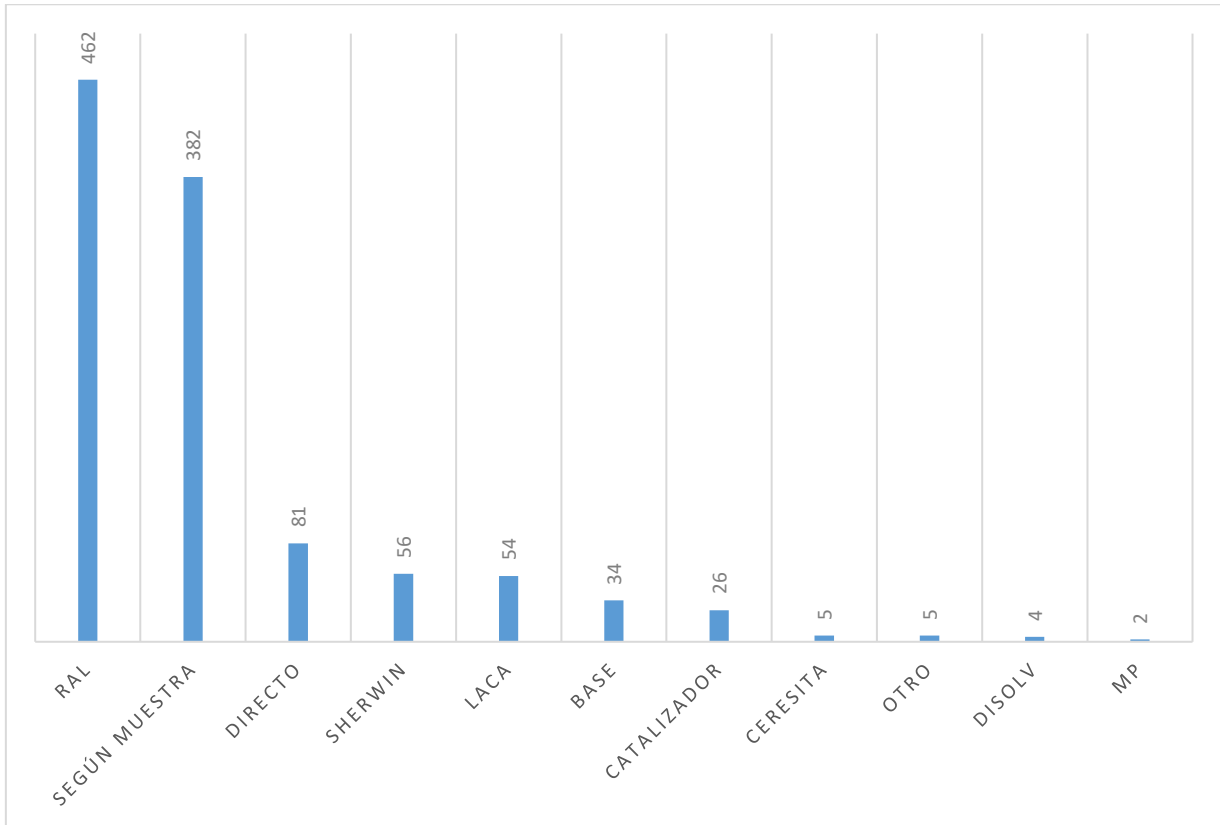


Figura 11: Distribución de pedidos por tipo de cartilla.

Fuente: Elaboración Propia.

Cabe destacar que estas cartillas de color corresponden a la gama de colores que se trabajan en la compañía (RAL) o si son de compañías semejantes (Sherwin, Ceresita), el resto de las cartillas de aplicación consideradas corresponden a productos que no requieren coloración o su coloración es base (Directo, Laca, Base, Catalizador, Otro, Disolv, MP), sin embargo, la

cartilla Según Muestra es amplia, debido a que son muestras que llevan los clientes a la compañía para que se iguale el color.

Aparte se realiza la clasificación de productos según familia; que se refiere a todos los productos que poseen la misma base de fabricación y sirven para un mismo fin al momento de la aplicación por parte del cliente.

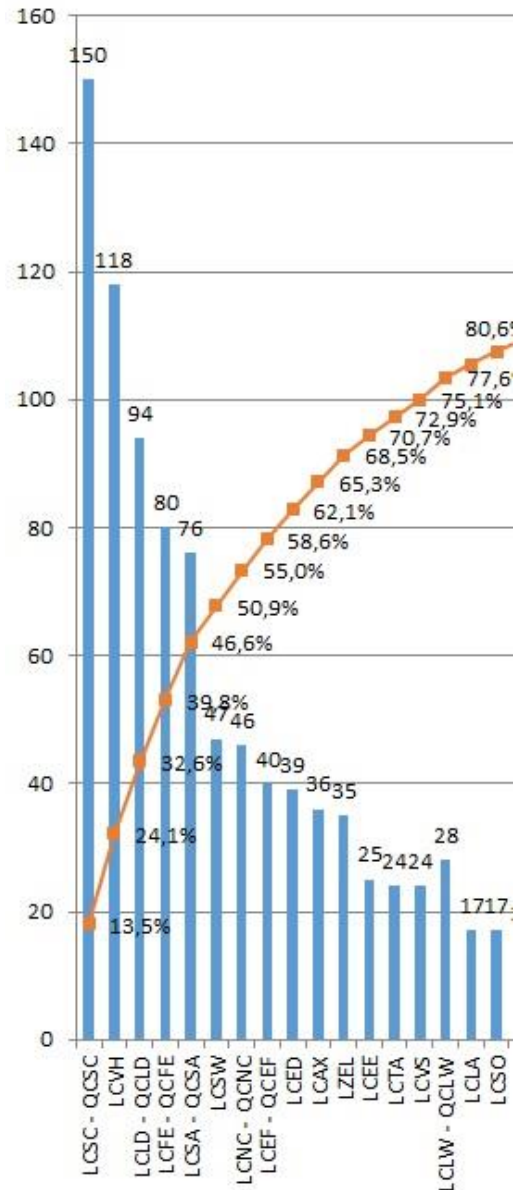


Figura 12: Diagrama de Pareto, clasificación de productos por familia.

Fuente: Elaboración Propia.

En el diagrama de la figura 12, se identifica a 17 familias de productos que más se venden del total de productos no entregados en 3 días. El resto del diagrama de Pareto se puede verificar en el Anexo 8.

Para profundizar, en el análisis se verificaron otras variables que influyan en estas causas, como, por ejemplo, la cantidad galones que no son entregados por familia o rangos de estos galones, de tal forma de mejorar las producciones en cantidad minoritaria o mayoritaria.

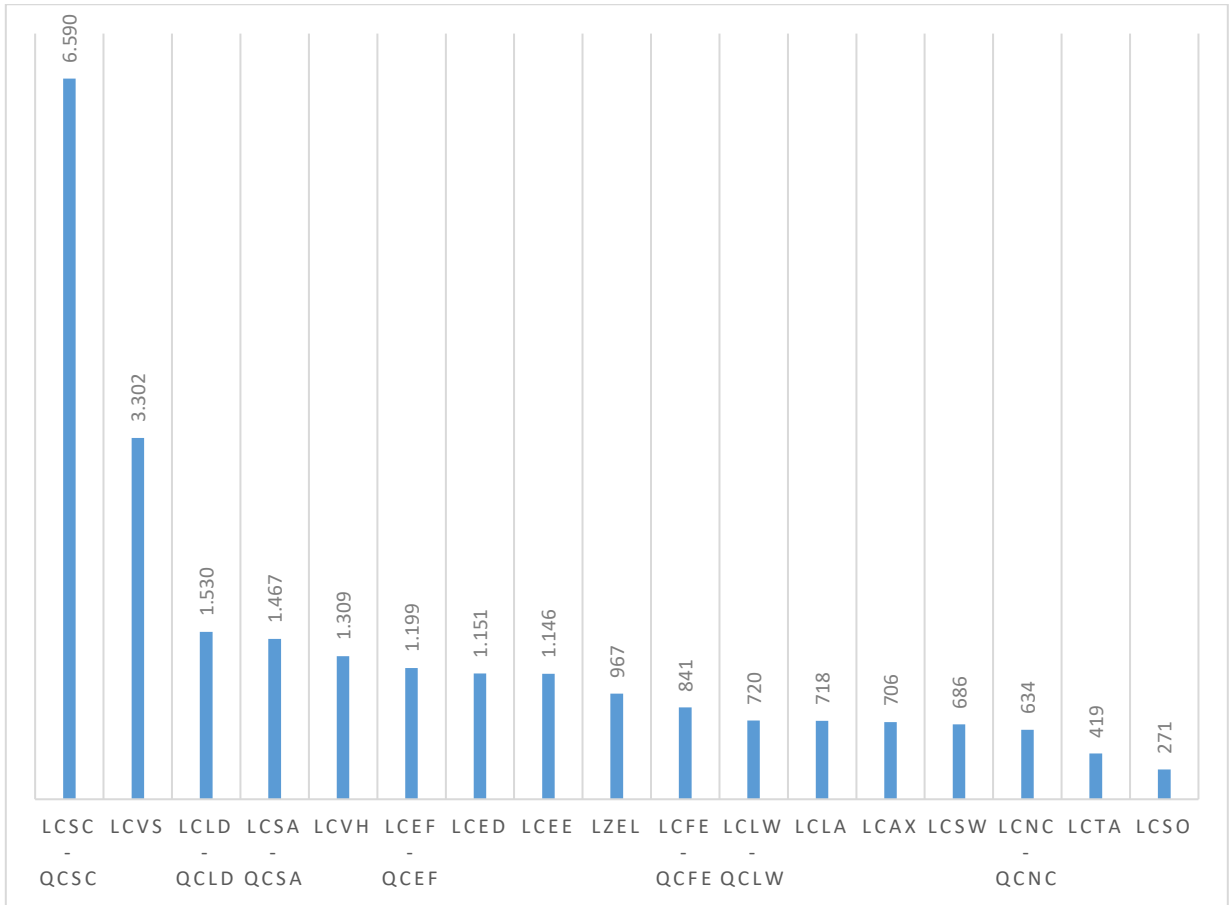


Figura 13: Cantidad de galones por familia de productos.

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede verificar en la figura 13 que, de las 17 familias, hay 2 que predominan con casi el 50% del total de galones afectados, los cuales influyen en la producción de la compañía, debido a que son productos de los que más se comercializan.

Para continuar con el análisis, se recopiló información respecto a qué procedimiento de fabricación siguen los productos que no se entregaron en el plazo, cuyos datos se pueden visualizar en la figura 14.

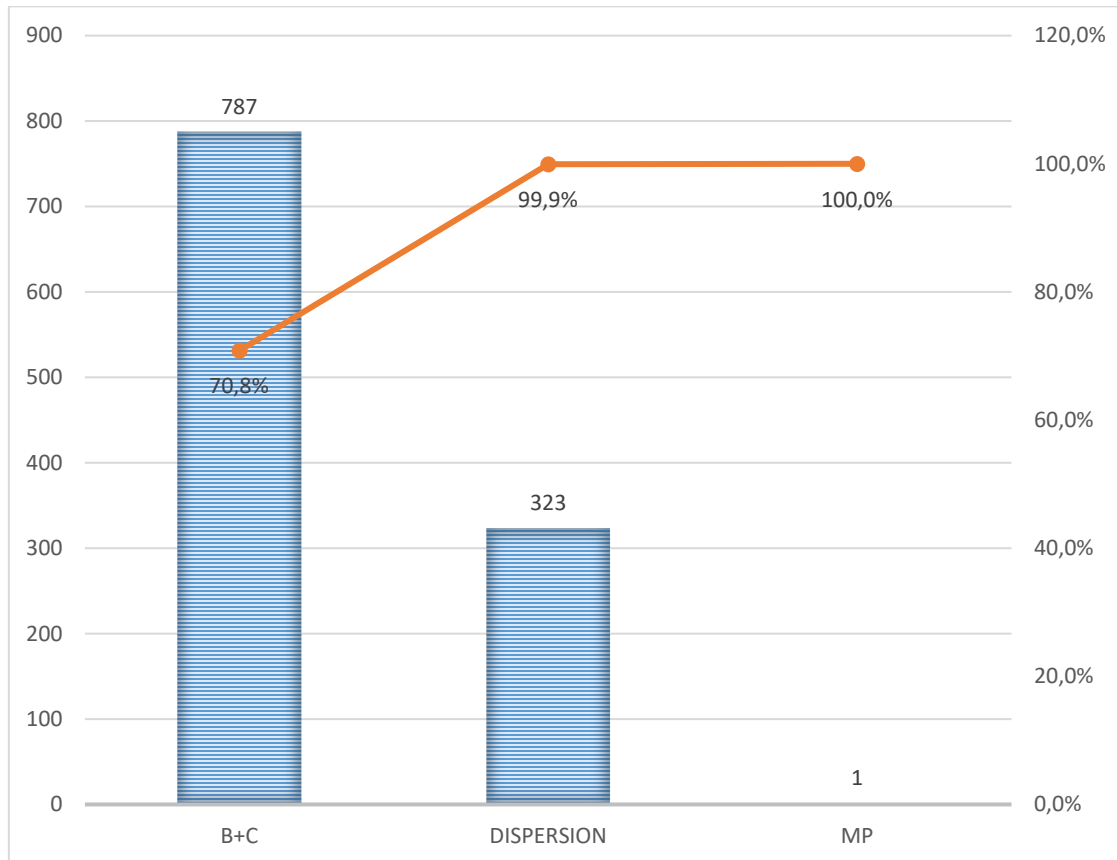


Figura 14: Cantidad de productos según el procedimiento de elaboración.

Fuente: Elaboración Propia.

De la totalidad de datos, un 70,8% corresponden a productos fabricados por B+C (Base + concentrado) y un 28,2% a productos fabricados por dispersión, el resto de los datos son aquellos que se requieren como materia prima para otro producto.

Luego, se deben identificar los tipos de envase que se utilizan para finalizar dichos procedimientos de fabricación, ya que son la sección final del proceso.

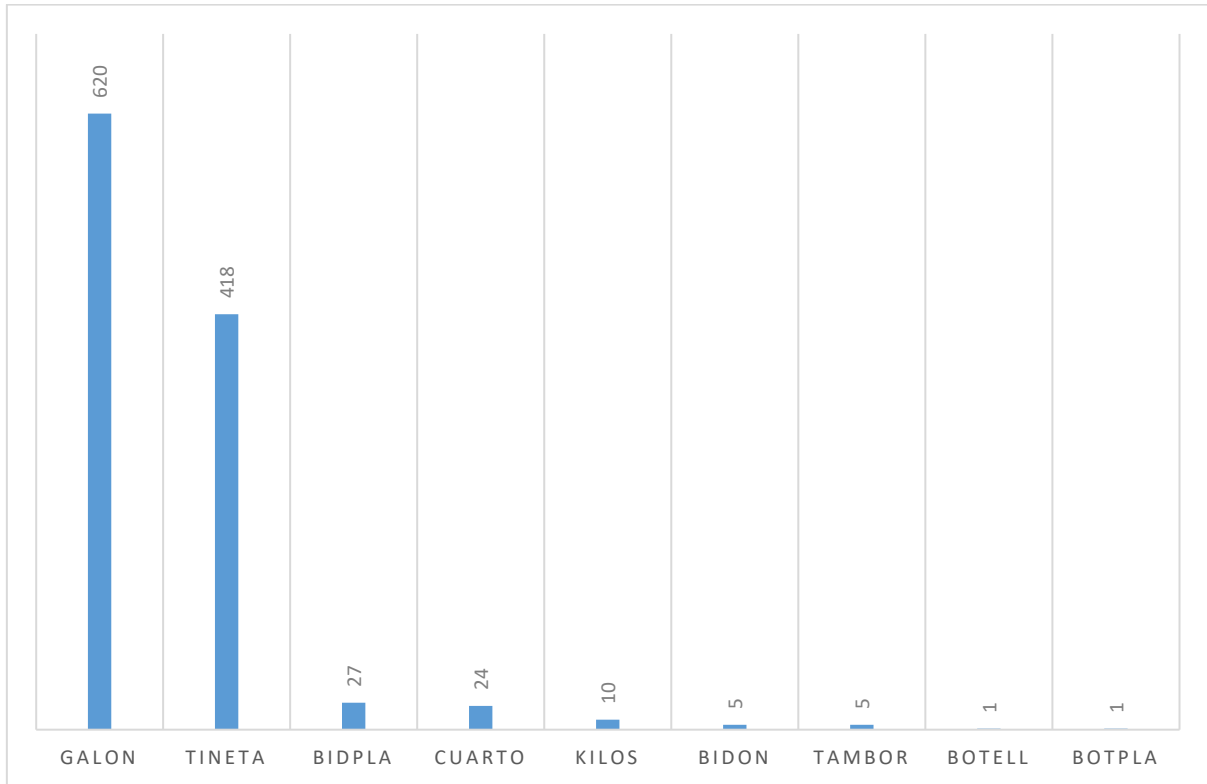


Figura 15: Subdivisión según envase.

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede observar en la figura 15, que los envases más requeridos son galones y tinetas en una amplia mayoría, con un 55,8% y un 37,6% respectivamente.

Para complementar el análisis de los puntos anteriores, se realizó una segregación por cantidad de galones que correspondan a notas de ventas. Es por ello que en la figura 16 se verifica esta clasificación.

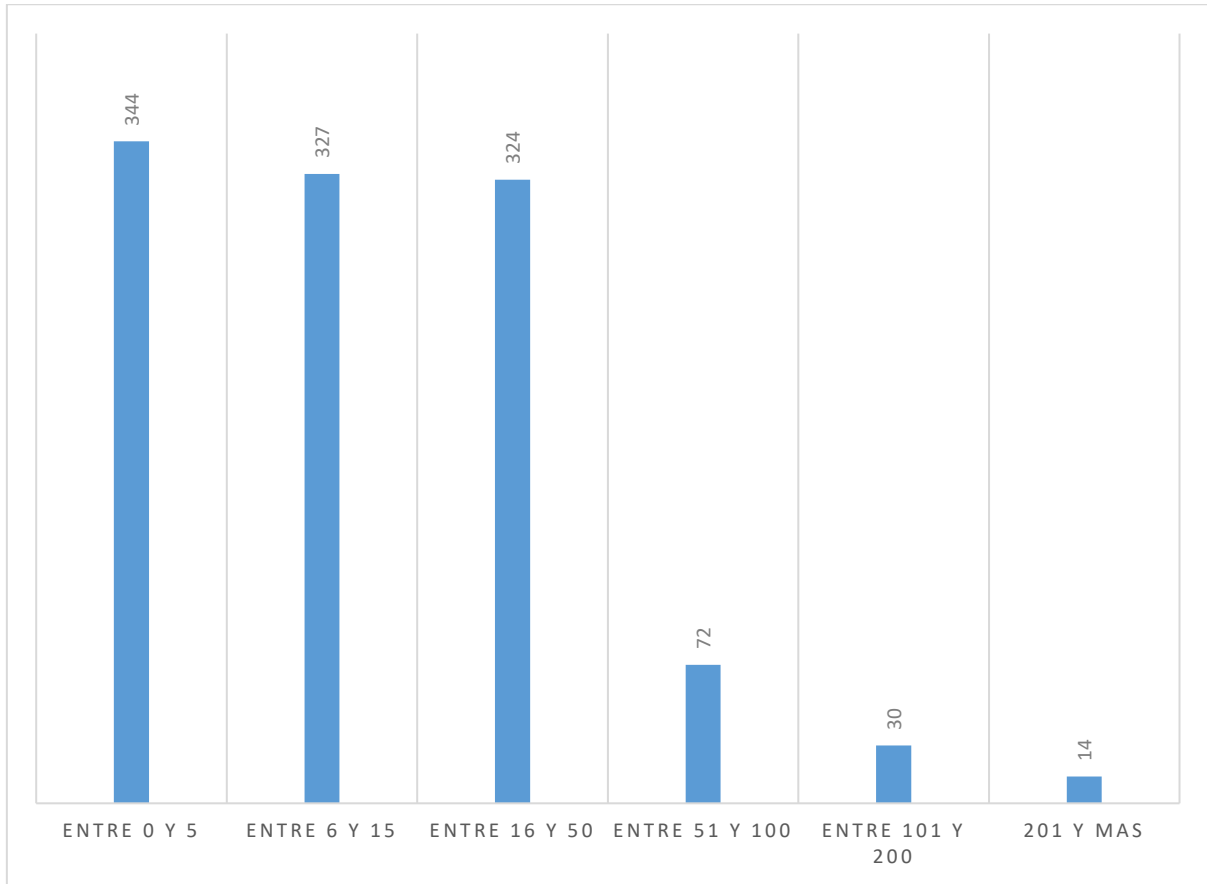


Figura 16: Rango de galones de productos fabricados.

Fuente: Elaboración Propia.

Respecto a la subdivisión de galones, revela que un 89% corresponde a galones entre 0 y 50, lo cual indica que la fabricación de galones en bajas producciones son las que más se retrasan y, por ende, las que generan que el nivel de servicio sea menor.

Para ejecutar una mejora consistente con el efecto indeseado a solucionar, se ahondó en las posibles variables de mejora que posee el actual método de fabricación, es por esto que, a partir de los gráficos correspondientes a tipos de cartilla, procedimiento de fabricación y rango de galones se puede inferir nuevos datos como se refleja en la figura 17.

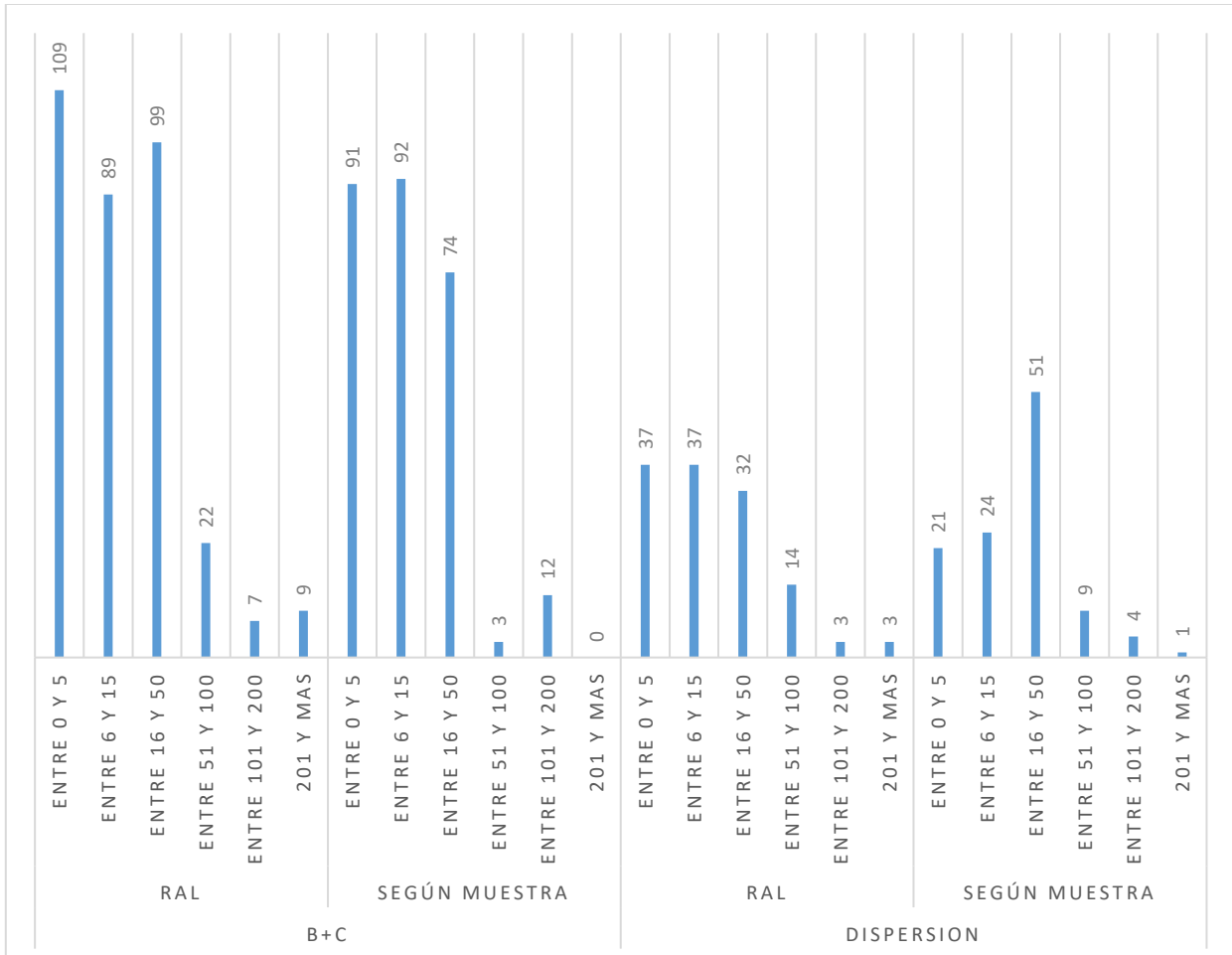


Figura 17: Cantidad de productos fabricados por rango de galones, forma de producción y tipo en cartilla.

Fuente: Elaboración Propia.

Dicha figura exhibe las notas de venta que se ven afectadas por la no entrega de productos en los días que requiere la compañía, esto dentro de los rangos determinados por galón y además si es que su fabricación es vía B+C o dispersión, sin embargo, otra variable no menos importante es si el tipo de color es RAL o SEGÚN MUESTRA que también se integra y permite inferir el meollo de las causales.

A partir de las variables identificadas y categorizadas en esta sección, es que se procede a mencionar las propuestas de mejora correspondientes, esto para el cumplimiento de los objetivos en base al análisis respectivo.

4.3.- Propuestas

Al producirse el incumplimiento en la entrega de productos a los clientes, el proceso productivo continúa retrasando el resto de las fabricaciones, comprometiendo así el plazo de entrega de dichos productos. Mientras más se demora un producto, más cola produce, lo que termina por empeorar el nivel de servicio. Para mejorar el efecto indeseado que se manifiesta como problema, se requiere conformar una o varias medidas que solucionen los defectos que se encontraron en el análisis de la data estudiada en el título anterior.

De acuerdo con lo anterior, a continuación, se presentan cuatro propuestas de mejora que van en directo beneficio de los fallos identificados en el capítulo anterior.

4.3.1.- Estandarización de fórmulas y padrones de color

Como el Análisis Modal de Fallos y Errores indica, las fórmulas de color no se encuentran estandarizadas, es por esto que se recomienda que se reúna el personal de control de calidad y los jefes de dichas áreas para definir la cartilla RAL a utilizar. Esto debido a que existen diversos modelos de cartillas (como se indican en la figura 18), con esta decisión se pretende cimentar el paso inicial para la realización de cualquier otra propuesta de mejora.



Figura 18: Cartillas de color RAL.

Fuente: <http://www.apv.cl/n/producto/elcometer-6210-cartillas-ral/>

Es para la realización de esta propuesta que se requiere llevar a cabo los siguientes pasos:

- Reunirse con la totalidad del personal que fabrican los concentrados y las bases para la identificación de la totalidad de las cartillas RAL disponibles, su uso y las cartillas que no se usan.

- Reunirse con el personal de bodega de materias primas.
- Reunirse con los coloristas y personal de control de calidad para identificar la cartilla que requiere la compañía.
- Definir fórmulas según la nueva cartilla de aplicación.
- Unificar cartillas.
- Modificar fórmulas de color para cada materia prima según la cartilla unificada.

Esta estandarización generaría en el corto y mediano plazo una reducción de tiempos de producción, sin embargo, es una propuesta colaborativa para las que posteriormente se analizan.

4.3.2.- Fabricación con máquina COROB CLOVER MIX 20

En el AMFE y en el análisis de la base de datos, se puede identificar que los productos que menos cumplen con los plazos de entrega son aquellos que poseen cantidades de entre 1 y 15 galones, que además están siendo fabricados mediante la cartilla RAL, por el procedimiento B+C y que también están generando cola en las estaciones de fabricación de la compañía. Esto genera un retraso en la producción y que la demanda de productos intermedios se dé de forma sorpresiva.

Es por lo anterior que las áreas estratégicas de la compañía se deben reunir para definir si se debe utilizar la máquina agitadora COROB CLOVER MIX 20 (como se muestra en la figura 19), la cual reduce los tiempos de producción de un galón de producto (3,79 litros), de 24 horas a 0,16 horas como máximo. Sin embargo, se deben normalizar las cantidades de las fórmulas de producción para adecuar el sistema a esta nueva forma de elaborar los productos.



Figura 19: Máquina COROB CLOVER MIX 20.

Fuente: <http://www.optsum.com/producto/corob-clever-mix-20/>

Para poder utilizar dicha maquinaria disponible en la compañía, se deben realizar los siguientes pasos:

- Reunir a gerentes con coloristas para definir el proceso.
- Reunir a coloristas, control de calidad y gerente industrial para identificar fallas.
- Capacitar personal de PCP para identificar correctamente los productos que se pueden fabricar por esta vía.
- Crear fórmulas de los colores de la cartilla RAL para menores cantidades.
- Definir bases que se pueden utilizar.
- Capacitar coloristas para la fabricación con la máquina COROB CLOVER MIX 20.
- Capacitar coloristas para controlar especificaciones de los productos fabricados.
- Capacitar a los maquinistas para la fabricación de los concentrados adecuados.
- Capacitar personal de control de calidad para controlar estos productos, inicialmente todos se deben controlar, pero con el paso del tiempo, se puede realizar esporádicamente, debido a la automatización del proceso.

Cabe mencionar que los pasos anteriormente descritos son independientes de una posible ejecución en paralelo con las demás propuestas, es por esto que, si se llegase a implementar la totalidad de estas, habrá pasos que se tendrán que omitir porque corresponden a los mismos.

4.3.3.- Tablero visual de stock

Para suplir la carencia de algún semielaborado, se requiere un indicador que mida la disponibilidad de cada concentrado y que también sea más accesible para los colaboradores. Para solucionar esto, se debe presentar un cuadro visual que defina la relación de importancia y cantidad de producción de arriba hacia abajo y que considere la relevancia de izquierda a derecha.

Para ello, se debe reunir todo el personal de PCP, control de calidad y los operadores de las máquinas, para definir los concentrados a medir y las fórmulas de color, identificar las fórmulas con fallas y preparar la eficiencia del tablero. Por otra parte, se deben contar físicamente los datos para revisar en el tablero, definir la forma del tablero de control de stock y finalmente generar una metodología de uso para el tablero.

Una vez definidas las fórmulas, se debe diseñar el tablero de control de stock visual mediante la metodología KANBAN, como se muestra en la figura 20. Posteriormente, una vez definidos los productos que componen el tablero de control y las fórmulas que se utilizarán para la producción, se debe capacitar en el uso al personal correspondiente.

Para que funcione correctamente, se debe crear un procedimiento estandarizado con el nuevo proceso de fabricación de esta área en el manual de calidad de la compañía.

Con respecto a la puesta en marcha, se debe comenzar con un producto en plazos definidos, para comenzar con la interiorización del proceso por parte de los colaboradores.

Posteriormente, una vez interiorizado para un producto, se aplica para el resto de los que están en el tablero de control visual y, finalmente, se revisa el funcionamiento del tablero para verificar puntos de reorden y niveles de este.

Al proporcionar esta información de manera visual, entrega mayor independencia al personal encargado de la fabricación de los revestimientos y en conjunto con esta herramienta, se puede aplicar la de autocontrol que se explica en el siguiente apartado.

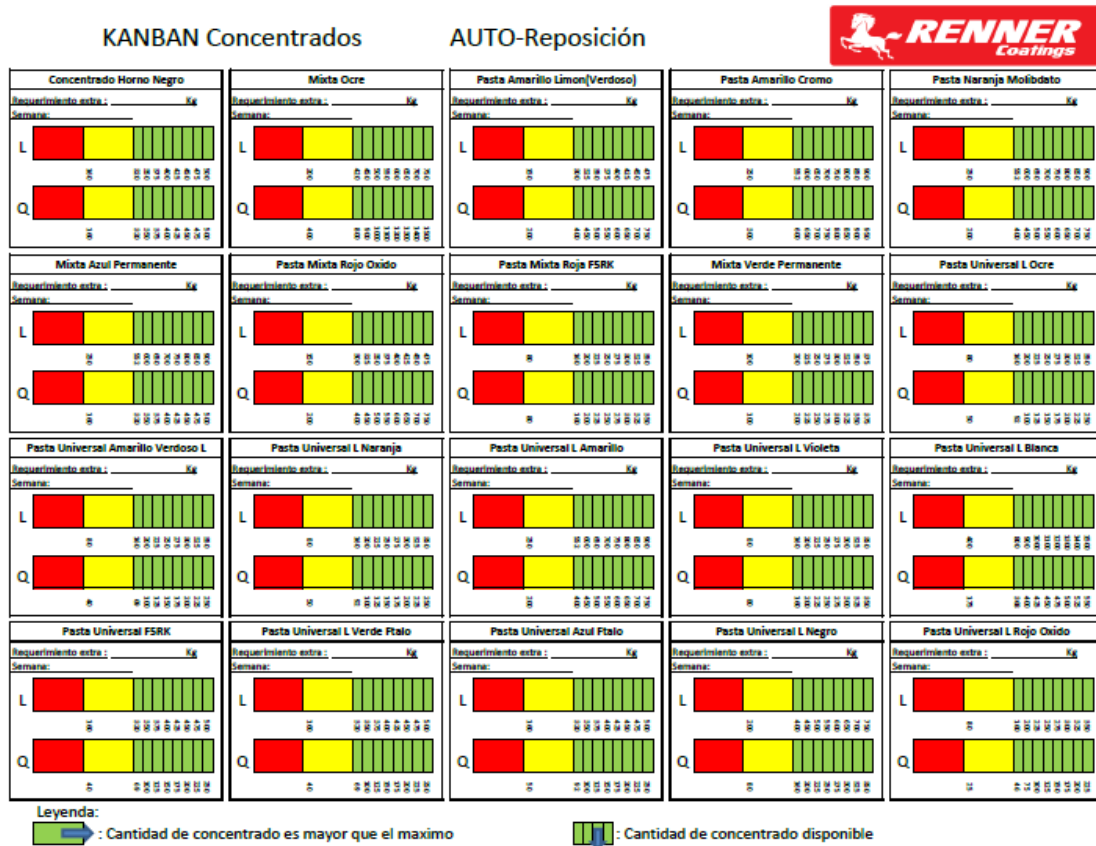


Figura 20: Tablero de control visual de stock.

Fuente: Elaboración Propia.

Esta propuesta reduciría los tiempos de preparación de la maquinaria y, en consecuencia, los tiempos de respuesta a la demanda de los productos requeridos.

4.3.4.- Metodología de autocontrol de productos

Una metodología de autocontrol se refiere a entregar mayor autonomía a los operarios, de tal forma que puedan fabricar y controlar las especificaciones de dicho producto en medio del proceso productivo, para así reducir los tiempos muertos que se generan a partir de la cola de control de calidad. Sin embargo, no quiere decir que el departamento de control de calidad no tendrá trabajo, sino que la labor del personal de esta división será corroborar la información entregada por los operarios que elaboran los revestimientos.

Por ello es que se debe reunir el gerente general con los gerentes de industrial y técnico, para identificar las medidas posibles a realizar, crear los medios de control para los colaboradores e identificar la parte del proceso en el que se puede aplicar el control, además se debe identificar en qué medida se debe controlar por parte del operador. También, en conjunto al gerente general, se deben configurar los procesos para definir la nueva forma de producir.

Personal de control de calidad debe definir los límites de corrección para las fabricaciones que lo requieran y configurar mediciones estándar, para que los colaboradores las identifiquen.

Aun así, existe un control en medio del proceso que es el departamento de control de calidad, el cual tiene la facultad de rechazar un producto que no cumpla con las especificaciones técnicas que se requieran. Por ende, el control del operario será netamente para agilizar el proceso de control del producto y no para aprobar su calidad.

Esta metodología de producción considera que los operadores de fabricación pueden controlar siete especificaciones, que control de calidad determina si son básicas para un revestimiento de calidad, por ello es que se crean siete LUP que entregan la información necesaria para hacer las mediciones de manera correcta. Dichos LUP se encuentran en los anexos 11 a 17 respectivamente.

Una vez identificados los límites y medidas que pueden realizar mediante los LUP, se debe capacitar al personal para que interioricen la labor que se agregará en el proceso, luego de que el personal comprenda dicha labor, se debe conformar equipos de supervisión de controles para confirmar que se realiza el control de las especificaciones de manera correcta.

Finalmente, se debe capacitar al personal de control de calidad y PCP, en que su labor se basará en la nueva metodología de control de las fabricaciones y su aporte en esta etapa de la elaboración. Al mismo tiempo, se debe capacitar al personal de mejora continua para el autocontrol de los procesos.

4.4.- Rediseño de procesos

El rediseño correspondiente al proceso productivo de las propuestas antes mencionadas corresponde al de la figura 21, el cual posee similitud con el de la compañía, pero agrega la arista de fabricación mediante la máquina COROB CLOVER MIX 20 con la estandarización de fórmulas y colores según la cartilla RAL.

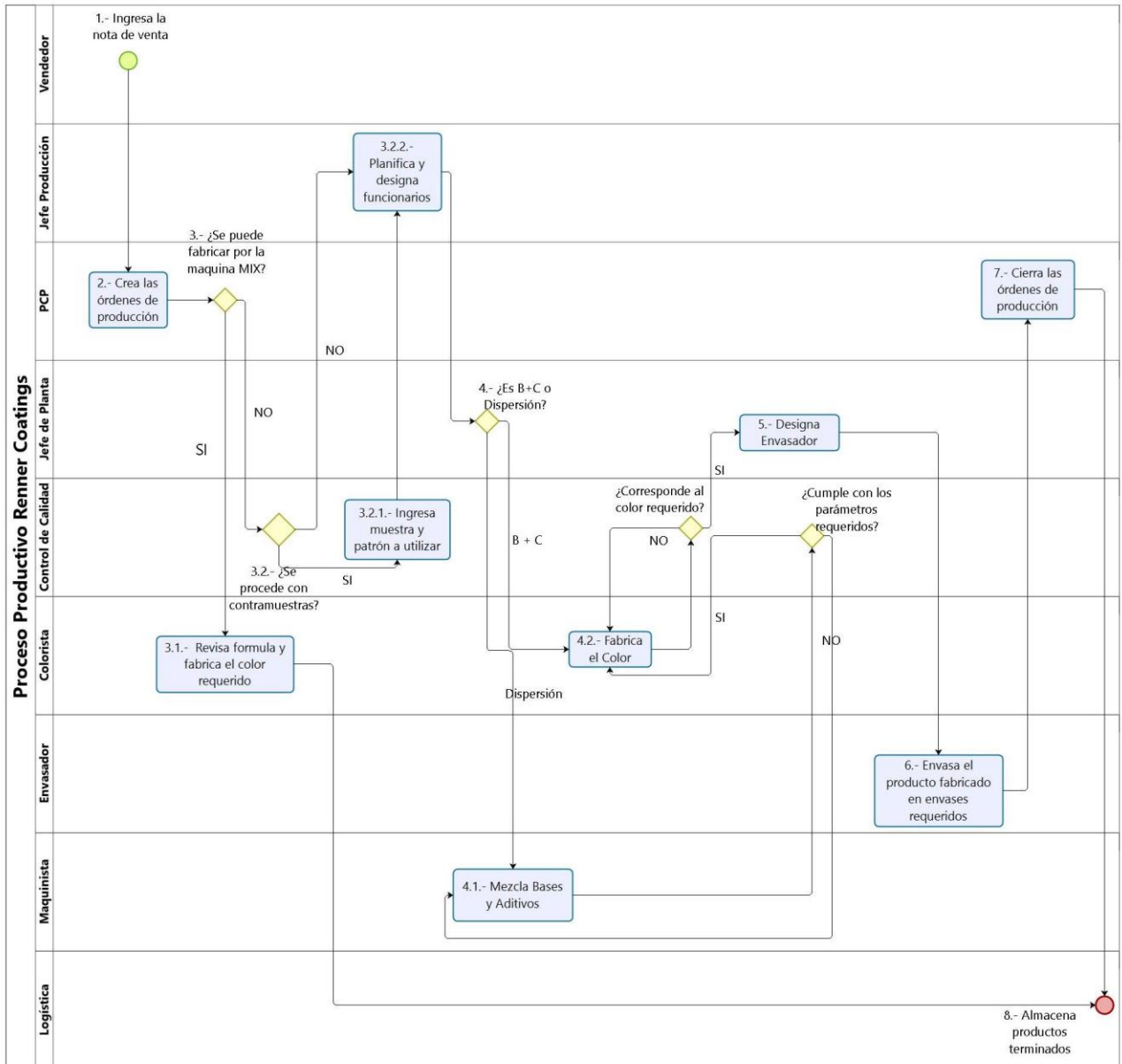


Figura 21: Proceso Productivo Rediseñado.

Fuente: Elaboración Propia.

Sin embargo, existen subprocesos que también se modifican con la implementación de estas propuestas, es por esto que el proceso de fabricación de concentrados y semielaborados se actualiza al de la figura 22 a continuación, entregándole la responsabilidad al productor de dichos componentes necesarios para la fabricación de revestimientos.

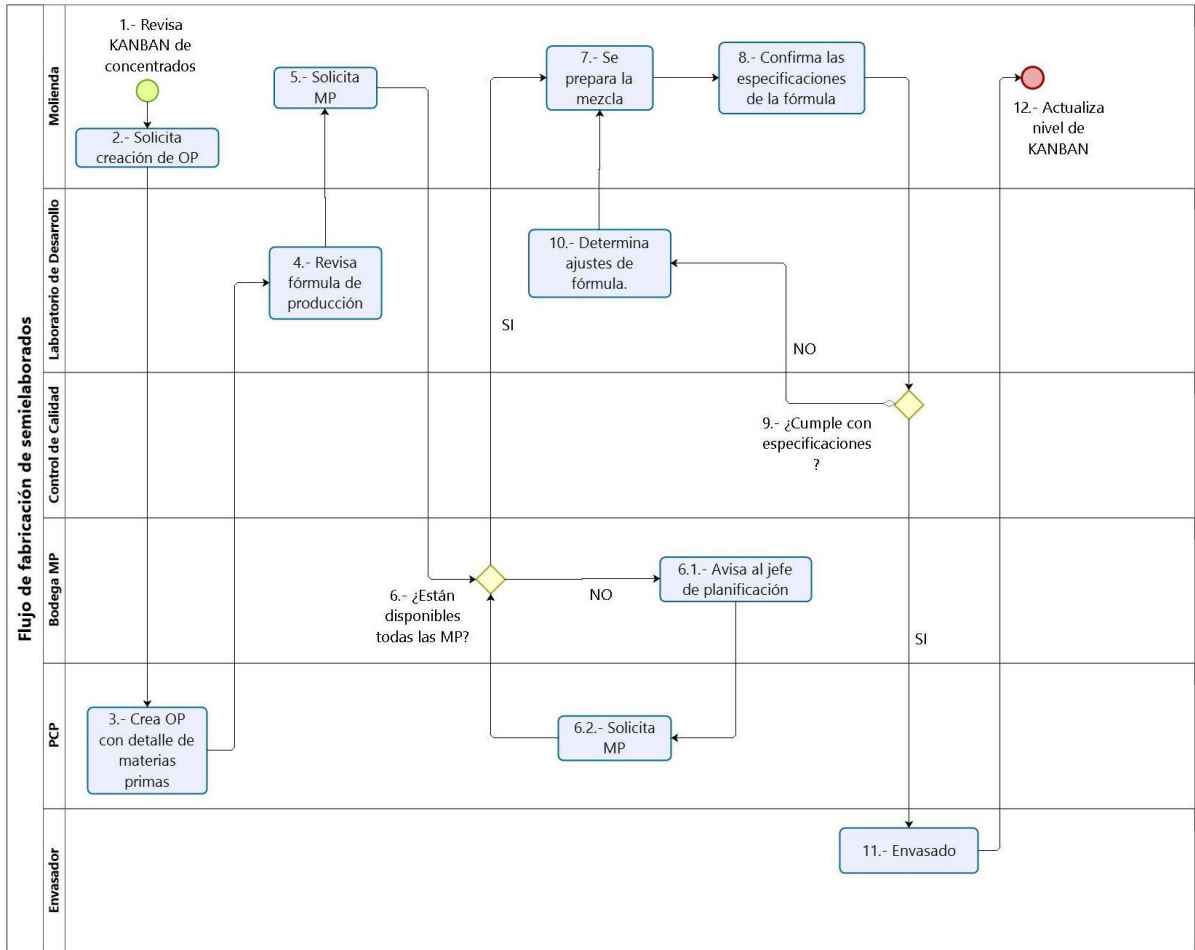


Figura 22: Rediseño de flujo de fabricación de semielaborados.

Fuente: Elaboración Propia.

Con respecto al subproceso de control de calidad, no modifica su integridad, sino que modifica la modalidad de control de los productos, realizándose en medio del proceso productivo para asegurar la calidad del producto final y no medir solo el producto terminado.

Con la aplicación de las propuestas mencionadas en el capítulo anterior, se observa en la figura 23 la variación probable del nivel de servicio de la compañía, el cual posee un margen de error en los meses medidos entre un 3% y un 4%. No obstante, el promedio de aumento del indicador es de un 10,7% para el año 2018.

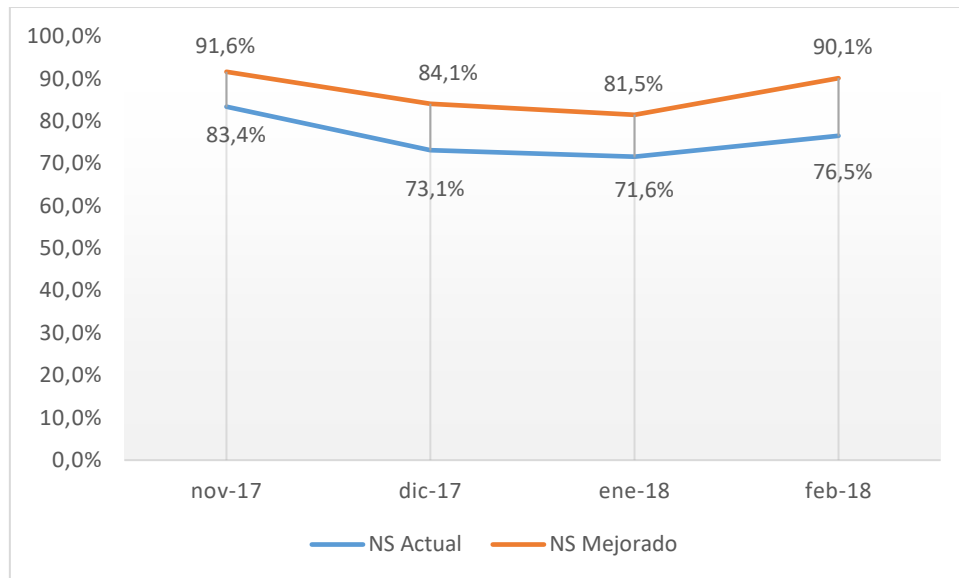


Figura 23: Nivel de servicio proyectado con las propuestas.

Fuente: Elaboración Propia.

4.5.- Implementación de propuestas y medición de resultados

En lo referente a este proyecto de título, cabe destacar que las propuestas fueron desarrolladas e implementadas en la compañía con las medidas determinadas en capítulos anteriores debido a sus prometedores resultados en la teoría. Sin embargo, su orden de prioridad fue modificado debido al plan estratégico de la firma. Asimismo, se consideró que las propuestas por si solas no generaban mayor impacto en el proceso productivo y tampoco en el nivel de servicio, por ende, se unificaron y utilizaron como un complemento, a excepción de la propuesta de autocontrol de productos.

Inicialmente, se implementó el tablero visual de stock, ya que se requería un método de control para la producción de concentrados que identificara cada una de las materias primas que más requerían reposición en el corto plazo. Dicha puesta en marcha se realizó de la siguiente manera:

- Propuesta 3: Tablero visual de stock
 1. Reunir todo el personal de PCP, control de calidad y operadores de máquinas para definir las fórmulas de color.
 2. Diseñar el tablero de control.
 3. Definir fórmulas que utilizarán para la producción.
 4. Capacitar al personal sobre el uso del tablero.
 5. Crear procedimiento de fabricación de concentrados para el manual de calidad.
 6. Definir productos para puesta en marcha e interiorización del tablero.

El tablero utilizado para la puesta en marcha se encuentra en la figura 24 y el manual de procedimiento de fabricación de concentrados se encuentra a continuación, desde la figura 25 a la 31.

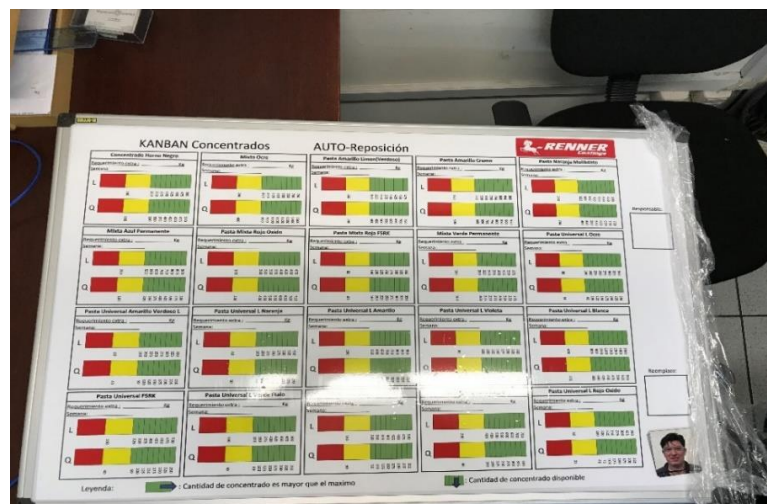


Figura 24: Tablero visual de stock Renner Coatings Chile Spa.

Fuente: Elaboración Propia.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------|---------------|
|  | PROCEDIMIENTO | CÓDIGO: | P.POP.09 |
| | | VERSIÓN: | 01 |
| | AUTO-ABASTECIMIENTO DE CONCENTRADOS | FECHA: | 07/02/2018 |
| | | PÁGINA | Página 1 de 7 |


AUTO-ABASTECIMIENTO DE CONCENTRADOS

| ELABORADO POR | REVISADO POR | APROBADO POR |
|-------------------------|--------------------|--------------------|
| Matias Cavieres Cordero | Dijanio Lopes | Miguel Ángel Jara |
| Practicante | Gerente Industrial | Gerente de Calidad |
| 24/01/2018 | 06/02/2018 | 07/02/2018 |

Reproducción e Impresión está prohibida sin autorización del Coordinador de Calidad

Figura 25: Página 1 procedimiento de autoabastecimiento de concentrados.

Fuente: Elaboración Propia.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------|---------------|
|  | PROCEDIMIENTO | CÓDIGO: | P.POP.09 |
| | AUTO-ABASTECIMIENTO DE CONCENTRADOS | VERSIÓN: | 01 |
| | | FECHA: | 07/02/2018 |
| | | PÁGINA | Página 2 de 7 |

1. OBJETIVO

Mejorar el abastecimiento de concentrados mediante la fabricación oportuna con indicadores de control de inventario de éstos.

2. ALCANCE Y DUEÑO DE PROCESO

Comprende desde el proceso de control de inventarios, hasta la fabricación de concentrados involucrando las siguientes áreas:


- PCP
- Producción
- Control de Calidad
- Laboratorio de Desarrollo
- Bodega de MP

Dueño Proceso: Planificación y Control de la Producción (PCP)

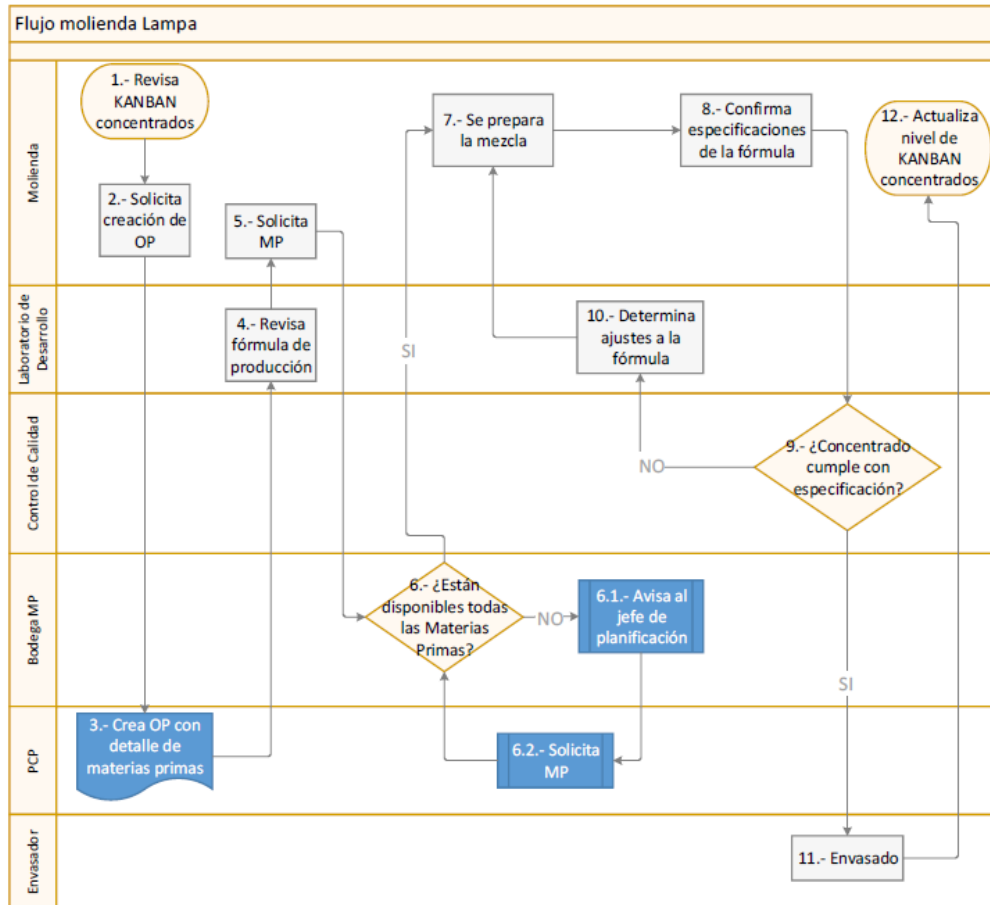
Reproducción e Impresión está prohibida sin autorización del Coordinador de Calidad

Figura 26: Página 2 procedimiento de autoabastecimiento de concentrados.

Fuente: Elaboración Propia.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------|---------------|
|  | PROCEDIMIENTO | CÓDIGO: | P.POP.09 |
| | AUTO-ABASTECIMIENTO DE CONCENTRADOS | VERSIÓN: | 01 |
| | | FECHA: | 07/02/2018 |
| | | PÁGINA: | Página 3 de 7 |

3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES




1. Personal encargado de los molinos revisa nivel de concentrado físico que existe actualmente en la planta y lo actualiza en la pizarra de control, también modifica en dicha pizarra el inventario que posee Quilicura por medio de la información entregada por PCP y recibe notificación de concentrados con calidad de Urgente.

Responsable: Personal encargado de los molinos

Reproducción e Impresión está prohibida sin autorización del Coordinador de Calidad

Figura 27: Página 3 procedimiento de autoabastecimiento de concentrados.

Fuente: Elaboración Propia.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------|---------------|
|  | PROCEDIMIENTO | CÓDIGO: | P.POP.09 |
| | | VERSIÓN: | 01 |
| | AUTO-ABASTECIMIENTO DE CONCENTRADOS | FECHA: | 07/02/2018 |
| | | PÁGINA | Página 4 de 7 |

2. Personal encargado de los molinos solicita la creación de la orden de producción para el concentrado que tiene bajo stock mínimo según la pizarra de control, además considera los productos que poseen urgencia.

Responsable: Personal encargado de los molinos

3. Personal de PCP crea la OP para fabricar el concentrado solicitado por el personal encargado de los molinos.

Responsable: Personal PCP

4. Personal de Laboratorio de Desarrollo revisa si la fórmula de fabricación esta correcta, o se le debe realizar alguna modificación. Y luego entrega la OP al personal encargado de los molinos

Responsable: Personal Laboratorio de Desarrollo

5. El personal encargado de los molinos solicita las materias primas definidas en la fórmula luego de la modificación de laboratorio a bodega de materias primas, para la fabricación del concentrado que se necesita.

Responsable: Personal encargado de los molinos

6. El personal de Bodega de Materias Primas revisa si posee en la bodega la materia prima requerida en la fórmula del concentrado, y luego traslada dicha materia prima a la zona de los molinos. En caso de no tener existencias de la materia prima para satisfacer la fórmula,

6.1 el personal de Bodega de Materias Primas avisa al jefe de PCP para que las solicite al encargado de compras.

6.2 Luego, el encargado de compras solicita las materias primas que requiere Bodega de MP al proveedor.

Responsable: Personal de Bodega de Materias Primas y personal PCP respectivamente


7. Personal encargado de molinos prepara la mezcla para poder fabricar, luego realiza el procedimiento según el concentrado y las especificaciones que éste tenga por fórmula, ya sean dispersar, agitar o pasar por el molino.

Responsable: Personal encargado de los molinos

Reproducción e Impresión está prohibida sin autorización del Coordinador de Calidad

Figura 28: Página 4 procedimiento de autoabastecimiento de concentrados.

Fuente: Elaboración Propia.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------|----------|
|  | PROCEDIMIENTO | CÓDIGO: | P.POP.09 |
| | AUTO-ABASTECIMIENTO DE CONCENTRADOS | VERSIÓN: | 01 |
| FECHA: | | 07/02/2018 | |
| PÁGINA | | Página 5 de 7 | |

8. Luego de realizado el proceso de fabricación inicial, confirma que el concentrado cumpla con las especificaciones de material que requiere según la fórmula. Si cumple, lleva la muestra y la OP a control de calidad. En caso contrario, revisa que falta y continua con la fabricación.

Responsable: Personal encargado de los molinos

9. Personal de control de calidad verifica la fuerza del color, y que la mezcla sea correspondiente a la fórmula además de los parámetros de aprobación. Si el concentrado no cumple con estos parámetros, se entrega la OP al personal encargado de los molinos, quien es el encargado de llevar la orden a Laboratorio de Desarrollo.

Responsable: Personal Control de Calidad

10. Personal del Laboratorio de Desarrollo determina los ajustes necesarios para que la fórmula cumpla con los parámetros de aprobación; luego, la entrega al Personal encargado de los molinos para mezclar nuevamente.

Responsable: Personal de Laboratorio de Desarrollo

11. Si el concentrado es aprobado, se envasa el producto en el formato indicado en la Orden de Producción.

Responsable: Envasador, responsable de designarlo es Encargado de Planta de Producción


12. Finalmente, personal encargado de los molinos actualiza la pizarra de control de stock de los concentrados.

Responsable: Personal encargado de los molinos

Reproducción e Impresión está prohibida sin autorización del Coordinador de Calidad

Figura 29: Página 5 procedimiento de autoabastecimiento de concentrados.

Fuente: Elaboración Propia.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------|---------------|
|  | PROCEDIMIENTO | CÓDIGO: | P.POP.09 |
| | | VERSIÓN: | 01 |
| | AUTO-ABASTECIMIENTO DE CONCENTRADOS | FECHA: | 07/02/2018 |
| | | PÁGINA | Página 6 de 7 |


Pizarra de Control de Concentrados



Reproducción e Impresión está prohibida sin autorización del Coordinador de Calidad

Figura 30: Página 6 procedimiento de autoabastecimiento de concentrados.

Fuente: Elaboración Propia.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------|---------------|
|  | PROCEDIMIENTO | CÓDIGO: | P.POP.09 |
| | AUTO-ABASTECIMIENTO DE CONCENTRADOS | VERSIÓN: | 01 |
| | | FECHA: | 07/02/2018 |
| | | PÁGINA | Página 7 de 7 |

4. REGISTROS

| Identificación | Código | Responsable | Almacenamiento | | | |
|----------------|----------|-------------|----------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|
| | | | Formato | Lugar | Tiempo | Disposición |
| OP/OF | R.POP.09 | PCP | Físico/Digital | Sistema ERP/ Modulo de Producción Empresa/ OP/OF | Físico 6 meses/ Digital Indefinido | Dstrucción archivo físico |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

5. ANEXOS

5.1 Control de Cambios

| VERSIÓN | FECHA | TIPO VERSIÓN | MODIFICACIONES |
|---------|------------|--------------|----------------|
| 01 | 07/02/2018 | Creación | |
| | | | |
| | | | |

Reproducción e Impresión está prohibida sin autorización del Coordinador de Calidad

Figura 31: Página 7 procedimiento de autoabastecimiento de concentrados.

Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente, el análisis realizado en el apartado anterior determinó que la medida anterior requería de la propuesta de estandarización de fórmulas y padrones para poder unificar las fórmulas y cartillas que se utilizan comúnmente en la línea productiva. Es por ello que se realizaron las siguientes acciones correspondientes a dicha propuesta:

- Propuesta 1: Estandarización de fórmulas y padrones de color.
 - Se realizan los siguientes pasos para realizar su implementación y posterior estandarización en toda la planta.
 1. Identificar las distintas cartillas RAL disponibles.
 2. Reunirse con los coloristas y personal de control de calidad para identificar la cartilla que requiere la compañía.
 3. Definir fórmulas según la nueva cartilla de aplicación.
 4. Modificar fórmulas de color para cada materia prima según la cartilla unificada.

Y, por último, para movilizar y aprovechar la unificación de familias de colores y estandarización de fórmulas, se procedió a realizar la fabricación de producciones pequeñas en la máquina COROB CLOVER MIX 20, para ello se definieron las siguientes acciones a realizar para su puesta en marcha:

- Propuesta 2: Fabricación con máquina COROB CLOVER MIX 20.
 - Los pasos correspondientes a la implementación de esta propuesta son los siguientes:
 1. Capacitar al personal de PCP para identificar correctamente los productos que se pueden fabricar por esta vía.
 2. Crear fórmulas de los colores de la cartilla RAL para menores cantidades.
 3. Capacitar coloristas para la fabricación con la máquina COROB CLOVER MIX 20.
 4. Capacitar coloristas para controlar especificaciones de los productos fabricados.
 5. Capacitar personal de control de calidad para controlar estos productos, inicialmente todos se deben controlar, pero con el paso del tiempo se puede realizar esporádicamente, debido a la automatización del proceso.

La máquina recién mencionada reduce los tiempos de fabricación de 24 a 0,16 horas, lo que representa una baja correspondiente al 99,33%.

Por otra parte, como resultado de la implementación de las propuestas 1 y 2, y teniendo en cuenta el rediseño en el comienzo de la fabricación (en donde se hace la diferencia por cantidad de galones a fabricar), se puede aseverar que los días de respuesta a la demanda de entre 0 y 50 galones y 50 o más, disminuyeron de entre 6 y 7 días a 2 y 3 días respectivamente, como lo muestra la figura 32.

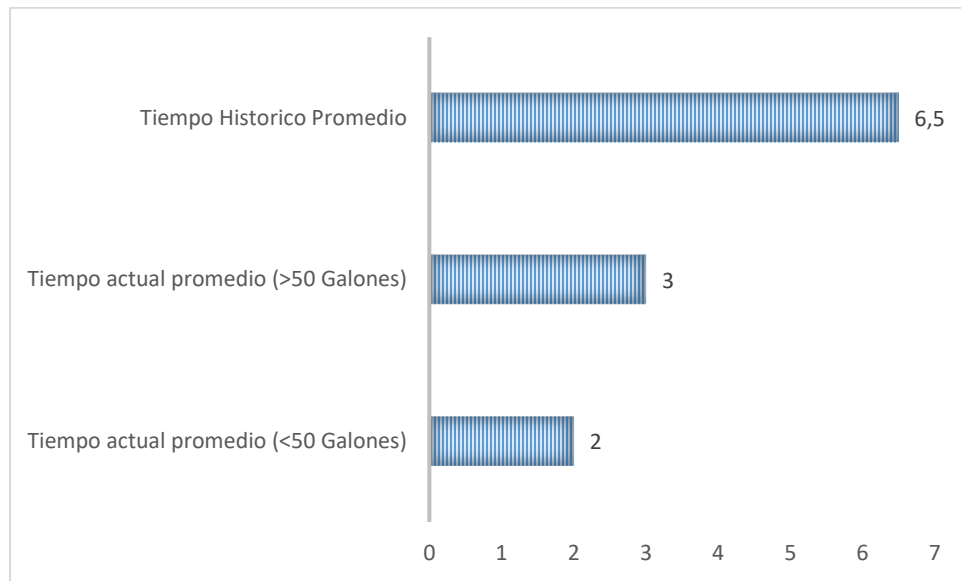


Figura 32: Gráfico de comparación entre el tiempo histórico de fabricación promedio y el tiempo actual promedio de consecución según la cantidad de galones.

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez implementadas las propuestas se revisó el nivel de servicio de la compañía, realizando un comparativo entre los años 2017 y 2018, que se puede comprobar en la figura 33.

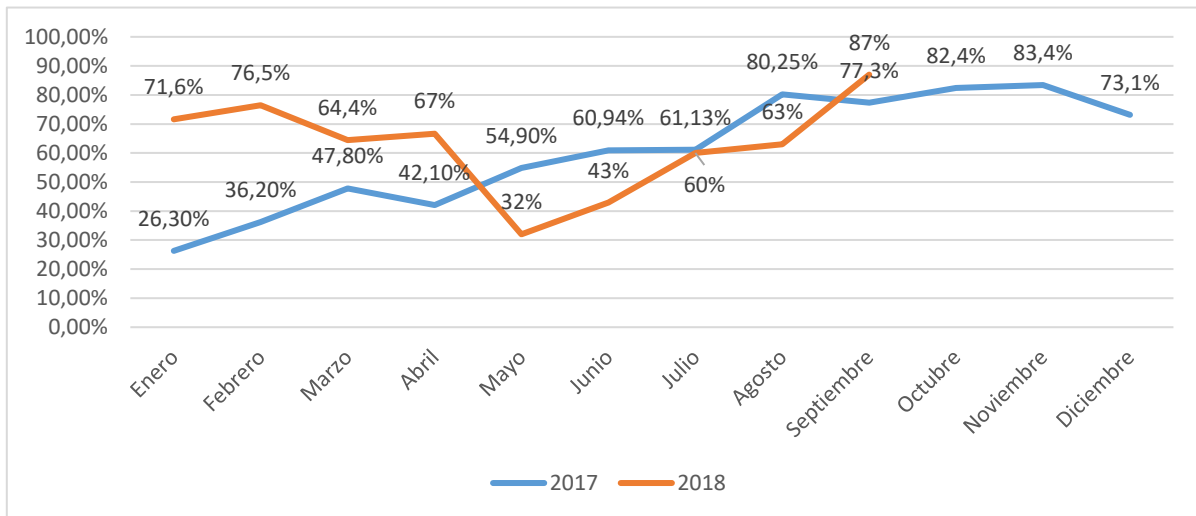


Figura 33: Gráfico de comparación de nivel de servicio.

Fuente: Elaboración Propia.

Esta medición indica que hubo una mejora promedio de un 8,58% en el nivel de servicio de la compañía entre los meses comparables comprendidos entre enero y septiembre. Sin embargo, cabe mencionar que ocurrió un cambio de ubicación de la planta en el mes de mayo,

que refleja tan bajo nivel de servicio por la adecuación del personal a la nueva maquinaria, además refleja un aumento sostenido en el año 2018 en los meses que no se ha medido.

Además, estas medidas, al mejorar el nivel de servicio, reducen la carencia de materias primas en la línea de producción, modifican los procedimientos y los estandariza para evitar la falta de insumos requeridos en el proceso de fabricación. Por otra parte, se puede afirmar que la estandarización de los procesos de control mitiga de forma indirecta algunas fallas desconocidas para este proyecto en las áreas de laboratorio y control de calidad.

Conclusión

El presente trabajo de título logró mejorar el porcentaje del nivel de servicio promedio mensual entre los años 2017 y 2018, de acuerdo con el nivel de respuesta a la demanda que tiene la empresa, encontrando el problema a solucionar y las posibles causas que lo generaban. Al encontrar las causas de los modos de fallo más relevantes (“insuficiencia en la materia prima” y “fórmulas de color no estandarizadas”) y respaldar la información mediante los números que generaba la demanda en la totalidad de los meses del año 2017, se hicieron cuatro propuestas de mejora (“estandarización de fórmulas y padrones de color”, la “fabricación con máquina COROB CLOVER MIX 20”, el “tablero visual de stock” y la “metodología de autocontrol de productos”) que permitían descongestionar la línea productiva y así solucionar los problemas de atochamiento que se generaban en la etapa inicial del flujo.

Las primeras dos propuestas, si bien son independientes, en este caso se aplicaron en conjunto para poder resolver el problema de fabricación según cantidad de pintura. Es por esto que se implementó la máquina mencionada anteriormente para poder tener un mejor nivel de respuesta frente a los productos de bajo contenido, la cual disminuyó los tiempos de fabricación en un 99,3% (de 24 horas a 0,16 horas).

Por otra parte, las dos propuestas restantes están dirigidas precisamente a mejorar el control de las materias primas con la implementación de una metodología de autocontrol con el procedimiento de autoabastecimiento de concentrados, en la que el operativo es clave para asegurar los niveles adecuados de concentrados y así responder de la mejor forma a la demanda.

En conjunto, las propuestas antes mencionadas derivaron en un rediseño y estandarización del proceso, el cual aumentó el nivel de servicio en un 10,7%. Además, comparando la medición del %NS entre los meses del 2017 y 2018, se puede afirmar que existe una mejora de un 8,58% entre los meses comparables, comprendidos entre enero y septiembre. Cabe mencionar que en mayo del presente año se vio mermado este indicador debido a un cambio de instalaciones, en donde se implementaron la totalidad de las propuestas de mejora. Finalmente, se puede aseverar que con la implementación de las propuestas de trabajo se disminuye 3,5 y 5,5 días promedio en la fabricación de los pedidos de entre 0 y 50 galones y 50 o más galones respectivamente.

Como recomendación, se puede verificar que en el flujo productivo se visualizan algunas faltas de control en el stock disponible, aun cuando las medidas propuestas e implementadas mitigan las fallas. Esta falta se puede mejorar utilizando balanzas en las pipas de descarga, para medir el nivel de utilización y de la materia prima restante. Esto asociado al tablero de control de stock, con mejoras en tiempo real, proporcionaría mayor velocidad de preparación de las maquinarias y los semielaborados para la producción.

Otra mejora tiene relación con la cantidad de recipientes disponibles para la producción, debido a que existe una evidente demora de preparación para la fabricación de la siguiente OP. Es por ello que se propone realizar un procedimiento de control para el mantenimiento y limpieza, lo cual disminuiría incluso más los tiempos de consecución de los pedidos.

Bibliografía

- Bestratén, M., Orriols, R., & Mata, C. (2004). NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE. Barcelona, España.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile . (10 de 08 de 2018). *Decreto Supremo 138/05*. Obtenido de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=244118>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (10 de 08 de 2018). *Ley 20.096*. Obtenido de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=248323>
- Daniel Soto. (16 de Septiembre de 2016). *Nextech Education Center*. Recuperado en noviembre de 2017, de <http://nextech.pe/que-es-bpmn-y-para-que-sirve/>
- Hernandez, J. C., & Idoipe, M. A. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantacion*. (EOI, Ed.) Madrid: Creative Commons. Recuperado el 29 de Noviembre de 2017, de <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>
- Kiran, G., Michael, L., & Bruce, W. (2008). *Introduccion a BPM para Dummies*. Nueva Jersey: Wiley Publishing Inc. Obtenido de http://www.managementensalud.com.ar/ebooks/Introduccion_a_BPM_para_Dummies.pdf
- Leyes y Soluciones Ambientales. (10 de 08 de 2018). *Circular N° B32/23*. Obtenido de http://www.leyesambientales.cl/emisiones_atmosfera_en/cir_23_06.pdf
- PCP. (2017). *Informe anual de Ventas*. Santiago.
- Renner Coatings Chile. (01 de Junio de 2018). *Renner Coatings Chile SPA*. Obtenido de <http://www.rennercoatings.cl/es/institucional>
- Renner Hermann S.A. (10 de 08 de 2018). *Renner*. Obtenido de <http://www.renner.com.br/history>

Anexos

Anexo I: Matriz Vester completa

| N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | TA | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 8 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | |
| 12 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | |
| 13 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| 24 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| 26 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| 28 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41 |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 | |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 | |
| 31 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | |
| 32 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | |
| 33 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | |
| 34 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | |
| 35 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | |
| 36 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 | |
| 37 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 39 | |
| 38 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 37 | |
| 39 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41 | |
| TP | 22 | 21 | 21 | 21 | 21 | 19 | 22 | 19 | 18 | 18 | 19 | 20 | 22 | 17 | 17 | 19 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 18 | 15 | 5 | 8 | 9 | 8 | 10 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2: Tabla de datos para análisis de la Matriz Vester

| N° | Causas | TP | TA |
|----|---------------------------------------------------------|----|----|
| 1 | Prolongados tiempos de uso de ollas. | 22 | 0 |
| 2 | No hay disponibilidad de ollas. | 22 | 3 |
| 3 | Retrasa búsqueda de padrón de color. | 22 | 0 |
| 4 | No hay productos para envasar. | 19 | 0 |
| 5 | No hay productos para controlar. | 19 | 0 |
| 6 | Aumento de cola de producción diaria. | 19 | 0 |
| 7 | Exceso de los productos en el área de envasado. | 19 | 0 |
| 8 | Proceso de producción no estandarizado. | 22 | 8 |
| 9 | La fórmula de cada color no se encuentra estandarizada. | 19 | 0 |
| 10 | Detención del producto en alguna fase de la producción. | 18 | 9 |
| 11 | Tiempos de envasado acotados. | 18 | 3 |
| 12 | Error del color. | 19 | 11 |
| 13 | Especificaciones incorrectas de la pintura. | 19 | 8 |
| 14 | No existe ningún control del stock. | 20 | 0 |
| 15 | OP desactualizadas en la base de datos (SOFTLAND) | 22 | 0 |
| 16 | Tiempos de espera excesivos de la OP en PCP. | 17 | 12 |
| 17 | Exceso de productos en el punto de trabajo. | 17 | 5 |
| 18 | Problemas de Color. | 19 | 13 |
| 19 | Bases agotadas. | 16 | 3 |
| 20 | Faltan concentrados de pigmento. | 16 | 3 |
| 21 | No hay claridad sobre la procedencia de la OP. | 16 | 3 |
| 22 | La MO no es suficiente para la línea productiva. | 19 | 0 |
| 23 | Retraso de la fabricación de la OP. | 16 | 16 |
| 24 | Devolución del pedido. | 16 | 12 |
| 25 | Falta de materias primas. | 16 | 13 |
| 26 | Retrasos del Laboratorio de Control de Calidad. | 16 | 15 |
| 27 | Deficiencias con la Mano de Obra. | 16 | 16 |
| 28 | Incumplimiento con el tiempo de entrega. | 18 | 41 |
| 29 | Padronización de productos a fabricar. | 15 | 34 |
| 30 | Alta gama de productos posibles de fabricar. | 5 | 34 |
| 31 | Mejora Continua de Procesos Productivos. | 8 | 32 |
| 32 | Estándares de calidad de productos. | 9 | 32 |
| 33 | Metodología 5S. | 8 | 33 |
| 34 | Estándares de calidad de procesos. | 10 | 33 |
| 35 | Certificaciones que exigen los proveedores clave. | 3 | 38 |
| 36 | Norma ISO 9001:2015. | 3 | 34 |
| 37 | <i>Lean Manufacturing.</i> | 3 | 39 |
| 38 | Exigencia de los socios. | 0 | 37 |
| 39 | Normativa Medioambiental. | 0 | 41 |

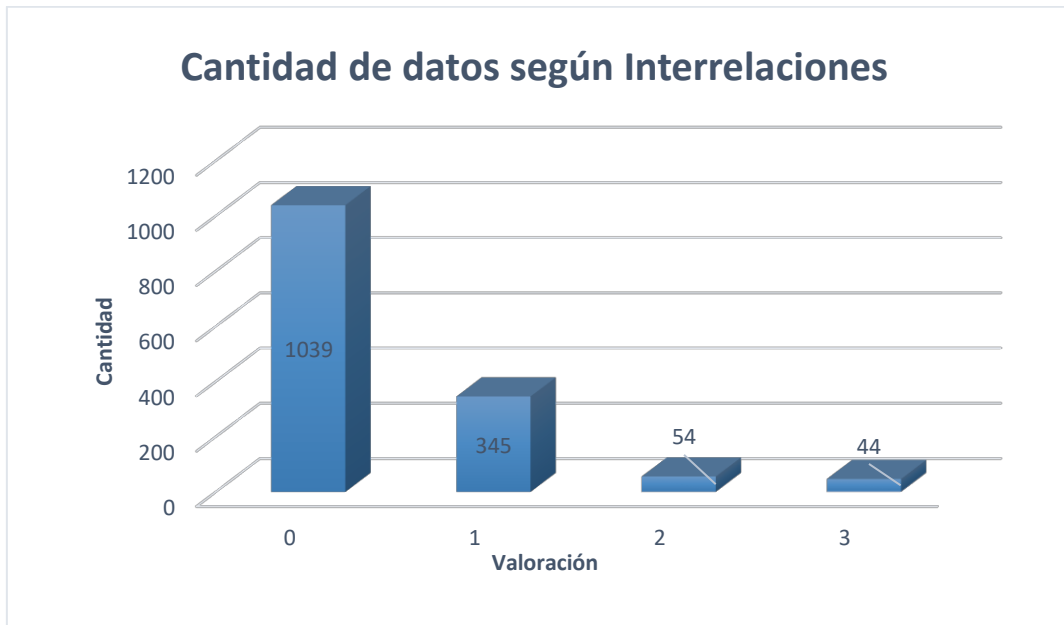
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 3: Cuantificación de las relaciones entre causas.

| Relación | Valor |
|--------------|----------------------------------------------|
| 2->1 o menos | Si se retrocede, independiente el nivel es 0 |
| 2->3 | Si se avanza al primer nivel, es 3 |
| 2->4 | Si se avanza al segundo nivel, es 2 |
| 2->5 | Si se avanza al tercer nivel, es 1 |
| 2->6 o más | Si se avanza al tercer nivel o mayor, es 1 |

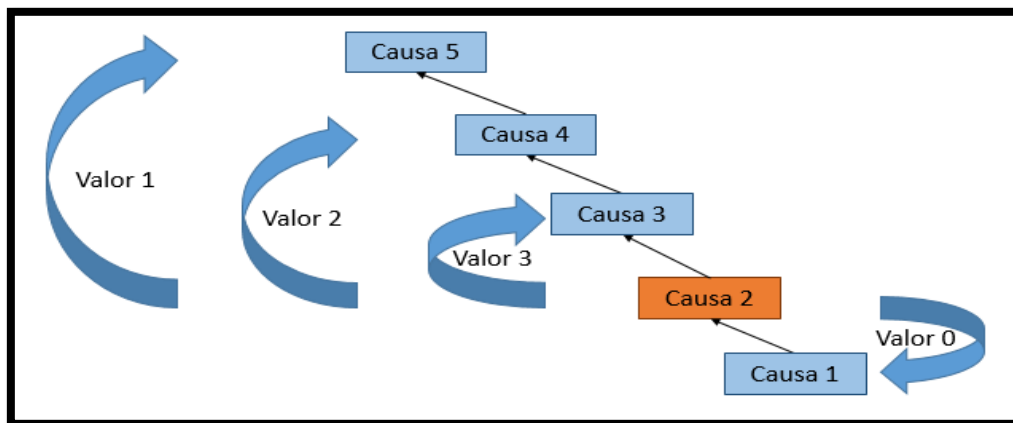
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 4: Distribución de ponderación Matriz Vester.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 5 : Explicación de la valoración de la Matriz Vester.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 6: Tabla de Valoración de Datos.

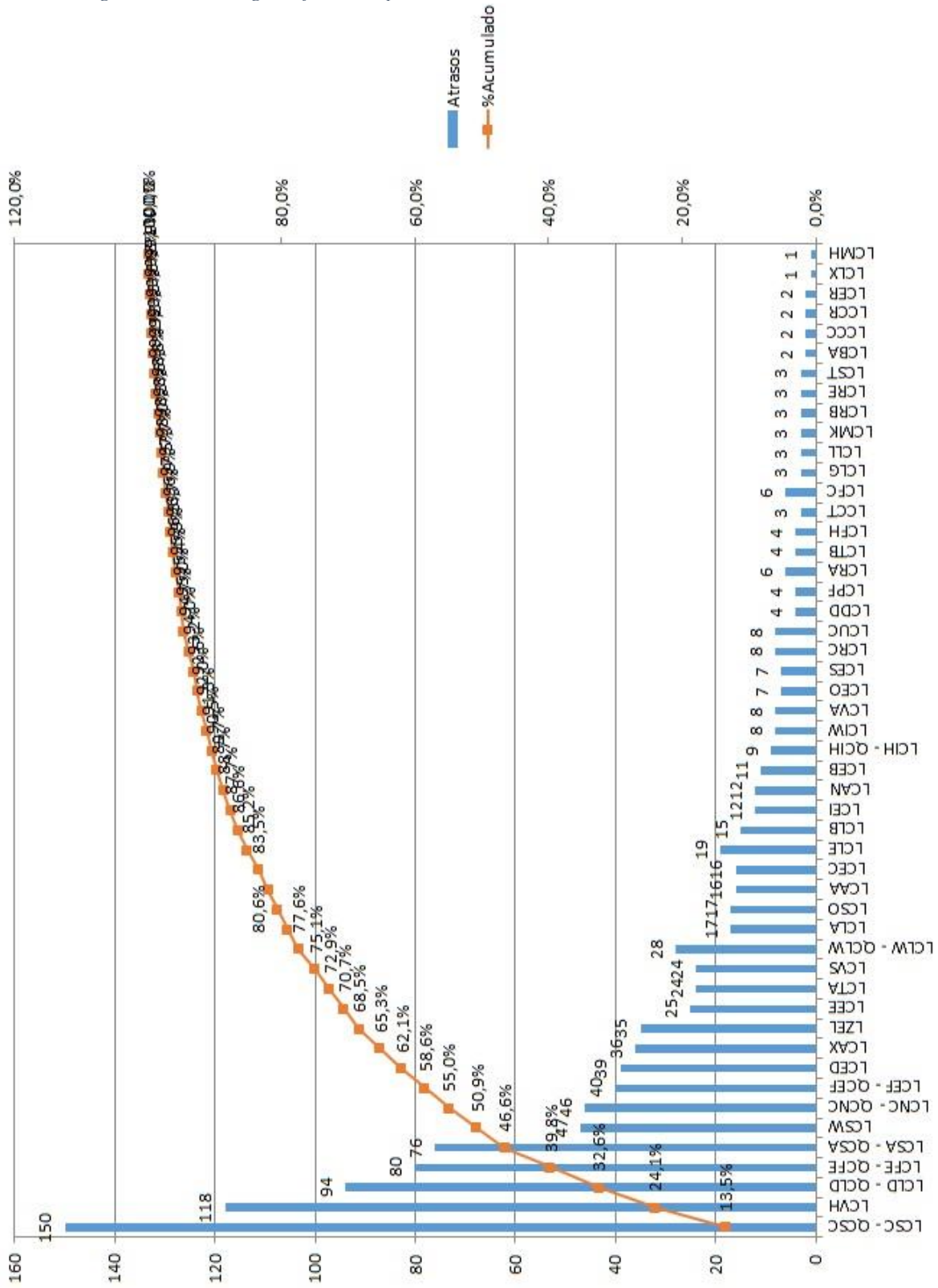
| Cantidad de casillas según Valoración | |
|---------------------------------------|-------------|
| Valoración | Cantidad |
| 0 | 1039 |
| 1 | 345 |
| 2 | 54 |
| 3 | 44 |
| Total Evaluadas | 1482 |
| Casillas Diagonal | 39 |
| Total Casillas | 1521 |

*Fuente: Elaboración Propia.**Anexo 7: Resultado del análisis.*


| Tabla de Consistencia de los datos para la Matriz Vester | |
|----------------------------------------------------------|--------------------|
| Interrelaciones valoradas de 0 a 3 | 1482 |
| Interrelaciones solo con 3 | 44 |
| Coefficiente de consistencia (%) | 3,0% |
| Resultado | Consistente |

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 8: Diagrama de Pareto según la familia de productos a elaborar.



Anexo 9: Preguntas de la encuesta realizada a los colaboradores.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------|---------------|
|  | ENCUESTA | CÓDIGO: | |
| | PARTICIPANTES DEL FLUJO PRODUCTIVO | VERSIÓN: | 01 |
| | | FECHA: | 03/09/2018 |
| | | PÁGINA | Página 1 de 1 |

Pregunta 1: ¿Cuál es el área que presenta demora en el proceso productivo?

a.- Producción
b.- Control de Calidad
c.- Ninguna
d.- Bodega

Pregunta 2: ¿Cuántas veces ingresa una orden de producción a Laboratorio para control?

a.- Ninguna
b.- Una
c.- Dos o más

Pregunta 3: ¿Cuántos tipos de cartillas de color operan en la nave de producción?

a.- Una
b.- Dos
c.- Tres o más

Pregunta 4: ¿Cuántos productos se fabrican en promedio diario?

a.- 30
b.- 40
c.- 50
d.- 60

Pregunta 5: ¿La maquinaria presenta fallas constantemente?

a.- Si
b.- No
c.- Presenta fallas, pero son menores

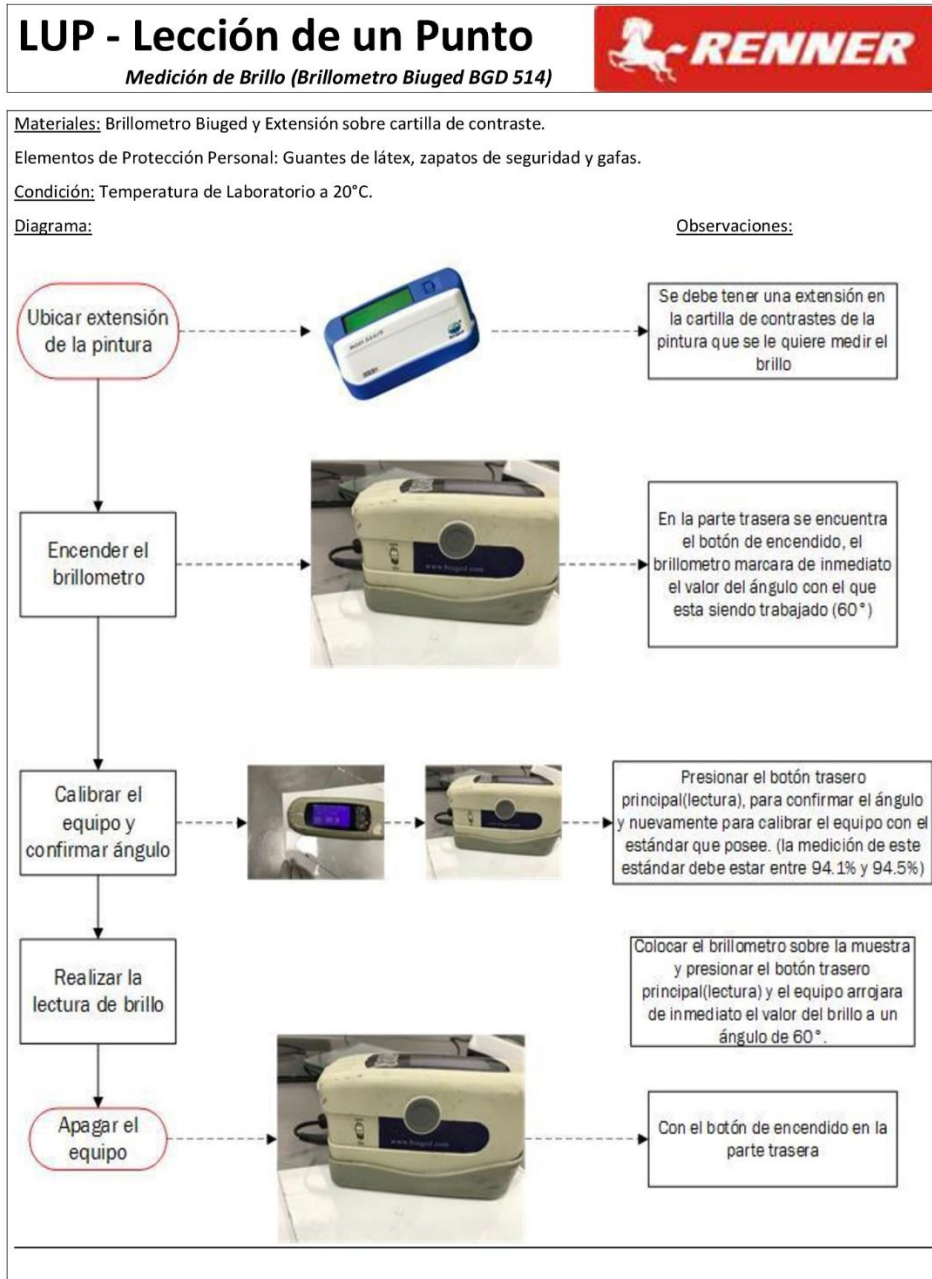
Reproducción e Impresión está prohibida sin autorización del Coordinador de Calidad

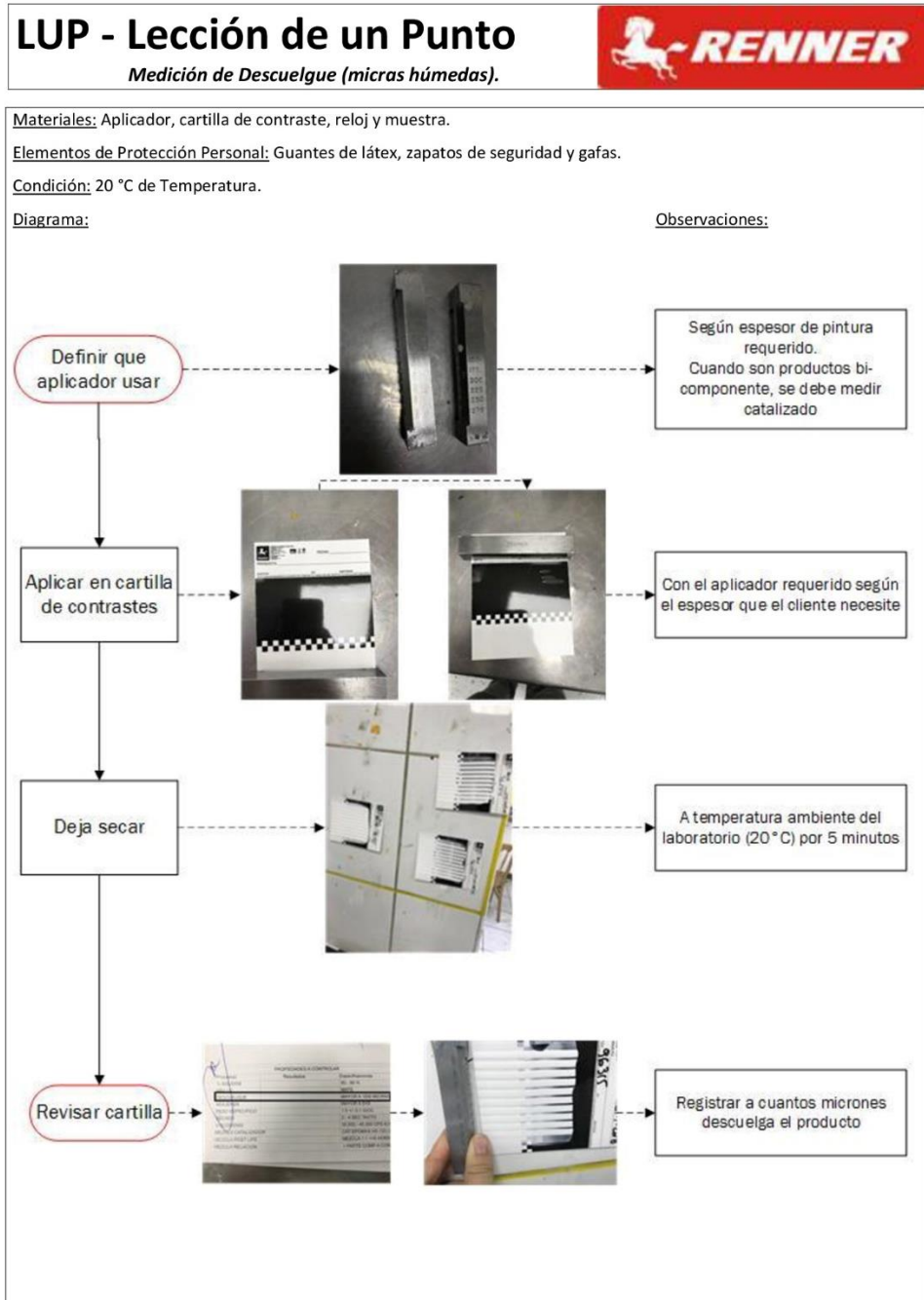
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 10: Listado de participantes en encuesta y AMFE.

| PARTICIPANTES EN ENCUESTA Y AMFE | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Nombre | Cargo en la Organización |
| Dijanio Lopes | Gerente Industrial |
| Mauricio Espinoza | Jefe Planificación |
| Juan José Jorquera | Administrativo PCP |
| José Avalos | Administrativo PCP |
| Agustín Morales | Administrativo PCP |
| Mario Labraña | Control de Calidad |
| Barbara Cordero | Laboratorio de Desarrollo |
| Miguel Ángel Jara | Gerente SRG |
| Mariela Ortiz | Jefa Laboratorio de Desarrollo |
| Patricio Chamorro | Colorista |
| Carlos Gonzales | Colorista |
| Juan Sáez | Maquinista Molinos |
| Jonathan Pino | Maquinista Molinos |
| Marcos Acevedo | Gerente Técnico |

Fuente: Elaboración Propia.

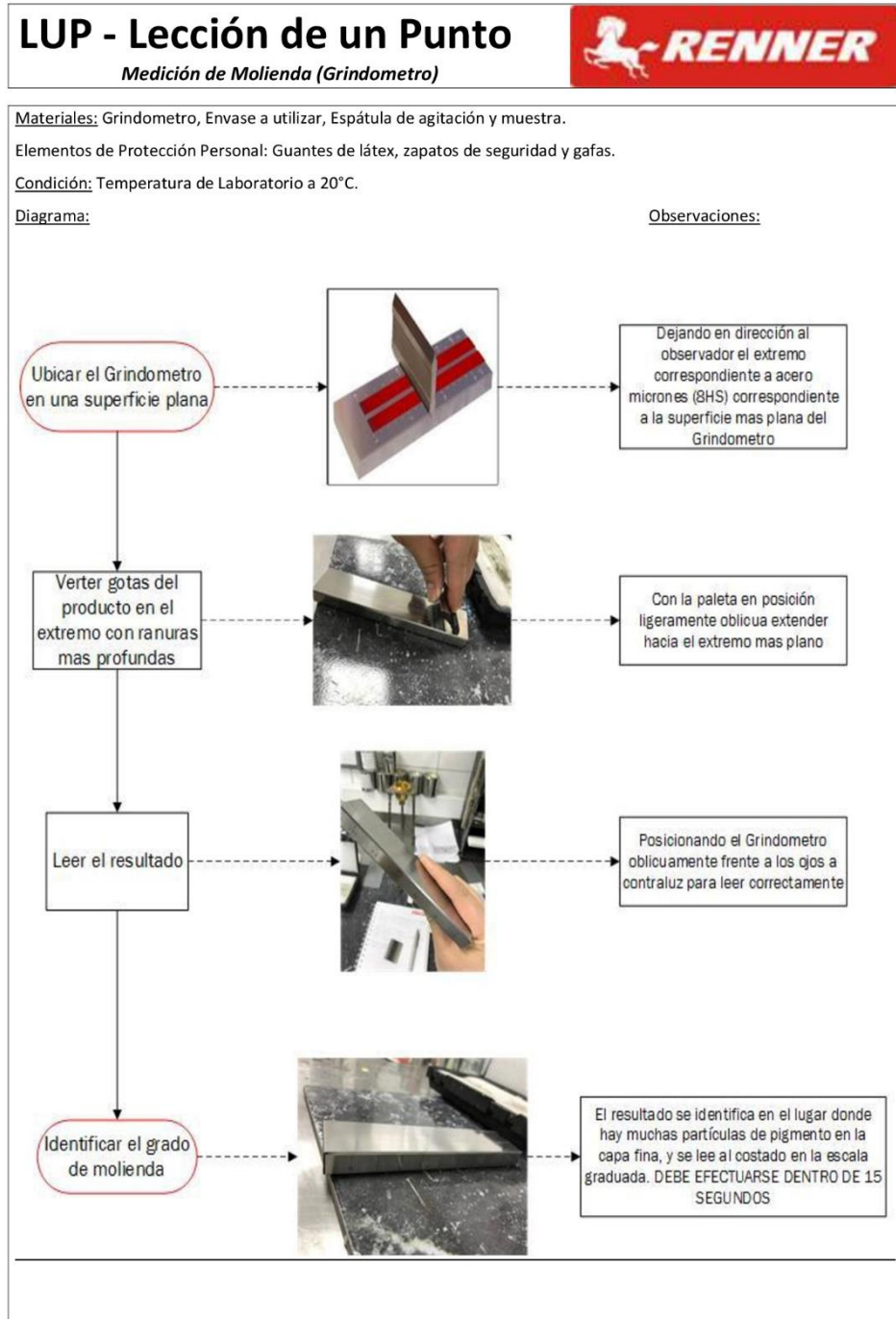




Elaborado por: Matias Cavieres
 Revisado por: Dijanio Lopes
 Aprobado por:
 Área Operaciones - PCP

Fecha: 02/02/2018

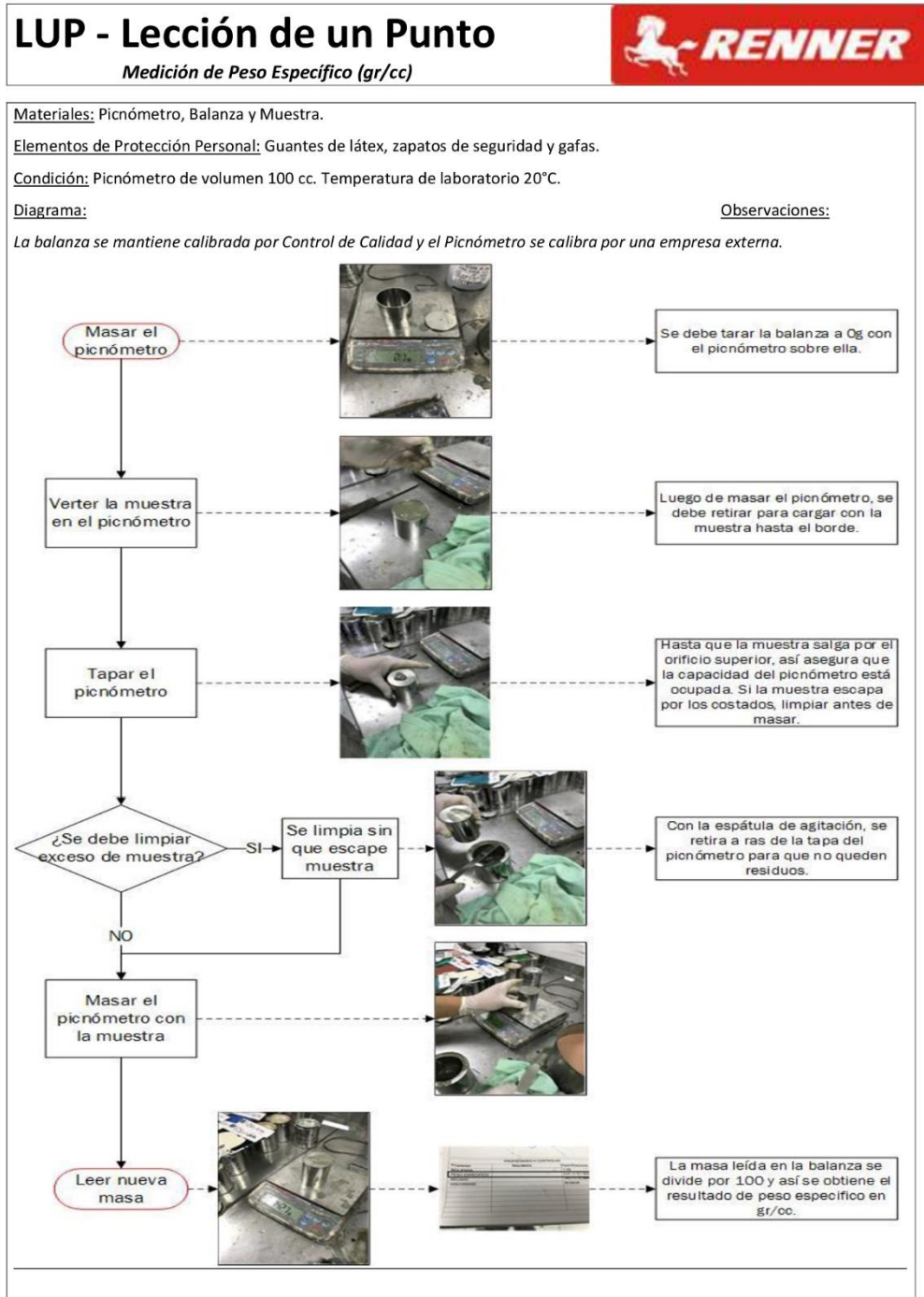
Versión 2



Elaborado por: Matias Cavieres
 Revisado por: Dijanio Lopes
 Aprobado por:
 Área de Operaciones - PCP

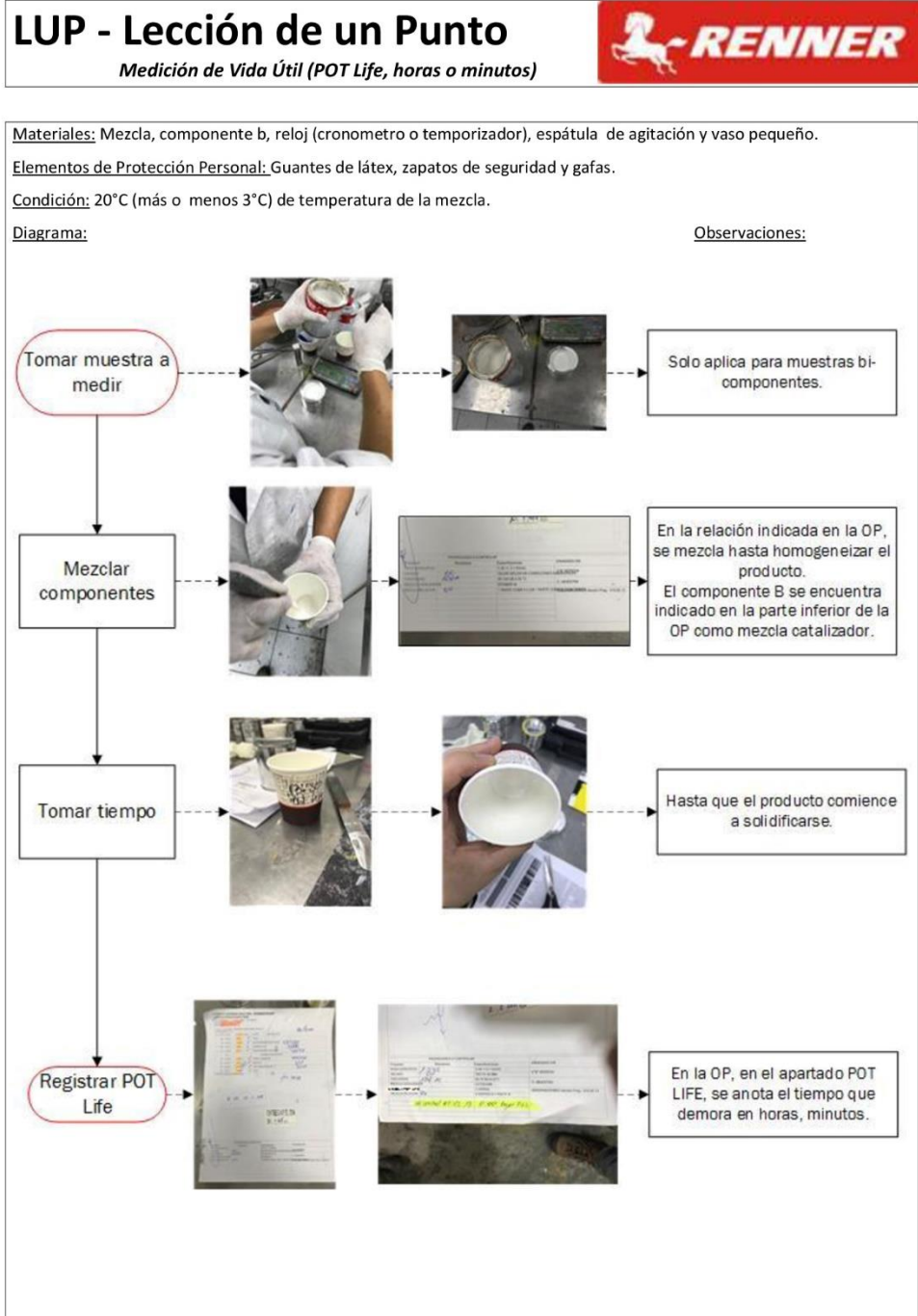
Fecha: 01/03/2018

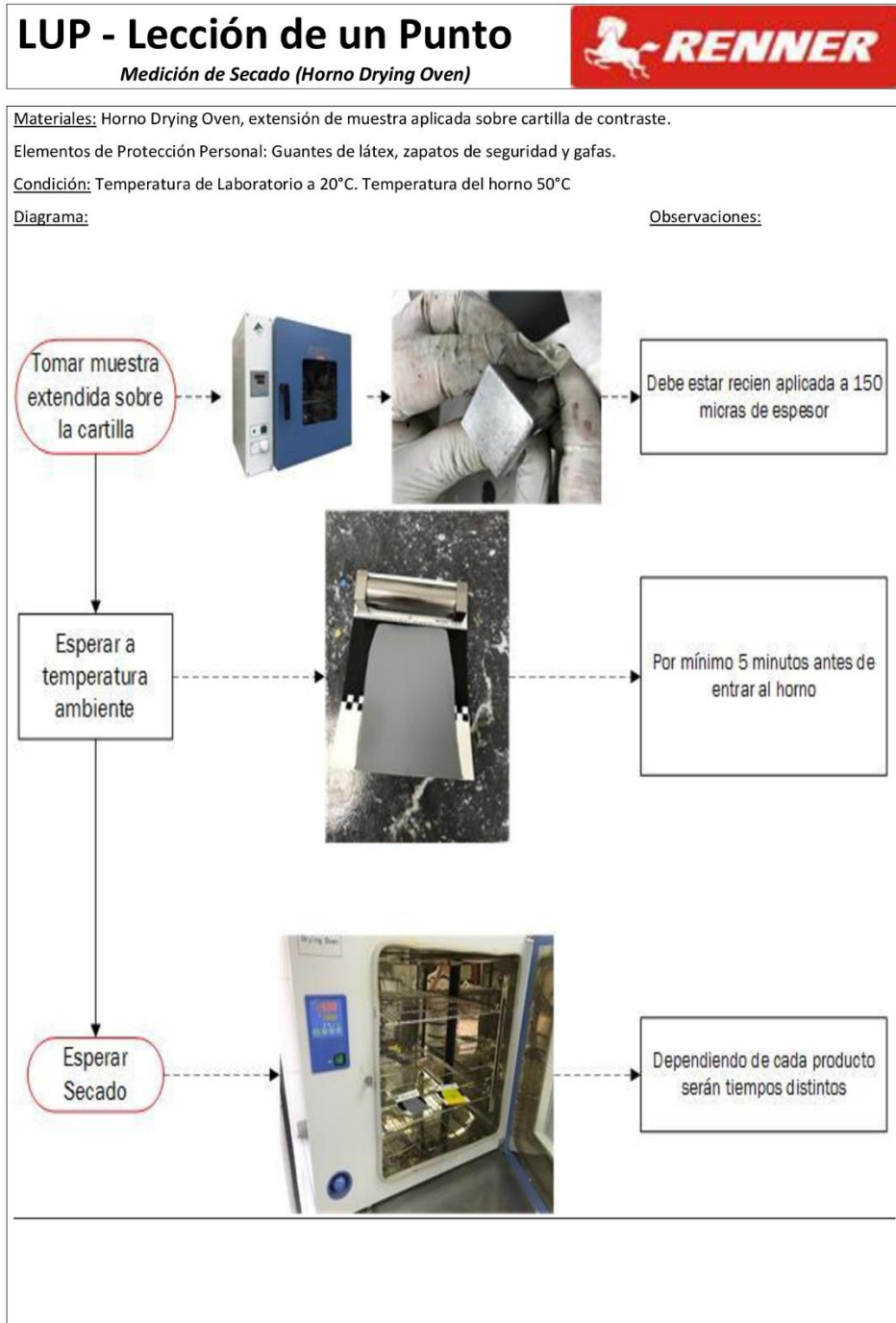
Versión 1



Elaborado por: Matías Cavieres
 Revisado por: Dijanilo Lopes
 Aprobado por:
 Área de Operaciones - PCP

Fecha: 02/02/2018 Versión 2

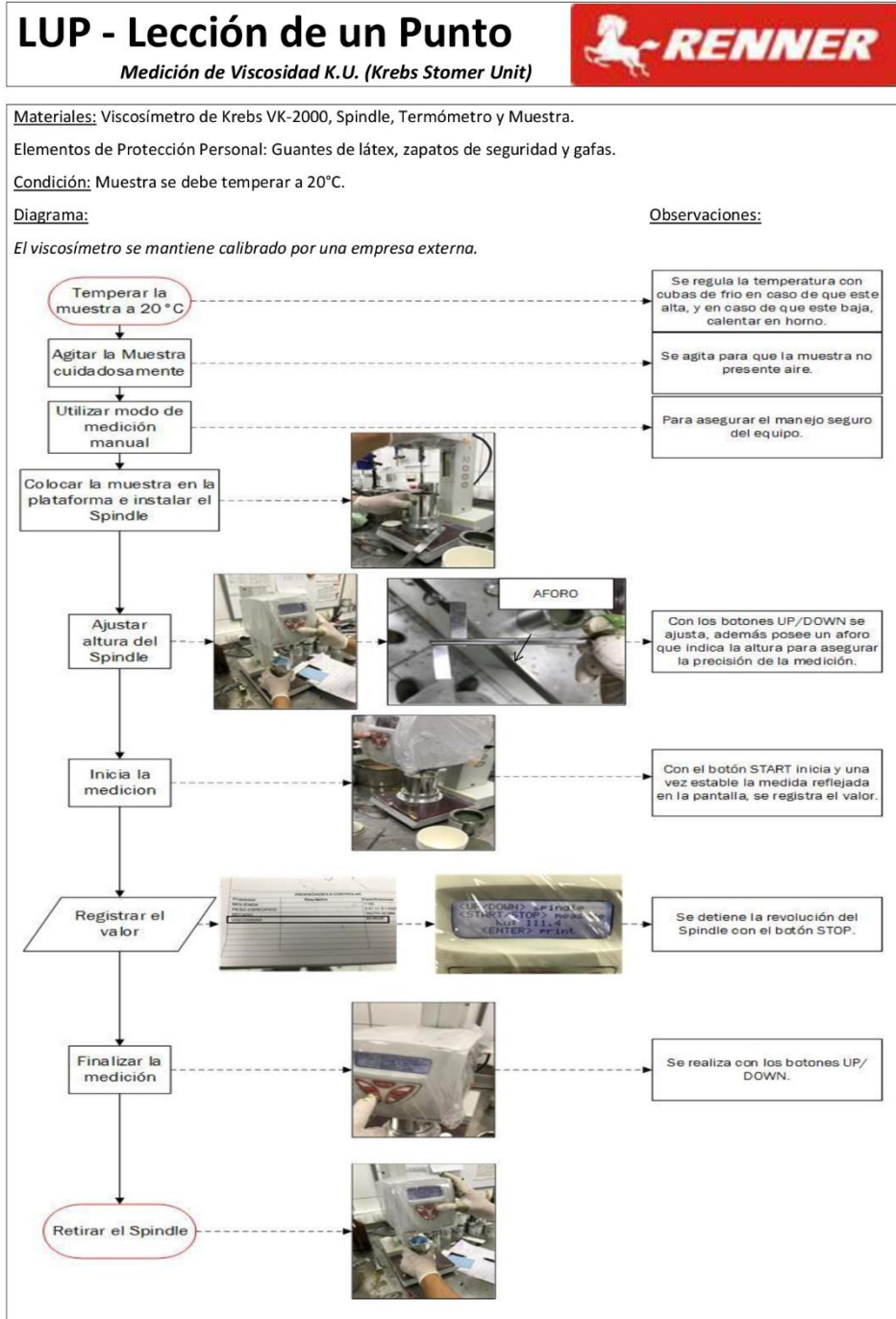




Elaborado por: Matias Cavieres
 Revisado por: Dijanio Lopes
 Aprobado por:
 Área de Operaciones - PCP

Fecha: 01/03/2018

Versión 1



Elaborado por: Matías Cavieres
 Revisado por: Dijanilo Lopes
 Aprobado por:
 Área de Operaciones - PCP

Fecha: 01/02/2018

Versión 2