

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial



**“Propuesta de mejora del proceso productivo Planta Solvente de Pinturas Tricolor S.A.
Viña del Mar, Chile.”**

Por

Francisco Javier Fredes Sepúlveda
Felipe Andrés Inojosa Meneses.

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

Profesor Guía Lorena Órdenes

Valparaíso, 2018

Agradecimientos

Queremos agradecer a todos los que formaron parte de nuestro proceso. Partiendo por el apoyo incondicional de nuestras familias, dando a disposición, tiempo, espacio y el cariño constante para poder salir adelante con nuestro proyecto. A nuestros amigos, que sin su alegría y sin su apoyo no sería posible estar donde estamos. A Don Sergio Cruz, encargado de documentación de Tricolor, por su buena disposición durante gran parte de nuestro proceso. A nuestra profesora guía Lorena Órdenes, por sus consejos y disponibilidad. Y en general, a todos los que participaron directa o indirectamente en todo este tiempo que duró nuestro proyecto de tesis.

Muchas Gracias a todos!!!

Índice

Agradecimientos	2
Lista de Figuras	5
Lista de tablas	6
Glosario	8
Lista de Abreviaturas	9
Resumen	10
Introducción	11
1. Antecedentes de la Empresa	12
1.1 Identificación de la Empresa	12
1.2 Reseña histórica	12
1.3 Misión.....	13
1.4 Visión	13
1.5 Estructura Organizacional	13
1.6 Antecedentes Generales	14
1.7 Líneas de producción de la empresa.....	15
2. Problemática.....	20
2.1 Características de la Planta Esmalte	20
2.2 Documentación del proceso	26
2.3 Descripción general del Proceso de Fabricación.....	28
2.4 Etapas del proceso de fabricación.....	28
2.5 Descripción del problema	32
3. Objetivos	37
3.1 Objetivo General	37
3.2 Objetivos Específicos	37
4. Marco Teórico.....	38
4.1 La pintura y sus características	38
4.2 Controles dentro del proceso de fabricación.....	39
4.3 Mejora continua.....	41

4.4 Técnica 5W + 1H y los 5 ¿Por qué?	42
4.5 Diagrama de Frecuencia	43
5. Metodología.....	45
5.1 Metodología Seis Sigma (DMAIC).....	45
6. Aplicación de la metodología	48
6.1 Etapa Definir	48
6.2 Etapa Medir.....	52
6.3 Etapa Analizar.....	61
6.3.1 Análisis teórico de los problemas enfocados.....	63
Documentación año 2016	71
Documentación año 2017	74
7. Propuesta de Implementación	80
8. Análisis de Costos y Resultados.....	83
8.1 Impacto Económico.....	83
Análisis año 2016	83
Análisis año 2017	84
8.2 Composición de costos PDP resina 116.....	86
8.3 Resultados	87
9. Conclusión y Recomendaciones.....	92
10 . Bibliografía	94
11. Anexos.....	95
Anexo número 1: encuesta a operarios de la planta.....	95
Anexo número 2: Seguimiento en planta.....	99
Anexo número 3: Cotización Caudalimetro	101

Lista de Figuras

<i>Figura 1.1 Organigrama Gerencia General.</i>	13
<i>Figura 1.2 Organigrama Gerencia de Operaciones.</i>	14
<i>Figura 1.3 Productos línea producción Heavy Duty.</i>	15
<i>Figura 1.4 Productos línea de producción base agua.</i>	16
<i>Figura 1.5 Productos línea de producción especialidades.</i>	16
<i>Figura 1.6 Productos línea de producción maderas.</i>	17
<i>Figura 1.7 Productos línea de producción master.</i>	17
<i>Figura 1.8 Productos línea producción profesional.</i>	18
<i>Figura 1.9 Productos línea de producción revestimiento.</i>	18
<i>Figura 1.10 Productos línea de producción spray.</i>	19
<i>Figura 2.1 Molino de perlas horizontal (Netzsch).</i>	21
<i>Figura 2.2 Molino inmersión HCP.</i>	21
<i>Figura 2.3 Equipo Agitación Planta Molienda.</i>	22
<i>Figura 2.4 Equipo Terminación Planta Molienda.</i>	22
<i>Figuras 2.5 Sistema de Agitación Planta 8 Esmalte.</i>	23
<i>Figura 2.6 Equipo Dispersador Planta Esmalte.</i>	24
<i>Figura 2.7 Cuba de Dispersión Planta Esmalte.</i>	24
<i>Figura 2.8 Estanques Terminación Proceso Dispersión Planta Esmalte.</i>	25
<i>Figura 2.9 Diagrama documentación proceso productivo Planta Esmalte.</i>	26
<i>Figura 2.10 Formato Orden de Producción.</i>	27
<i>Figuras 2.11 Diagrama de Flujo Planta Esmalte.</i>	31
<i>Figura 2.12 Descripción de Costos.</i>	32
<i>Figura 2.13 Gráfico Costos Planta Solvente año 2016.</i>	33
<i>Figura 2.14 Gráfico Costos Planta Solvente año 2017.</i>	34
<i>Figura 2.15 Gráfico Costo Real v/s Costo Planificado de la Planta Esmalte.</i>	36
<i>Figura 4.1 Ejecución 5 ¿Por qué?</i>	43
<i>Figura 6.1 Productos más fabricados año 2016.</i>	50
<i>Figura 6.2 Productos más fabricados año 2017.</i>	51
<i>Figura 6.3 Mapa de proceso Planta Solvente.</i>	52
<i>Figura 6.4 Formato Encuesta.</i>	53
<i>Figura 6.5 Formato planilla de seguimiento Etapa Dispersión.</i>	55
<i>Figura 6.6 Formato planilla de seguimiento Etapa Terminación.</i>	55
<i>Figuras 6.7 Diagrama de Frecuencia.</i>	58
<i>Figuras 6.8 Herramienta 5 por qué.</i>	62
<i>Figura 6.9 Diagrama Causa-Efecto Problema Enfocado.</i>	64
<i>Figura 6.10 Diagrama Causa-Efecto Problema Enfocado.</i>	68
<i>Figuras 7.1 Caudalímetro Fluxus F704.</i>	82
<i>Figura 7.2 Panel de mando Caudalímetro Fluxus F704.</i>	82
<i>Figura 8.1 Estructura PDP resina 116 año 2017.</i>	86
<i>Figuras 8.2 Propuesta de Implementación.</i>	88

Lista de tablas

<i>Tabla 2.1 Características Molino de Perlas Horizontal (Netzsch)</i>	21
<i>Tabla 2.2 Características Molino de Inmersión HCP</i>	22
<i>Tabla 2.3 Características Equipo Terminación Planta Molienda</i>	23
<i>Tabla 2.4 Características Agitadores Planta 8 Esmalte</i>	23
<i>Tabla 2.5 Características Cuba de Dispersión Planta Esmalte</i>	25
<i>Tabla 2.6 Características Estanques Terminación Proceso Dispersión Planta Esmalte</i>	25
<i>Tabla 2.7 Rutas del proceso</i>	31
<i>Tabla 2.8 Costos unitarios año 2016</i>	33
<i>Tabla 2.9 Costos unitarios año 2017</i>	34
<i>Tabla 2.10 Niveles de producción mensual</i>	35
<i>Tabla 6.1 Integrantes equipo de trabajo</i>	48
<i>Tabla 6.2 Productos más fabricados año 2016</i>	50
<i>Tabla 6.3 Productos más fabricados año 2017</i>	51
<i>Tabla 6.4 Planteamiento del problema utilizando herramienta 5W+1H</i>	52
<i>Tabla 6.5 Plan de recolección de datos</i>	56
<i>Tabla 6.6 5W+1H Causa 1</i>	59
<i>Tabla 6.7 5W+1H Causa 2</i>	60
<i>Tabla 6.8 Características cañerías Planta Esmalte</i>	68
<i>Tabla 6.9 Composición resina 116</i>	69
<i>Tabla 6.10 Especificaciones técnicas resina 116</i>	69
<i>Tabla 6.11 Composición resina 127</i>	69
<i>Tabla 6.12 Especificaciones técnicas resina 127</i>	70
<i>Tabla 6.13 Especificaciones técnicas solvente Varsol</i>	70
<i>Tabla 6.14 Cantidad resina 116 según OTM</i>	71
<i>Tabla 6.15 Cantidad resina 116 según PDP</i>	72
<i>Tabla 6.16 Cantidad resina 127 según OTM</i>	72
<i>Tabla 6.17 Cantidad resina 127 según PDP</i>	73
<i>Tabla 6.18 Cantidad solvente Varsol según OTM</i>	73
<i>Tabla 6.19 Cantidad solvente Varsol según PDP</i>	74
<i>Tabla 6.20 Cantidad resina 116 según OTM</i>	74
<i>Tabla 6.21 Cantidad resina 116 según PDP</i>	75
<i>Tabla 6.22 Cantidad resina 127 según OTM</i>	75
<i>Tabla 6.23 Cantidad resina 127 según PDP</i>	76
<i>Tabla 6.24 Cantidad de solvente Varsol según OTM</i>	76
<i>Tabla 6.25 Cantidad de solvente Varsol según PDP</i>	77
<i>Tabla 6.26 Comparación OTM año 2016/2017</i>	78
<i>Tabla 6.27 Comparación PDP resina 116 año 2016/2017</i>	78
<i>Tabla 6.28 Comparación PDP resina 127 año 2016/2017</i>	78
<i>Tabla 6.29 Comparación PDP Solvente Varsol año 2016/2017</i>	78
<i>Tabla 7.1 Características Fluxus F704</i>	81
<i>Tabla 7.2 Costo de insumos caudalímetro</i>	82

<i>Tabla 8.1 Costo unitario de insumos.</i>	83
<i>Tabla 8.2 Costo de resina 116 año 2016.</i>	83
<i>Tabla 8.3 Costo de resina 127 año 2016.</i>	83
<i>Tabla 8.4 Costo Solvente Varsol año 2016.</i>	84
<i>Tabla 8.5 Costo de resina 116 año 2017.</i>	84
<i>Tabla 8.6 Costo de resina 127 año 2017.</i>	85
<i>Tabla 8.7 Costo Solvente Varsol año 2017.</i>	85
<i>Tabla 8.8 Situación Actual año 2017.</i>	87
<i>Tabla 8.9 Inversión.</i>	90
<i>Tabla 8.10 Costos de la Propuesta.</i>	90
<i>Tabla 8.11 Beneficio Económico.</i>	90
<i>Tabla 8.12 Beneficio/ (costo+inversión)</i>	91

Glosario

Devolución al Almacén de Producción: Documento que indica y respalda devolución de materia prima desde la planta hacia bodega.

Galón: Unidad de medida de volumen, equivalente a 3.78 Litros aproximadamente.

Materia Prima: material necesario para realizar la producción del lote.

Medidor de flujo/ caudalímetro: Un medidor de flujo o caudalímetro es un instrumento que se utiliza para medir caudal másico o volumétrico de un líquido o un gas. Estos aparatos van conectados a las tuberías que transportan el fluido.

Orden de Producción: Documento que detalla el lote de producción, indicando el tipo y cantidad de producto, cantidad de materia prima a utilizar, tiempos estimados entre cada proceso, etc.

Orden de Traslado de Materiales: Documento utilizado para autorizar la traslación de materia prima desde SPL hasta la planta de producción.

Paila: Recipiente en el cual se realiza el proceso de fabricación del lote, con variados tamaños de acuerdo a la cantidad a producir.

Parte de Producción: Documento adjunto a la OP, que detalla la cantidad de galones producidos y la cantidad envasada según el tipo de envase.

Pedido a Almacén de Producción: Hoja de pedido adicional de materias primas a utilizar en el lote de producción, con el fin de realizar algún tipo de ajuste (viscosidad, molienda, entre otros).

Punta de Línea: control en la etapa de envasado.

Reporte Ingreso Materia Prima: Documento que da registro de la materia prima que ingresa por parte de los proveedores a la bodega de Tricolor.

Sala de Preparación de Lotes: Bodega de materias primas, donde además de almacenar, fragmenta el material a utilizar indicado por la Orden de Producción (OP).

Tineta: Envase con capacidad de 5 Galones.

Lista de Abreviaturas

DDP: Devolución de Producción a Almacén

GRP: Movimiento de distribución entre almacenes.

MP: Materia Prima.

OP: Orden de Producción.

OTM: Orden de Traslado de Materiales.

PDP: Pedido a Almacén de Producción.

PED: Pedido de inventario asociado a centro de costos.

PPR: Parte de Producción.

RIM: Reporte Ingreso Materia Prima.

SPL: Sala de Preparación de Lotes.

Resumen

En el mercado de pinturas, existe una gran competencia principalmente entre las tres grandes empresas líderes: Sherwin-Williams, Ceresita y Tricolor. Es por esto, que es fundamental mantenerse vigente e implementar constantemente mejoras que beneficien la producción, lo que refleja una mejor calidad del producto final y una capacidad de respuesta para los requerimientos de productos de los diversos clientes.

El presente trabajo tiene como objetivo final, el de presentar una propuesta de mejora del proceso productivo de Tricolor S.A. con el fin de disminuir los re-procesos y re-trabajos existentes, que repercuten directamente en el aumento de los costos de producción como también en los tiempos de espera entre lotes de productos.

El problema se expande por toda el área de producción tanto por falla en la metodología de trabajo existente, como también falta en los controles de dos de sus materias primas que afectan directamente a la viscosidad del producto.

De acuerdo a los problemas presentes en la producción, se decide utilizar apoyo en la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Implementar, Controlar), con el fin de encontrar la o las causas principales que repercuten finalmente en el aumento de los costos de fabricación, para poder proponer las soluciones adecuadas, de acuerdo a las capacidades de la empresa, y los requisitos adicionales para el desarrollo de esta.

Se realizó un seguimiento de producción de distintos lotes, con el fin de identificar en el lugar, cuáles son los factores que están afectando en la producción, provocando re-procesos y adiciones extras de materias primas, encareciendo el producto final. En base a la información recopilada, se realizó el análisis para encontrar el método adecuado para disminuir las causales de los problemas identificados.

Finalmente, realizando una evaluación económica, tanto del impacto que tienen estos incrementos en los costos, como en el valor de la solución, se presenta una propuesta de mejora para la empresa.

Introducción

Casi toda construcción existente requiere algún tipo de pintura para su terminación. Ya sea, por estética del lugar, como también, para la protección de la estructura. Un claro ejemplo de esto son las pinturas anticorrosivas para las rejas.

El constante crecimiento de la población, se refleja en un incremento de construcción de viviendas, tanto aquí en Chile, como en el mundo entero. Es por esto que las empresas de pintura han tenido que ir incrementando su producción con el fin de dar abasto esta creciente demanda producto del aumento de hogares.

Con la llegada de un grande de la industria de pinturas como es Sherwin-Williams, ocurrido en 1975 en Chile, sumada a la eterna competencia existente con un gran participante del mercado de pinturas como es Ceresita, Pinturas Tricolor ha tenido que redoblar los esfuerzos por mantenerse como una de las empresas líderes del rubro. Con 80 años de experiencia en este mercado, es necesario trabajar en conjunto, comprometiendo cada parte perteneciente a esta empresa para que, en conjunto lograr una mejora colectiva y sustentable en el tiempo.

Con ayuda de herramientas para mejora continua, que en la actualidad, es prácticamente necesaria en cualquier tipo de empresa, Tricolor debe ser capaz de lograr mantenerse como una de las empresas líderes de Pinturas. Para esto, deben lograr dar satisfacción en todos los requerimientos necesarios por parte de la diversidad de clientes, que a su vez requieren de una gran variedad de productos según las necesidades de cada uno.

Conscientes de esto, la obligación de cumplir con la cantidad de pedidos y producciones necesarias para cubrir la demanda, más la constante amenaza de la competencia, es necesario, corregir los problemas existentes en el área de producción que afectan directamente en los tiempos de fabricación, y a su vez, en el costo de elaboración de estos.

Por eso, el trabajo realizado y presentado consiste en una propuesta de mejora del proceso productivo actual de Tricolor, en busca de disminuir re-trabajos en la producción actual y con ello una disminución en los costos de producción.

1. Antecedentes de la Empresa

1.1 Identificación de la Empresa

Razón Social: Pinturas Tricolor S.A.

RUT: 78.318.330-7

Tipo de Sociedad: Sociedad Anónima Abierta.

Dirección Casa Matriz: Limache N° 3400, Viña del mar

Teléfono: (032) 2328100

Dirección Planta de Producción: Limache N° 3600 Viña del Mar

Dirección Gerencia Santiago: Av. Claudio Arrau N° 9440, Pudahuel



1.2 Reseña histórica

Pinturas Tricolor S.A., inicia sus actividades como una filial de Grace & Co, en el año 1937.

En 1962, tras 25 años de funciones, la marca pasa a ser en su mayoría propiedad de inversionistas extranjeros, con el nombre de Montana Industrial S.A., cuyo enfoque operacional estaba enfocado a la explotación de industria gráfica y productos afines.

Ya, en 1970, la sociedad vende la planta litográfica y concentra el total de las operaciones en la fabricación y ventas de pinturas y barnices.

En 1971, manteniendo la marca tricolor, la compañía cambia de nombre a Pinturas Montana Industrial S.A., donde al poco tiempo, logra una destacada participación en el mercado nacional, como resultado de su desarrollo tecnológico y buen servicio.

Luego, en 1979, dado el buen funcionamiento durante años, la sociedad es adquirida por inversionistas chilenos, cambiando de nombre a lo que se conoce hasta el día de hoy como Pinturas Tricolor.

En 1997, Pinturas Tricolor S.A. adquiere la empresa Iris en Chile, y a su vez, Pinturas Vencedor en Perú.

En el año 2008, Pinturas Tricolor adquiere Pinturas Revor.

Desde el año 2012 hasta la fecha, Pinturas Tricolor es adquirida por el Grupo Brescia, un holding peruano, con el cual pasa a formar parte de Qroma, compañía líder en el mercado de pinturas en Perú.

Ya en 2017, Pinturas Tricolor cumple 80 años de actividades, logrando ser reconocida como una de las empresas líderes en la fabricación y comercialización de pinturas, prestigio que le ha permitido abordar sectores específicos del mercado Industrial y de construcción.

1.3 Misión

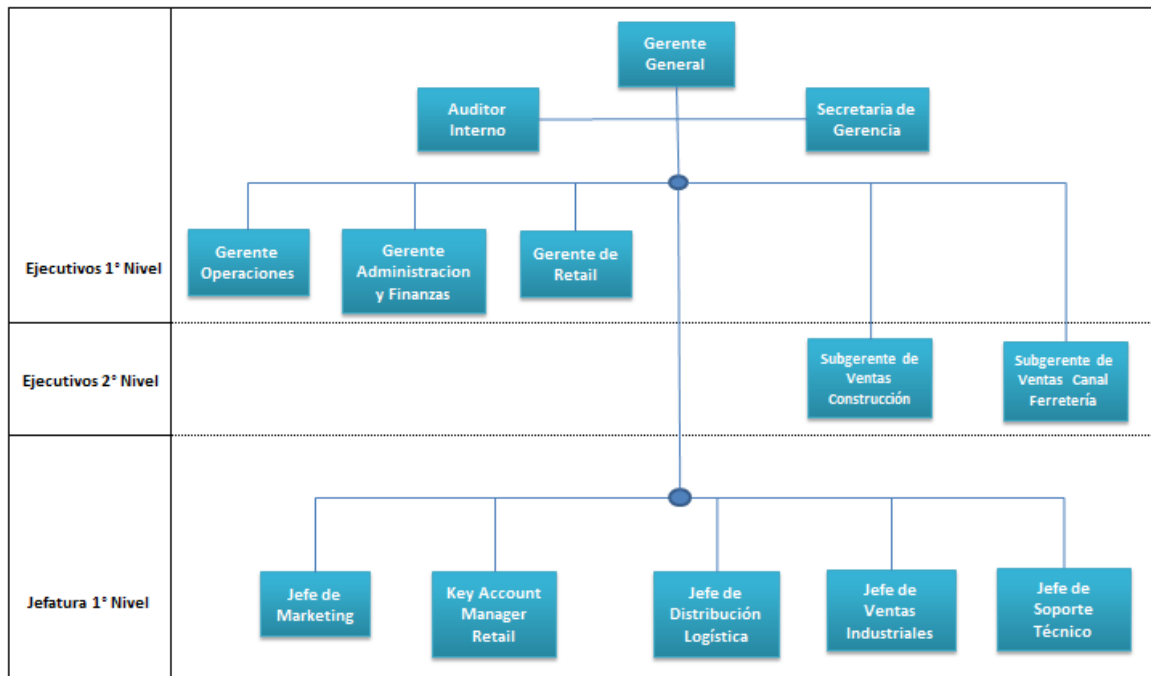
"Ser una empresa experta en pinturas y revestimientos preferida por clientes, aplicadores y consumidores que comercializa productos y servicios de calidad; administrada por un equipo efectivo, comprometido y socialmente responsable; que crece rentablemente generando valor para sus accionistas."

1.4 Visión

"Ser la empresa líder del mercado de pinturas, sobre la base de la innovación, confianza y satisfacción de nuestros clientes y consumidores."

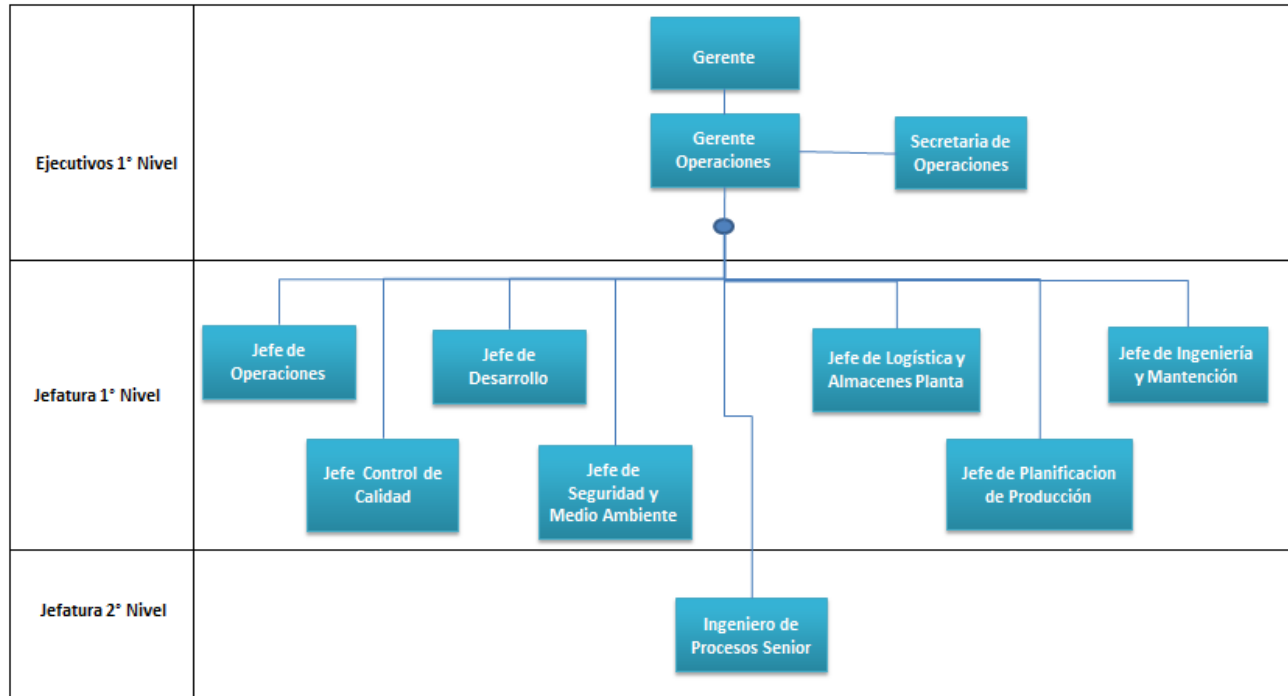
1.5 Estructura Organizacional

Figura 1.1 Organigrama Gerencia General.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1.2 Organigrama Gerencia de Operaciones.



Fuente: Elaboración propia.

1.6 Antecedentes Generales

Pinturas Tricolor S.A, es una empresa del sector secundario, dedicada principalmente a la producción, distribución y venta de galones de pinturas.

De acuerdo a su trayectoria, ha sido reconocida como una de las compañías líder en su rubro, con una participación del 25% del mercado nacional, es decir, de 30 millones de unidades fabricadas y vendidas en Chile, 7.5 millones pertenecen a Pinturas Tricolor.

La planta de producción, está ubicada en la ciudad de Viña del Mar, no así, su casa matriz, gerencia comercial y el principal centro de distribución, que se encuentran ubicados en la Región Metropolitana. Además, presenta oficinas comerciales y pequeños centros de distribución en las ciudades de: Antofagasta, Viña del Mar, Concepción, Temuco y Puerto Montt, abasteciendo a todo el territorio nacional.

La Planta de Producción se divide en 5 sub-plantas según el tipo de producto que fabrican: Planta Solvente, Planta Acuoso, Planta Polvo, Planta Revestimiento y Planta Spray.

- Planta Acuoso o Planta Látex: fabrica productos a base de agua. Se sub-divide en dos plantas según el tamaño del lote a fabricar, esto es, “planta 4” para lotes de grandes cantidades, entre 500 y 2.600 galones; “planta 2” para lotes pequeños, hasta 500 galones.
- Planta Revestimiento: dedicada a la elaboración de productos de revestimiento (con y sin color) y de pasta muro, utilizados como productos para construcción.
- Planta Spray: encargada de filtrar y envasar productos en aerosol.
- Planta polvo: encargada de la fabricación de pinturas en polvo.
- Planta Esmalte o Solvente: esta planta fabrica productos a base de solventes derivados de hidrocarburos.

1.7 Líneas de producción de la empresa

Pinturas Tricolor S.A tiene una amplia variedad de productos, debido a las diferentes bases utilizadas en cada planta (Esmalte, Revestimiento, Polvo, Acuoso y Spray), donde podemos encontrar:

- **Heavy Duty:** en esta línea, se fabrican productos para la industria.
 - Esmalte anticorrosivo
 - Esmalte epóxico
 - Anticorrosivo epóxico
 - Piscina poro abierto

Figura 1.3 Productos línea producción Heavy Duty.



Fuente: Pinturas Tricolor S.A.

- **Línea Base Agua:** estos productos tienen las mismas características de los productos base solvente, secado rápido, bajo olor, bajo brillo y gran adherencia.
 - Esmalte sintético base agua
 - Oleo brillante base agua
 - Anticorrosivo base agua
 - Barniz marino base agua

Figura 1.4 Productos línea de producción base agua.



Fuente: Pinturas Tricolor S.A.

- **Línea Especialidades:** estos productos se utilizan para superficies expuestas a cambios climáticos, alto tránsito.
 - Alto tráfico
 - Anticorrosivo solvente
 - Fastrack
 - Pintura techos
 - Sellador acrílico

Figura 1.5 Productos línea de producción especialidades.



Fuente: Pinturas Tricolor S.A.

- **Línea Maderas:** productos utilizados principalmente para proteger todo tipo de muebles, pisos y tipos de madera
 - Barniz marino brillante
 - Tricostain hidrorrepelente
 - Imprenante lasur
 - Vitrificante tricolux
 - Barniz poliuretano tricolux
 - Fibroprotec protección de siding
 - Vitrificantes de piedra

Figura 1.6 Productos línea de producción maderas.



Fuente: Pinturas Tricolor S.A.

- **Línea Máster:** productos con alto poder cubriente y gran rendimiento
 - Látex extracubriente master
 - Oleo brillante master
 - Esmalte al agua semibrillo master
 - Esmalte al agua master

Figura 1.7 Productos línea de producción master.



Fuente: Pinturas Tricolor S.A.

- **Línea Profesional:** se fabrican pinturas lavables, con menos olor, más fáciles de aplicar y resistentes.
 - Esmalte al agua profesional con teflón
 - Esmalte al agua semibrillo profesional
 - Látex profesional
 - Esmalte sintético profesional con teflón
 - Oleo brillante profesional
 - Oleo semibrillo profesional
 - Oleo opaco profesional

Figura 1.8 Productos línea producción profesional.



Fuente: Pinturas Tricolor S.A.

- **Línea Revestimiento:** estos productos se utilizan principalmente para reparación de superficies, previo al pintado como para el acabado.
 - Muralin rodillo profesional
 - Pasta muro TR 15
 - Pasta muro TR 1

Figura 1.9 Productos línea de producción revestimiento.



Fuente: Pinturas Tricolor S.A.

- **Línea Spray:** productos a base de esmaltes para fácil y rápida aplicación.
 - ✓ Pintura anti oxido
 - ✓ Pintura fluorescente
 - ✓ Esmalte brillante
 - ✓ Pintura de alta temperatura
 - ✓ Pintura cromo aluminio
 - ✓ Barniz brillante

Figura 1.10 Productos línea de producción spray.



Fuente: Pinturas Tricolor S.A.

2. Problemática

2.1 Características de la Planta Esmalte

Para el año 2016, la producción anual de Pinturas Tricolor S.A, controlada por el área de planificación, ascendió a 7,5 millones de productos, de los cuales un 40%, es decir aproximadamente 3 millones de productos, pertenecen a la Planta Solvente, desde donde se obtienen productos como óleos y esmaltes sintéticos, esmaltes al agua, anticorrosivos, base para todos los productos en spray, entre otros, siendo la segunda fuente de mayor ingresos de Pinturas Tricolor S.A.

La planta solvente, se sub-divide en dos plantas según el tamaño del lote a fabricar, esto es, “Planta de Proceso N°7” para lotes de grandes cantidades, entre 500 y 2.600 galones y “Planta de Proceso N°8” para lotes pequeños, hasta 500 galones.

La forma de trabajo de esta planta se divide en dos grandes procesos:

- **Proceso por Molienda:** fabricación de bases pigmentadas a base de solvente derivados de hidrocarburos.

El proceso de molienda consiste en la reducción del tamaño del pigmento que integra la base de molienda, mediante el rompimiento de los sólidos (pigmentos) al interactuar con los medios de molienda.

El proceso comienza con la pre-dispersión de la base de molienda, la cual está compuesta de solvente, resina y pigmento (color), teniendo como variables de operación la viscosidad, la velocidad periférica del dispersador, la temperatura del producto y el tiempo de molienda.

El producto de la pre-dispersión es enviado al proceso de molienda en donde existen distintas tecnologías, las principales son el molino de perlas horizontal, utilizado para esmaltes y óleos y los molinos de inmersión HCP, los cuales no poseen restricción de fabricación.

Una vez alcanzado el grado de molienda, el producto ingresa nuevamente al proceso de dispersión donde se agregan las cargas para luego ser derivado a terminación, ajuste de color y viscosidad.

A continuación se muestran los equipos y su descripción:

Figura 2.1 Molino de perlas horizontal (Netzsch).



Fuente: Manual de Operaciones Pinturas Tricolor S.A.

Tabla 2.1 Características Molino de Perlas Horizontal (Netzsch).

Característica	Valor [Unidad]
Cantidad de Molinos	1
Medio de Molienda	Perlas de Óxido de Zirconio
Diámetro de Perlas	0,8 - 1 [mm]

Fuente: Manual de Operaciones Pinturas Tricolor S.A.

Figura 2.2 Molino inmersión HCP.



Fuente: Manual de Operaciones Pinturas Tricolor S.A.

Tabla 2.2 Características Molino de Inmersión HCP.

Característica	Valor [Unidad]
Cantidad de Molinos	4
Medio de Molienda	Perlas de Óxido de Zirconio
Diámetro de Perlas	1,1 – 1,4 [mm]
Volumen de Canasta	2,5- 5- 10- 20 [lts]

Fuente: Manual de Operaciones Pinturas Tricolor S.A.

Figura 2.3 Equipo Agitación Planta Molienda.

Fuente: Manual de Operaciones Pinturas Tricolor S.A.

Figura 2.4 Equipo Terminación Planta Molienda.

Fuente: Manual de Operaciones Pinturas Tricolor S.A.

Tabla 2.3 Características Equipo Terminación Planta Molienda.

Número de Estanques	Volumen Nominal	Volumen Útil
12	1330 [gal]	1150 [gal]

Fuente: Manual de Operaciones Pinturas Tricolor S.A.

Figura 2.5 Sistema de Agitación Planta 8 Esmalte.

Fuente: Manual de Operaciones Pinturas Tricolor S.A.

Tabla 2.4 Características Agitadores Planta 8 Esmalte.

Número de Agitadores	Volumen Nominal	Diámetro disco	Potencia
10	50-500 [gal]	0,35 [m]	10 [HP]

Fuente: Manual de Operaciones Pinturas Tricolor S.A.

- **Proceso por Dispersión:** fabricación de bases blancas a base de solvente derivados de hidrocarburos.

La Planta Esmalte Dispersión se compone de tres niveles. En el tercer nivel, se realiza el proceso de “dispersión” de materias primas, que consiste en remover la capa de aire que rodea la partícula de pigmento a modo de aminorarla para luego incorporarla al fluido líquido utilizado que gira a alta velocidad. El equipo utilizado para realizar el proceso de dispersión se denomina cuba de dispersión.

En el segundo piso, se inicia la segunda etapa del proceso, llamada “terminación o completado”. Esta etapa es tanto de productos provenientes de dispersión como de molienda.

La terminación consiste en completar el volumen proveniente de la fase de dispersión con resina, solvente y otros aditivos.

El proceso de ajuste, realizado en el primer nivel de la planta, consiste en regular principalmente la viscosidad del producto agregando solvente o resina según formulación hasta alcanzar la aprobación por parte de laboratorio, además se corrigen problemas de brillo, secado, color, PH, entre otros.

Una vez finalizada la etapa de terminación y, si fuese necesario, la etapa de ajuste del lote, se da inicio a la etapa de envasado.

A continuación se muestra el equipo y su descripción:

Figura 2.6 Equipo Dispersador Planta Esmalte.



Fuente: Manual de Operaciones Pinturas Tricolor S.A.

Figura 2.7 Cuba de Dispersión Planta Esmalte.



Fuente: Manual de Operaciones Pinturas Tricolor S.A.

Tabla 2.5 Características Cuba de Dispersión Planta Esmalte.

Característica	Valor [Unidad]
Número de Cubas	2
Volumen de Cuba	800 [gal] 3,024 [m ³]
Diámetro de Cuba	1,8 [m]
Número de Dispersadores	1
Diámetro de Disco	0,52 [m]
Velocidad de Giro Aprox. de Dispersores	900 [rpm]

Fuente: Manual de Operaciones Pinturas Tricolor S.A.

Figura 2.8 Estanques Terminación Proceso Dispersión Planta Esmalte.

Fuente: Manual de Operaciones Pinturas Tricolor S.A.

Tabla 2.6 Características Estanques Terminación Proceso Dispersión Planta Esmalte.

Número de Estanques	N° Estanque	Volumen Nominal [gal]	Volumen Útil [gal]
15	7201 a 7203	1680	1600
	7204	2243	1800
	7301-7305	3225	2750
	7805 a 7808	1017	830
	7501	617	500

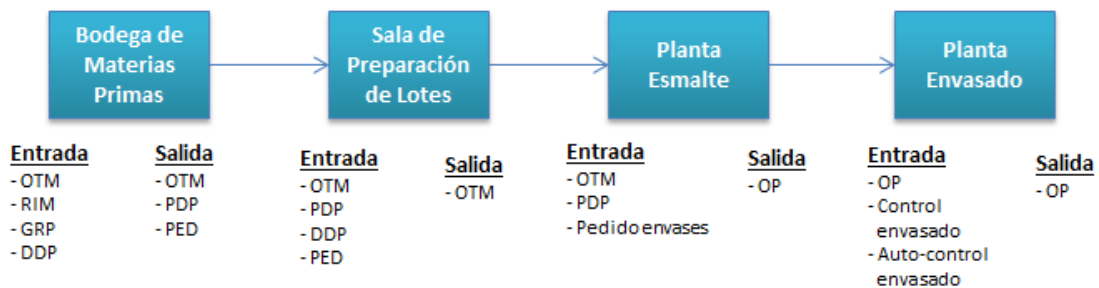
Fuente: Manual de Operaciones Pinturas Tricolor S.A.

2.2 Documentación del proceso

Como en todo proceso productivo, es necesario tener un respaldo físico y digital de todos los movimientos de materias primas, insumos, equipos y de personal que se realizan dentro de la planta de producción.

En este caso, Pinturas Tricolor S.A. determina que los documentos asociados a cada una de las etapas del proceso, tanto de entrada como de salida, son los que se muestran en el diagrama siguiente, siendo el documento principal y más importante la “Orden de Producción”:

Figura 11 Diagrama documentación proceso productivo Planta Esmalte.



Fuente: Elaboración propia.

Dentro del proceso de fabricación, existe un documento principal llamado “Orden de Producción (OP)”, el cual contiene toda la información técnica necesaria según cada lote de fabricación.

En este documento, se indican los pasos a seguir en la fabricación del producto. Muestra datos de la identificación del producto a fabricar (número de OP, nombre del producto, código del producto, cantidad a fabricar, ruta de trabajo, maquinaria o equipo utilizado). Además, se indica el orden de adhesión de materia prima con su respectiva cantidad, en unidad de kilos y galones, mostrando por etapas, las materias primas que se deben agregar, con el tiempo de trabajo en el equipo y el control asociado que lleva cada etapa.

La orden de producción es un documento de formato común para todas las plantas pertenecientes a Tricolor S.A. Su entrada al proceso comienza en la Sala de Preparación de Lotes, para luego ser distribuida a la planta que corresponda según el producto a fabricar.

Todos los documentos nombrados en el diagrama, deben ir adjuntos a la orden de producción, ya que cada uno da el paso a la siguiente etapa.

En la siguiente imagen, se muestra el formato de la orden de producción:

Figura 2.10 Formato Orden de Producción.

PINTURAS TRICOLOR S.A.
PLANTA VIÑA DEL MAR

23/10/2017 11:01:15 a.m.

ORDEN DE PRODUCCION 1002-25414

PRODUCTO : 84738301 ANTICORROSIVO TERMINACION REVOR GRIS
CANTIDAD : 510.20 GL RUTA D1
VERSION : 2 MAQUINA
PEV. VENTA :
DET. PEDIDO :

CREACION MNEIRA / 27/02/2017
MODIFICACION MNEIRA / 27/02/2017

OBRA :

ALM CEN	GRUP ITEM	CODIGO	DESCRIPCION INTERNA	KILOS	GALONES	HMS	VPB* PES/ADI	LOTE RIM
TOMAR LAS MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS PARA MINIMIZAR LOS RIESGOS EN LA FABRICACIÓN DE ESTE PRODUCTO. USAR EPP RECOMENDADOS.								
1.- EN ESTANQUE LIMPIO CARGAR Y MEZCLAR POR 5 MINUTOS.								
111	101.1	2384090	MP005-116	ALQUID TRIC-PS0606	300.102	84.529		
101	101.2	1150061	MP002-156	DISPERSANTE LS	10.459	2.696	110C	
101	101.3	2521012	MP002-172	ORGANOGL TEXAP	10.459	2.559		
101	101.4	2710511	MP006-101	SOLVENTE VARSOL	150.051	50.017	120J	
111	101.5	2551070	MP003-005	SOL SEC CA 5%	15.663	4.329		
101	101.6	2521022	MP002-128	ORGANOGL RILAXT	20.918	5.639		
2.- CARGAR Y DISPERSAR POR 30 MINUTOS HASTA OBTENER MOLIENDA 6 Hg., CONTROLAR _____								
101	102.1	2000022	MP001-103	BLANCO 209	140.000	9.247		
3.- CARGAR Y DISPERSAR POR 15 MINUTOS, COMPROBAR APARIENCIA CON POLIMERO.								
101	103.1	1420642	MP001-077	CC-OMCSJB10	136.582	13.365		
101	103.2	1440441	MP001-016	CT-M-400	136.582	13.120	000E	
101	103.3	1440942	MP001-019	CT-CASNTX45	104.439	10.613		
101	103.4	1711012	MP001-112	META-BUS11	29.031	2.324		
4.- COMPLETAR A VELOCIDAD MODERADA.								
111	104.1	2384090	MP005-116	ALQUID TRIC-PS0606	572.551	161.268		
101	104.2	2710511	MP006-101	SOLVENTE VARSOL	93.520	31.174	120J	
5.- COMPLETAR A VELOCIDAD MODERADA.								
111	105.1	2384090	MP005-116	ALQUID TRIC-PS0606	60.000	16.900		
6.- ADICIONAR ACEITE Y SECANTES POR SEPARADO EN AGITACIÓN CONSTANTE.								



Fuente: Manual de operaciones.

2.3 Descripción general del Proceso de Fabricación

El proceso de fabricación se inicia con la fragmentación y posterior transporte de las materias primas desde la “Sala de Preparación de Lotes (SPL)” hacia el tercer nivel de la planta de proceso N°7 (grandes cantidades), por medio de un montacargas, sino a la planta de proceso N°8 (pequeñas cantidades).

Comienza el proceso de dispersión agregando materias primas como solvente, pigmento (TiO_2) y aditivos a la correspondiente cuba de dispersión. El tiempo de dispersión es de 20 a 30 minutos o hasta que se obtenga el grado de molienda deseado a una temperatura de 25 a 30 [°C], controlando variables como viscosidad (100 a 130 [UK]) y la velocidad periférica del dispersor (23 – 27 [m/s]).

Una vez finalizada la dispersión, el producto se descarga por gravedad hasta el estanque de terminación (completado), el cual posee agitación constante, completando el volumen con resina y solvente e incorporando aditivos que mejoran las características físico químicas del producto.

Finalmente, se extrae una muestra para ser analizada en laboratorio para dar paso a la etapa de ajuste, siempre y cuando sea necesario, donde se regula principalmente la viscosidad del producto hasta alcanzar el rango de aprobación. Cabe señalar que estos estanques también almacenan productos derivados de la ruta de molienda. Una vez realizado el ajuste se envía una muestra a laboratorio.

Una vez aprobado el producto (tanto dispersión como molienda) por parte de laboratorio de control de calidad, este es envasado a través de un sistema automático.

2.4 Etapas del proceso de fabricación

Como se mencionó anteriormente, la planta esmalte es la segunda fuente de mayor ingreso para Pinturas Tricolor, se considera un margen de error del 2% entre la cantidad de unidades planificadas por lote versus lo que realmente se produce. Dicha asignación es establecida cada año, en base a la producción de los años anteriores.

Considerando el 100% de producción de la planta, solo el 70% de las unidades fabricadas cumplen los parámetros de calidad establecidos, es decir, de los 250.000 galones fabricados al mes, 75.000 galones tienen que pasar por re-trabajo.

Etapa N°1: Dispersión

Una vez llegado todo el material a planta, comienza el proceso de dispersión, donde se agregan las primeras cargas al estanque, con el fin de reducir el tamaño del material sólido y/o pigmentos.

El objetivo de esta etapa es formar una pasta entre todos los componentes sólidos y en ocasiones resina y/o solvente, cumpliendo con ciertos parámetros de viscosidad requeridos en las siguientes etapas.

La composición de la mezcla está dada por: pigmentos utilizados para entregar el color, resinas para unir las materias primas, cargas para entregar características de textura, espesor, propiedades físico-químicas.

En esta etapa las cantidades de cada material deben ser exactas, ya que cualquier diferencia generará complicaciones en las demás fases.

Por procedimiento, se debe agregar la materia prima en el mismo orden que indica la fórmula de la OP, resguardando las variables de operación que influyen directamente en las características de la mezcla, dentro de estas variables encontramos:

- Temperatura de la dispersión
- Tiempo de molienda
- Velocidad de giro del dispersador

Cabe destacar que la resina utilizada tiene un sistema de transporte por medio de tuberías, repartidas por cada una de las plantas.

Etapa N°2: Terminación o Completado

Continuando con el proceso, entramos a la “Etapa de Terminación”, donde se agregan todas las cargas, resinas, pigmentos, aditivos restantes para completar el volumen requerido de la mezcla.

Luego de esperar el tiempo indicado, se retira una muestra de la mezcla, la cual será analizada por el laboratorio de control de calidad midiendo parámetros de fineza, textura, brillo, viscosidad, resistencia, poder cubriente, entre otros.

Si la muestra es aprobada, el material es llevado a la planta de envasado, de lo contrario se realiza el proceso de ajuste.

Etapa N°3: Ajuste

Si la muestra no es aprobada por laboratorio, comienza el “Proceso de Ajuste”, donde en muchos casos es necesario realizar un “Pedido de Producción”, documento generado por laboratorio, que indica cantidad de material extra necesario (no considerado en la OP), con el fin de regular las características de calidad del producto.

Si al momento del análisis de laboratorio post proceso de ajuste, la muestra sale rechazada nuevamente, esta pasa a laboratorio de desarrollo, donde se realiza un análisis más detallado, retrasando aún más el proceso. En caso contrario, se procede a la etapa de envasado.

Etapa N°4: Envasado

El proceso de envasado comienza cuando el jefe de turno entrega la OP y el programa de envasado al maestro de envasado (paralelo a esto, bodega de envases hace la entrega correspondiente del pedido de envases según OP), luego se debe verificar el número de lote, código de producto y número de estanque.

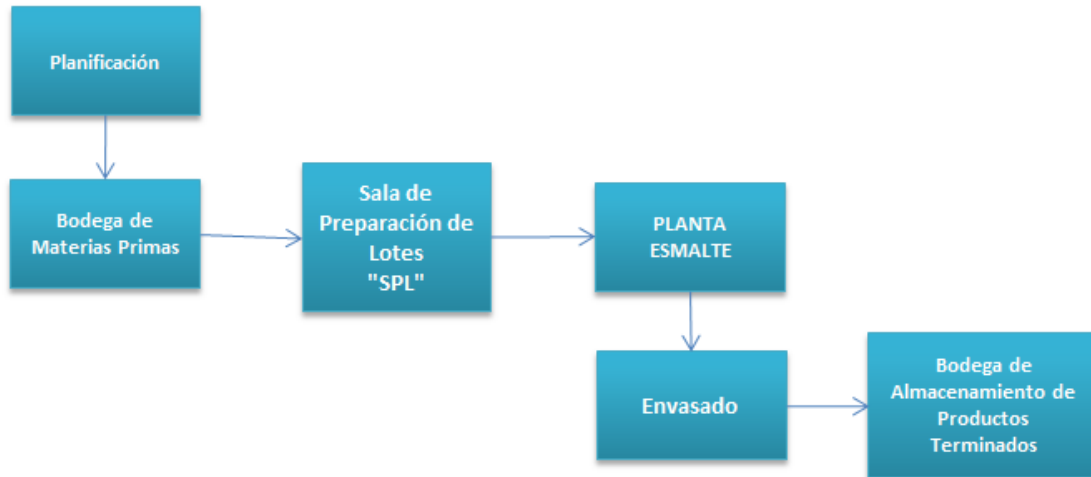
La pintura debe estar en constante agitación, se conecta la bomba y la boquilla de descarga al estanque de filtración (se debe ajustar esterilla según filtro) para luego conectar el estanque de filtrado a la máquina de envasado.

Mientras se realiza el proceso antes mencionado, se dejan los envases en el pulmón de la máquina envasadora, la que se debe calibrar según formato a envasar para luego verificar y pegar las etiquetas a los envases.

Luego de eso, se realiza la “punta de línea”, control del proceso de envasado revisado por laboratorio de calidad, luego se procede a llenar los envases y se realiza pesaje (si es requerido), una vez finalizado el proceso, se dejan los envases en el pallet para que el horquillero los retire.

A continuación, se muestra el diagrama general de procesos de la planta esmalte de Pinturas Tricolor S.A.

Figuras 2.11 Diagrama de Flujo Planta Esmalte.



Fuente: Elaboración propia.

Continuando con la descripción del proceso, cabe mencionar que según el tipo de producto a fabricar se sigue una ruta específica de etapas, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.7 Rutas del proceso.

Nombre Ruta	Etapa del Proceso									
C1	Pesado			Completado	Matizado	Ajuste				Envasado
C2	Pesado			Completado		Ajuste				Envasado
D1	Pesado	Dispersión		Completado	Matizado	Ajuste				Envasado
D2	Pesado	Dispersión		Completado		Ajuste				Envasado
M1	Pesado	Dispersión	Molienda	Completado	Matizado	Ajuste				Envasado
M2	Pesado	Dispersión	Molienda	Completado		Ajuste				Envasado
W1	Pesado	Empastado	Molienda	Dispersión	Completado	Matizado	Ajuste	Lab.cc		Envasado
W2	Pesado	Empastado	Molienda	Dispersión	Completado		Ajuste	Lab.cc		Envasado

Fuente: Elaboración propia.

2.5 Descripción del problema

Una vez conocido el proceso de fabricación y cada una de sus etapas, es necesario considerar el impacto económico que se genera. Es por ello, que se ha considerado el análisis de los costos de producción de los años 2016 y 2017.

El detalle del costo de cada galón de pintura, se muestra en el siguiente diagrama:

Figura 2.12 Descripción de Costos.



Fuente: Elaboración propia.

Dado lo anterior, al tener que realizar un re-trabajo, esto repercute directamente en los tiempos asignados para cada proceso y por consecuencia, en los costos de producción.

El costo estimado de producción, según departamento de planificación de la planta de solvente, es de **\$717** por galón para el año 2016 y **\$748** para el año 2017. Dentro de este valor se considera: gastos indirectos de fabricación, materia prima y envases.

Sin embargo los costos reales por galón fueron en promedio **\$856** para el año 2016, presentando un incremento de un **20%** y **\$1038** para el año 2017, generando un incremento de un **38%**.

A su vez, se puede apreciar un aumento en los costos reales de producción de 2016 a 2017 de **\$182**, lo que porcentualmente significa un incremento en un **21%**, aproximadamente.

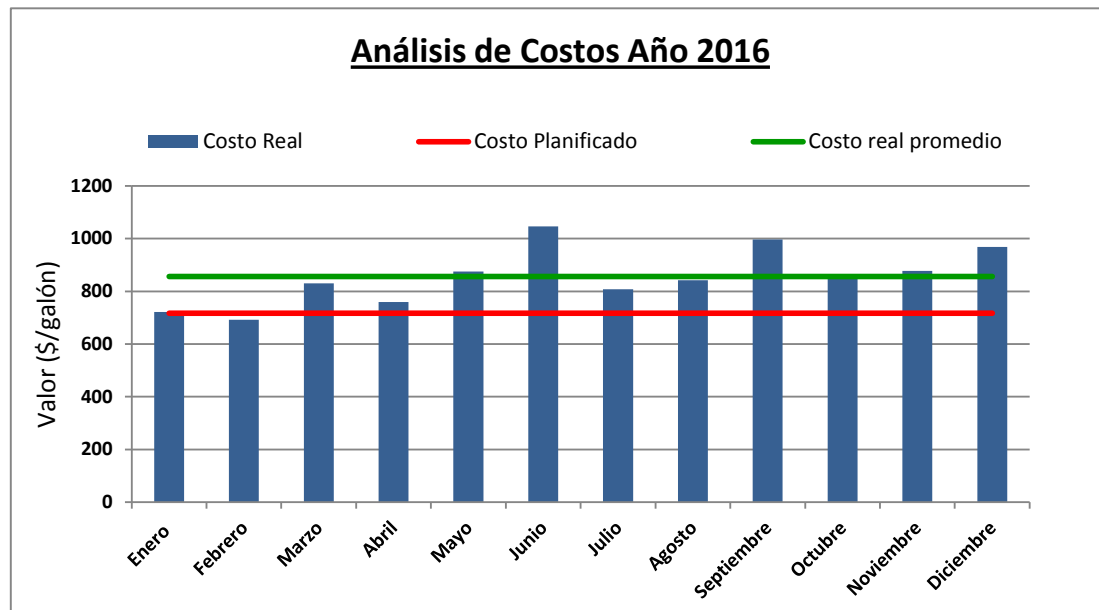
Para el año 2016, los costos por galón mensuales fueron los siguientes:

Tabla 2.8 Costos unitarios mensuales año 2016.

Mes	Costo Real (\$/galón)	Costo Estándar (\$/galón)
Enero	722	717
Febrero	692	717
Marzo	830	717
Abril	760	717
Mayo	875	717
Junio	1047	717
Julio	808	717
Agosto	842	717
Septiembre	997	717
Octubre	856	717
Noviembre	878	717
Diciembre	969	717
Promedio	856	717

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 2.13 Gráfico Costos Planta Solvente año 2016.



Fuente: Elaboración propia.

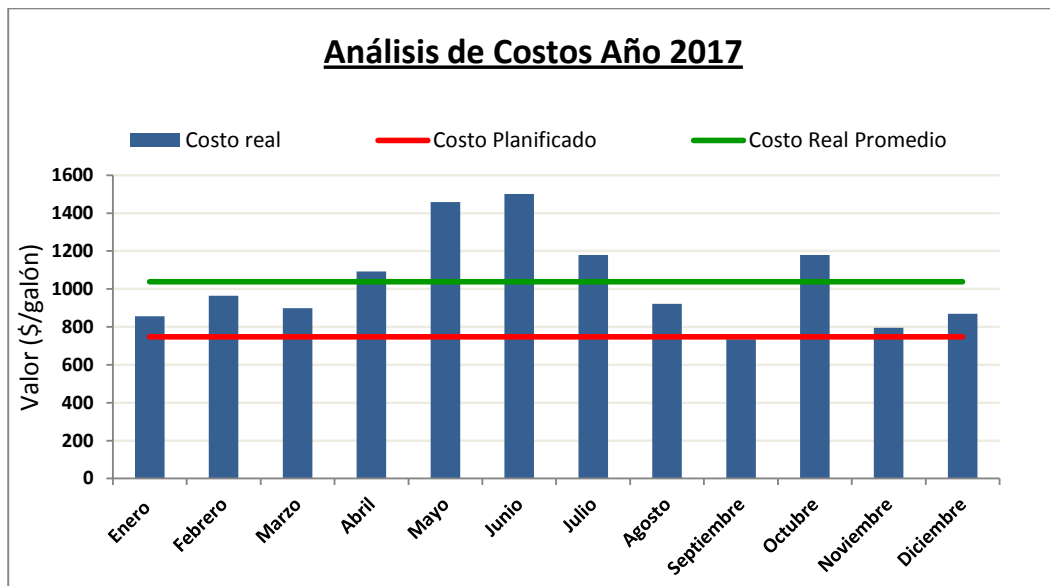
Para el año 2017, los costos por galón mensuales fueron los siguientes:

Tabla 2.9 Costos unitarios mensuales año 2017.

Mes	Costo Real (\$/galón)	Costo Estándar (\$/galón)
Enero	856	748
Febrero	965	748
Marzo	899	748
Abril	1.092	748
Mayo	1.458	748
Junio	1.502	748
Julio	1.180	748
Agosto	921	748
Septiembre	734	748
Octubre	1.180	748
Noviembre	795	748
Diciembre	869	748
Promedio	1.038	748

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 2.14 Gráfico Costos Planta Solvente año 2017.



Fuente: Elaboración propia.

Según la información entregada por el análisis de producción y de costos de la empresa, se muestra en la siguiente tabla los niveles mensuales de producción de los años en estudio junto con su respectiva valoración monetaria.

Tabla 2.10 Niveles de producción mensual.

Producción Mensual				
Mes	Año 2016		Año 2017	
	Unidades (Gal)	Costo Real Mensual (\$)	Unidades (Gal)	Costo Real Mensual (\$)
Enero	240.998	174.000.556	271.457	232.367.192
Febrero	221.893	153.549.956	212.324	204.892.660
Marzo	230.944	191.683.520	249.271	224.094.629
Abril	217.394	165.219.440	176.156	192.362.352
Mayo	182.335	159.543.125	138.090	201.335.220
Junio	199.623	209.005.281	120.871	181.548.242
Julio	228.972	185.009.376	171.161	201.969.980
Agosto	239.632	201.770.144	240.176	221.202.096
Septiembre	191.579	191.004.263	260.684	191.342.056
Octubre	205.925	176.271.800	256.729	302.940.220
Noviembre	243.886	214.131.908	273.739	217.622.505
Diciembre	228.703	221.613.207	208.502	181.188.238
Total Anual	2.631.884	2.242.802.576	2.579.160	2.552.865.390

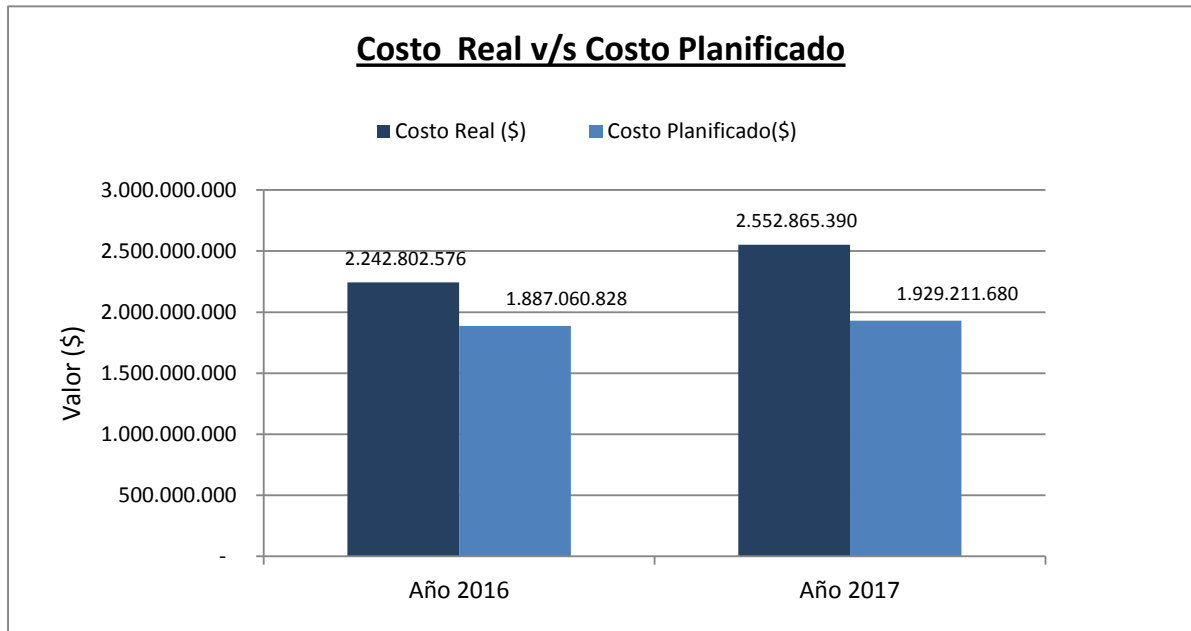
Fuente: Elaboración Propia, según datos de Planificación.

Para el año **2016**, la producción total de galones fue de **2.631.884** unidades, debiendo generar un costo según planificación de **\$1.887.060.828**, sin embargo, el costo real es de **\$ 2.242.802.576**, generando una diferencia, que se traduce en un incremento de los costos de producción de **\$ 355.741.748** equivalente a un **19%**.

Para el año **2017**, la producción total de galones fue de **2.579.160** unidades, debiendo generar un costo según planificación de **\$1.929.211.680**, sin embargo, el costo real es de **\$2.552.865.390**, generando una diferencia, que se traduce en un incremento de los costos de producción de **\$623.653.710** equivalente a un **32%**

A continuación, se observa la comparación de los costos anuales de la Planta Solvente durante los años en estudio:

Figura 2.15 Gráfico Costo Real v/s Costo Planificado de la Planta Esmalte.



Fuente: Elaboración Propia.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta de mejora en el proceso productivo de la planta solvente, con el fin de disminuir re-trabajos y re-procesos, y con esto, lograr una disminución de los costos de fabricación.

3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Realizar levantamiento del proceso dentro de la Planta Solvente, validarlo y verificar el cumplimiento.
- ✓ Realizar una muestra aleatoria de lotes en el proceso de fabricación, para obtener factores críticos, en relación al cumplimiento de la Orden de producción, referido al grado de molienda, fineza, viscosidad, color, secado, entre otros.
- ✓ Analizar los factores críticos encontrados y determinar causas principales.
- ✓ Proponer un plan de acción que disminuya los tipos de falla.
- ✓ Realizar evaluación económica de la propuesta de mejora.

4. Marco Teórico

Para este trabajo de título, es necesario realizar una definición de ciertos conceptos relacionados con el proceso de fabricación de la pintura y además, con las herramientas técnicas utilizadas para el desarrollo de la investigación.

4.1 La pintura y sus características

El mercado de las pinturas tanto líquidas como en polvo, es uno de los sectores industriales más importante de la economía mundial debido a que la estética de los productos como modelos de ropa, de autos, equipos, son características y cualidades que llaman la atención al cliente.

Ahora bien, comenzaremos por explicar que una pintura es un material que se puede presentar como fluido sólido o en polvo, el cual al aplicarlo sobre una superficie demora un tiempo en secar y endurecer y al ocurrir esto se demuestran sus propiedades físico-químicas y características de color, textura, brillo, entre otras.

Para formar este producto se necesita mezclar y procesar diferentes materias primas, siguiendo una serie de pasos determinados dentro de una planta de fabricación.

La materia prima utilizada en cualquier tipo de pintura es principalmente:

- **Pigmentos:** Los pigmentos son materiales sólidos encargados de entregar el color a la mezcla. Entre los más utilizados se encuentra dióxido de titanio, óxidos de hierro, cromatos, complejos de cobalto.
- **Cargas:** Las cargas son materiales sólidos inertes que entregan las características de textura y estabilidad a la pintura, estos materiales son generalmente de carácter inorgánico, entre ellos, sílices y carbonatos.
- **Resinas:** Son las encargadas de unir todos los materiales utilizados tanto sólidos como líquidos, además entregan propiedades físico químicas a la pintura, ayudan en el proceso de molienda, se utilizan para regular la viscosidad de la mezcla, entregan capacidad de resistencia a la luz solar, resistencia a la corrosión y por sobre todo la capacidad de adherencia de la pintura. Su uso es de acuerdo a los requisitos que se necesita para cada tipo de pintura.
- **Diluyentes:** También conocidos como disolventes, dan la viscosidad adecuada en el proceso de fabricación. Ayudan en la aplicación de la pintura, ya que generalmente la viscosidad de fábrica es alta para la aplicación directa, se utilizan disolventes para

poder aplicar de manera correcta la pintura. Según el tipo de disolvente es la rapidez de secado, aspecto a considerar en ambientes húmedos o fríos.

- **Aditivos:** Son productos que se añaden a la mezcla en cantidades hasta el 5% del volumen, cada uno de estos materiales tiene una característica especial. Los aditivos tenso-activos, ayudan a que la pintura pueda aplicarse de forma homogénea y regular, que no se formen burbujas o cráteres en la superficie. Los antiespumantes evitan la formación de espuma superficial, facilitando la aplicación. Otro tipo de aditivos ayudan a la mojabilidad de la pintura, mejoran la resistencia a la corrosión, potencian el efecto de la resina, mejoran el brillo.

En el proceso de fabricación, es necesario trabajar las materias primas bajo ciertas condiciones operacionales. Cuando hablamos de esto, nos referimos a:

- **Temperatura de trabajo:** El control de temperatura tiene un rol importante en los procesos industriales. Un correcto control de esta variable, permite una alta productividad, gran calidad en el producto final y una menor cantidad de mermas. En el caso de la fabricación de las pinturas, durante el proceso, se generan múltiples reacciones químicas entre los componentes, las cuales, si no se trabajan a las temperaturas adecuadas, generan en muchos casos aglutinaciones de material, lo que provoca una falla casi irreversible. Según el manual de operaciones, el rango de temperatura de trabajo es de 25 a 30 °C.
- **Velocidad periférica del dispersador:** Este equipo es una mezcladora con eje único utilizado para disolver partículas sólidas en un líquido. En el proceso es necesario trabajar a una determinada velocidad de giro (RPM) ya que al no controlar esta variable afecta directamente el grado de molienda y por otra parte la temperatura de la mezcla (la relación es a mayor velocidad de giro, mayor temperatura). Generalmente el rango de trabajo es de 23 a 27 [m/s].
- **Tiempos de dispersión:** Es el tiempo de trabajo donde se produce la unión de las materias primas. Sobre esta variable influye directamente la velocidad de giro y la temperatura. Idealmente el tiempo de dispersión es de 20 a 30 [Min].

4.2 Controles dentro del proceso de fabricación

Como en cualquier proceso productivo además de todos los componentes y materiales que son parte de la fabricación, es necesario regular las variables de operación y verificar el cumplimiento de valores críticos en las medidas de las propiedades de la calidad de la pintura, es por ello que el control de calidad es una etapa fundamental de este proceso.

En el control de calidad, se analiza una pequeña muestra de la mezcla en proceso verificando el cumplimiento de las características estipuladas por laboratorio según cada tipo de producto. Dentro de las muestras y ensayos a verificar en el control, se encuentran las siguientes variables:

- **Adherencia:** resistencia tangencial de la capa de pintura sobre el lugar donde ha sido aplicada.
- **Brillo:** es una propiedad óptica que bajo los parámetros establecidos según cada producto, es la medida de la intensidad de un haz luz reflejada en la superficie de una pintura.
- **Color:** como la pintura es un producto pigmentado, dentro de las características estéticas el color es la más importante.
- **Densidad:** es la relación entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa. En el sistema internacional de unidades se mide en $[\text{Kg}/\text{m}^3]$, en el caso de las pinturas se mide en gramos por decímetro cúbico.
- **Dureza Superficial:** es la resistencia de un material o recubrimiento frente a la aplicación de una fuerza mecánica como por ejemplo la presión o el rayado.
- **Extracto seco:** sirve para determinar la cantidad de partículas sólidas que tiene la pintura.
- **Finura:** el grado de dispersión y la finura afectan en las propiedades físicas y ópticas de la pintura. Se utiliza para determinar si existen sólidos de gran tamaño en la mezcla.
- **Poder cubriente:** se utiliza para conocer el rendimiento, su aplicación y el grado de dispersión del pigmento utilizado.
- **Resistencia a la corrosión, a la humedad, al agua, agentes químicos.**
- **Viscosidad:** se define como la resistencia que ofrece un líquido para fluir cuando es sometido a una fuerza. Varía inversamente proporcional a la temperatura.

Cabe mencionar, que de las características antes mencionadas, la viscosidad es un parámetro sumamente importante en el desarrollo del proceso y en la aplicación, ya que afecta directamente la adherencia y apariencia de la pintura. Por ejemplo, que una pintura tenga viscosidad muy alta genera problemas con el espesor de la capa de pintura, lo que implica un secado lento y deficiente. Una viscosidad baja daría bajo poder de cobertura, la capa de pintura es altamente permeable y generalmente se tienen problemas de chorreado.

Dado esto, la viscosidad es un parámetro crítico en el análisis del control de calidad, ya que un correcto control de esta variable permitirá una mejor utilización de la pintura evitando así, efectos no deseados en la aplicación.

Como se mencionó anteriormente, dentro de todos los materiales utilizados en la fabricación de la pintura, la materia prima que tiene el mayor impacto con el parámetro de viscosidad, es la resina.

4.3 Resinas

La resina, del latín igualmente llamada resina, es una sustancia sólida o pastosa, obtenida tanto de manera natural, a partir de la secreción de ciertas plantas o, de manera sintética. La resina es una macromolécula o polímero compuesto por monómeros, que son unidades más pequeñas, la cual forman la película que atrapa en su seno los pigmentos o cargas. Dicho esto, y, debido a su propiedad altamente viscosa, lo hace una materia prima fundamental para la fabricación de pinturas, siendo la más influyente en cuanto a calidad y, además, de tener participación en la apariencia del producto.

Se refiere a la calidad del producto ya que, es la materia prima que le da a la pintura la capacidad de adherirse a las superficies donde se aplique, por lo que la regulación en las cantidades requeridas para la producción deben ser precisas, debido a que, el exceso o falta de resina en el producto, repercute directamente en la capacidad para adherirse a la superficie. En apariencia, está relacionado con el brillo de la pintura, por lo que, en conjunto con el resto de las materias primas, deben cumplir con los requerimientos para obtener el brillo necesario.

Existen distintas variedades de resinas, relacionados con el monómero aplicado para la fabricación, tales como: alquídicas, poliésteres, acrílicas, etc. Pero también se pueden clasificar en dos grandes tipos:

- Resinas base solvente: utilizadas para fabricar pinturas convencionales.
- Resinas base agua: para fabricar pinturas emulsionadas e hidrosolubles.

En base a todo lo anterior, para dar cumplimiento a todos los requisitos del cliente, es necesario controlar y mejorar constantemente el proceso productivo y las formas de trabajo, para esto, un apoyo técnico útil e importante son las herramientas de la calidad y la aplicación de la filosofía de trabajo llamada “mejora continua”.

4.4 Mejora continua

En la actualidad, es fundamental que en cualquier empresa se cuente con un sistema de trabajo, o una metodología de desarrollo de funciones con el fin de lograr los objetivos deseados, que en la mayoría de los casos se pueden interpretar como “Maximizar utilidades con el mínimo de recursos”. En una época donde los cambios tecnológicos, la libre competencia, entre otros factores, forman parte del día a día, es necesario que las empresas cuenten con la capacidad de adaptarse a estos cambios constantes.

Es por esto que se llega a modelos de trabajo o metodologías, como lo es la “Mejora Continua”, un proceso que tiene por objetivo mejorar los procesos, servicios y productos de una empresa, buscando la calidad total en base a una actitud general y de contribución de todo componente (persona) de la organización.

Dentro de los requisitos necesarios por parte de la empresa para el correcto desarrollo de la Mejora Continua, es la existencia de:

- **Apoyo en la gestión por parte de todo el personal de la organización.** Estar dispuesto a contribuir al proceso de mejora y que todo acto sea en pro del objetivo.
- **Feedback o retroalimentación de todo proceso.** Recopilar información constantemente de las actividades para identificar posibles debilidades o, mejor llamadas, oportunidades de mejora.
- **Responsabilidad de los actos realizados.** Cada acción realizada por la empresa, influye directa o indirectamente en el resultado final y por ende, del objetivo a lograr.
- **Poder para el trabajador.** Ya que cada uno es importante para el todo.
- **Medición de resultados.** Forma tangible de realizar las mediciones de los resultados de cada proceso.

La Mejora Continua, como indica su nombre, es un proceso cíclico, por lo que la implementación de esta es perdurable en el tiempo por lo que debe ser constantemente verificada y controlada, para que toda acción a realizar sea en función de mantener y mejorar la situación actual del rubro en el cual se utiliza.

4.5 Técnica 5W + 1H y los 5 ¿Por qué?

Es un método que puede ser utilizado como herramienta para la identificación de problemas o para la mejora de algún proceso, mediante el uso de preguntas que ayudan a encontrar el origen y el motivo por el cual se quiere analizar un proceso.

5W + 1H, lleva su nombre por las iniciales de las preguntas en inglés: What?, Why?, When?, Who?, Where?, How?, que son la clave para llevar a cabo la investigación esperada. Si bien, pueden parecer preguntas básicas, su resultado depende además del enfoque y a qué es lo que se hace las preguntas:

- **What? (¿Qué?):** Identificar el o los sucesos de análisis. Es la fase de identificación de lo que se quiere tratar. Ejemplo: ¿Qué es lo que falla?, ¿Qué es lo que se puede mejorar?
- **Who? (¿Quién?):** Identificar el o los sujetos encargados del proceso, o quiénes son los sujetos que podrían estar provocando el problema. Ejemplo: ¿Quién está a cargo?, ¿Quién hizo eso?

- **When? (¿Cuándo?):** Identificar el momento que ocurre el problema (siempre, cada cierto acontecimiento, etc.). ¿Cuándo ocurre la falla?
- **Why? (¿Por qué?):** Identificar el o los motivos de la falla o problema a solucionar. En este punto es recomendable repetirlo, teniendo apoyo del método de los 5 ¿Por qué?, con el objetivo de llegar al origen del problema.

Figura 4.1 Ejecución 5 ¿Por qué?

DEFECTO	MOTIVO
¿Por qué ocurre el problema?	
¿Por qué ocurre ESE motivo ?	
¿Por qué ocurre ESE motivo ?	
¿Por qué ocurre ESE motivo ?	
¿Por qué ocurre ESE motivo ?	

Fuente: Elaboración Propia.

- **Where? (¿Dónde?):** Identificar el lugar en el cual se hace el trabajo, principalmente, del origen del problema que esté afectando o del lugar donde se quiere implementar una o más mejoras. Ejemplo: ¿Dónde es el problema? ¿Dónde se quiere centrar la mejora?
- **How? (¿Cómo?):** Identificar el método para abordar el problema. Buscar las herramientas que permitan implementar la mejora. Ejemplo: ¿Cómo abordamos el tema?, ¿Cómo se puede tener un control del suceso?

4.6 Diagrama de Frecuencia

El Diagrama de Frecuencia es una herramienta de análisis de situación, principalmente utilizada para la resolución de problemas, a partir de la clasificación de estos en función de su grado de importancia o de impacto. Este diagrama está basado en el principio de Vilfredo Pareto, quien dijo que “El 80% de los problemas se pueden encontrar en el 20% de las causas”.

Este diagrama es utilizado con el fin de enfocar los recursos y prioridades hacia las causas del problema que generan un mayor impacto en la situación, ya que, para algún determinado problema, pueden existir muchas causas, de las cuales solo una pequeña porción son las realmente significativas en el problema en sí.

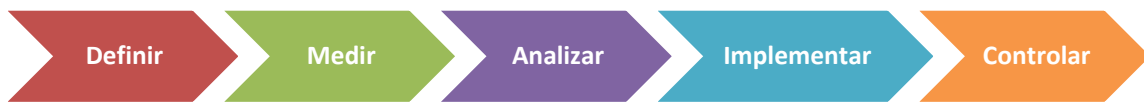
Dentro de los beneficios de utilizar esta herramienta, se encuentran:

- Útil para ser el primer paso de mejora de un problema.
- Ayuda a la clasificación de todas las causas posibles.
- Permite enfocarse en las causas de mayor impacto.
- La realización del diagrama, permite la claridad de lectura para cualquiera, con respecto a la identificación de los factores críticos del problema.

5. Metodología

5.1 Metodología Seis Sigma (DMAIC)

La metodología de trabajo a aplicar para el desarrollo de esta investigación es la llamada Seis Sigma. Esta metodología fue utilizada por primera vez en Motorola en el año 1988, por Bill Smith. El proceso de Seis Sigma, está definida por 5 pasos a seguir, más conocida por su acrónimo en inglés DMAIC, que se refieren a:



A continuación se explican las etapas:

- **Definir**

El propósito de esta etapa, es identificar el problema a resolver, desde lo global a lo específico, ya sea mediante reclamos de clientes, recurrencia de fallas en ciertas familias de productos, cuantificación de los errores y el, o los orígenes de estos.

Es importante además identificar el impacto que produce en la producción y por ende en las utilidades de la empresa. Verificar factores tanto interno como externos que alteren el proceso, y por último, determinar las Críticas por la Calidad (CTQ), que son características de calidad de un producto o servicio que son importantes y notorias para el cliente, tales como, entregas a tiempo, mantenimiento, confiabilidad, entre otros.

Lo importante de esta etapa es:

- Definir los objetivos del proyecto.
- Definir requerimientos del cliente.
- Una definición simple para entender el problema.
- Construir al equipo de trabajo.

Las herramientas que se utilizan en esta etapa son:

- ✓ Gráfico de datos
- ✓ Plan de proyecto
- ✓ 5W + 1H

- **Medir**

En esta etapa se recopila información de la situación actual por medio de datos históricos, midiendo las variaciones existentes durante el proceso para conocer principalmente aquellas variables que no están siendo controladas.

Fundamentalmente, se debe saber ¿Qué? y ¿Cómo? se va a medir, al identificar variables a revisar, se debe tener en claro que la situación a medir debe ser relevante para el proceso.

Para esto, existen diversas herramientas a utilizar para revisar el impacto, tales como:

- ✓ Diagrama de Pareto.
- ✓ Gráfico de Datos.
- ✓ Diagramas de flujo.
- ✓ 5W + 1H

- **Analizar**

Una vez terminada la medición, se debe hacer un análisis con los datos obtenidos para poder identificar de manera clara, las causas del problema y por ende, el problema en sí. Esto nos permite encontrar las fuentes de variación, sus orígenes y manifestaciones, ya sean en el proceso entero, entre lotes, maquina, entre otros, y el nivel de desempeño actual del proceso bajo las condiciones medidas.

Las herramientas que se utilizan en esta etapa son:

- ✓ Lluvia de ideas.
- ✓ Diagrama Ishikawa (causa y efecto)
- ✓ Los cinco ¿Por qué?

- **Mejorar**

En esta etapa, una vez identificadas las causas y la situación actual del proceso, se buscan la o las herramientas necesarias para desarrollar, probar y luego implementar las soluciones hacia las causas raíz. En esta fase se aplican todos los cambios necesarios con el fin de, optimizar el proceso, reducir o eliminar, dentro de lo posible, el impacto de las causas que provocaban el desempeño ineficiente, comparando un análisis de datos antes y después que refleje el impacto de mejora.

Las herramientas utilizadas en esta etapa son:

- ✓ Proceso priorización
- ✓ Matriz de impacto por esfuerzo
- ✓ Plan de acción 5W + 2H

- **Controlar**

Como toda mejora e implementación de cualquier tipo, se quiere verificar que esta sea constante y duradera a través del tiempo. Por lo que se debe hacer un control para que, en primer lugar, se cumplan los requerimientos de la implementación, con el fin de que se obtengan los resultados esperados y perduren tanto como sea necesario, estandarizar métodos y procesos, logrando un plan de control de procesos, resultados, documentación. En segundo lugar, esta metodología, como cualquiera que busca una mejora continua de procesos, tiene un comportamiento cíclico, por lo que se debe revisar constantemente para estar siempre a la vanguardia del mercado o industria a la cual pertenezca.

La forma de garantizar el desempeño es la siguiente:

- ✓ Implementación de la solución
- ✓ La mejora sea mantenida.
- ✓ Asegurar que nuevos problemas sean identificados rápidamente.
- ✓ Estandarizar.

Las herramientas a utilizar en esta etapa son:

- ✓ Gráfico de resultados
- ✓ Diagrama de Pareto
- ✓ Checklist
- ✓ SOP, LPP's internos
- ✓ Entrenamiento y capacitación
- ✓ Actualización hoja financiera
- ✓ Análisis FODA
- ✓ Análisis de matriz de habilidades

6. Aplicación de la metodología

6.1 Etapa Definir

Para comenzar con el desarrollo de esta etapa, se debe tener claro, que el propósito es identificar el problema a resolver, estratificándolo tanto como sea posible.

En cualquier proyecto es necesario contar con un equipo de trabajo con el fin de obtener una mayor diversidad de conocimiento e ideas que ayudarán a la resolución del problema. A continuación se muestra cada uno de los integrantes que conforman el equipo:

- **Integrantes del equipo**

Tabla 6.1 Integrantes equipo de trabajo.

Integrantes del Equipo de Trabajo	
Nombre	Cargo
Felipe Inojosa Francisco Fredes	Alumnos Tesisistas, líderes del proyecto.
Glorimar Cancino	Analista controlador proceso producción.
Sergio Cruz	Supervisor de documentación de producción.
Alejandra Allende	Ingeniero de proceso
Claudio Terán	Jefe departamento contraloría, control interno.
Carlos Montecinos	Operario
Javier Meza	Operario

Fuente: Elaboración propia.

- **Requerimiento de los Clientes**

Entre los principales clientes externos de Pinturas Tricolor S.A. encontramos:

- ✓ Dimasa S.A
- ✓ Jucer LTDA
- ✓ Gaya e illescas LTDA
- ✓ Pinturas viales y parqueos LTDA
- ✓ Sanchez y Cia LTDA
- ✓ Casarino y Cia LTDA
- ✓ Sodimac
- ✓ Easy

Los requerimientos que esperan los clientes son:

- ❖ Cumplimiento de los tiempos de entrega
- ❖ Cumplimiento de los pedidos
- ❖ El producto esté en buenas condiciones
- ❖ Calidad del producto
- ❖ Precio de venta
- ❖ Buena comunicación con la empresa

Como clientes internos encontramos:

- ✓ Personal área de ventas
- ✓ Jefe de planta
- ✓ Encargado de turno

Los principales requerimientos son:

Según vendedores:

- ❖ Respeten tiempos de entrega
- ❖ Que no ocurra quiebre de stock

Personal de planta:

- ❖ Disponibilidad de materia prima e insumos
- ❖ Que no ocurran rechazos en laboratorio
- ❖ Cumplan los tiempos de proceso

- **Análisis de la Producción**

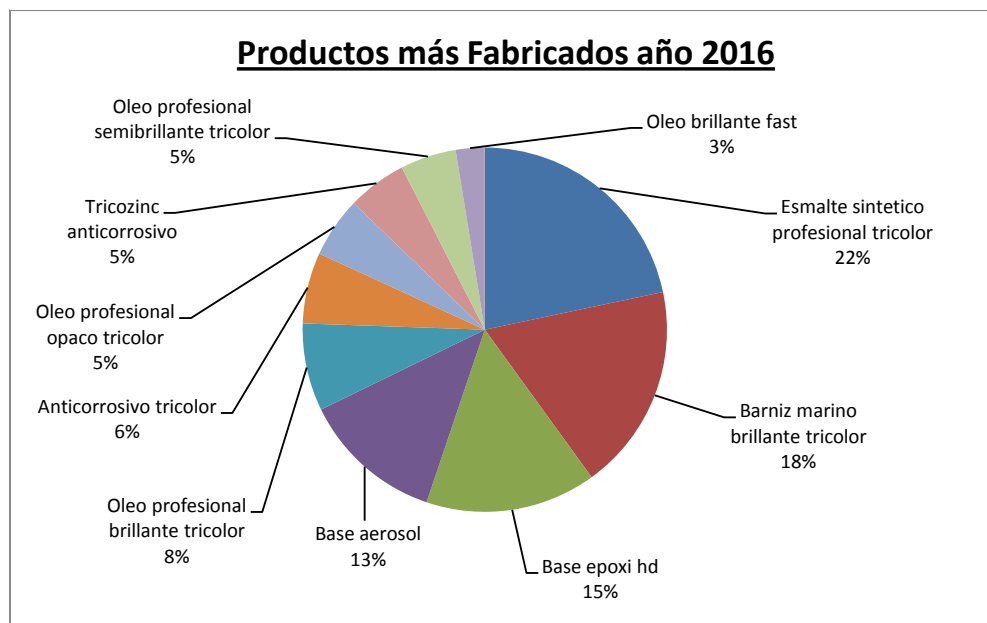
Dentro de la gama de productos que ofrece al mercado Pinturas Tricolor S.A, los 10 productos más fabricados se muestran a continuación:

Tabla 6.2 Productos más fabricados año 2016.

Productos más fabricados año 2016		
Nombre de Producto	Cantidad [Gal]	Porcentaje %
Esmalte sintético profesional tricolor	362.387	13,8
Barniz marino brillante tricolor	306.466	11,6
Base epoxi HB	253.362	9,6
Base aerosol	210.385	8,0
Oleo profesional brillante tricolor	129.907	4,9
Anticorrosivo tricolor	105.435	4,0
Tricozinc anticorrosivo	89.592	3,4
Oleo profesional opaco tricolor	87.881	3,3
Oleo profesional semibrillante tricolor	82.868	3,1
Oleo brillante fast	42.873	1,6
TOTAL		63,5

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6.1 Productos más fabricados año 2016.



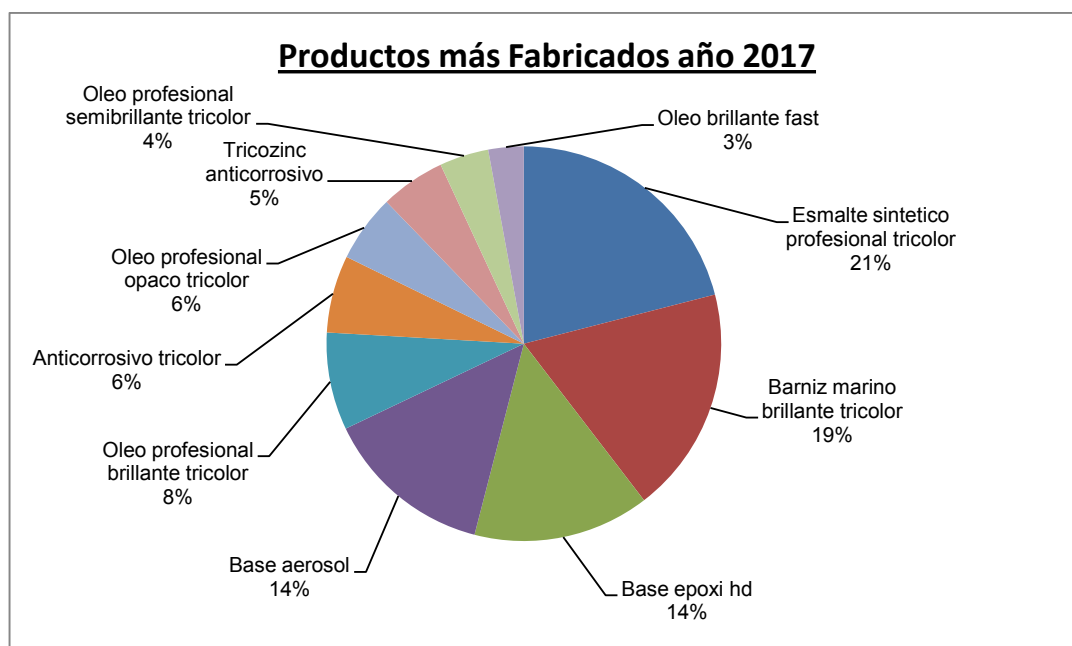
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6.3 Productos más fabricados año 2017.

Productos más fabricados año 2017		
Nombre de Producto	Cantidad [Gal]	Porcentaje %
Esmalte sintético profesional tricolor	333.539	12,9
Barniz marino brillante tricolor	295.294	11,4
Base epoxi hd	229.537	8,9
Base aerosol	220.748	8,6
Oleo profesional brillante tricolor	126.919	4,9
Anticorrosivo tricolor	100.723	3,9
Oleo profesional opaco tricolor	87.549	3,4
Tricozinc anticorrosivo	84.415	3,3
Oleo profesional semibrillante tricolor	64.058	2,5
Oleo brillante fast	46.042	1,8
TOTAL		61,6

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6.2 Productos más fabricados año 2017.



Fuente: Elaboración Propia.

- **Aplicación 5W + 1H**

Se utiliza la herramienta 5W+1H para entender de mejor manera el problema y generar una forma más comprensible de planificar el proyecto.

Tabla 6.4 Planteamiento del problema utilizando herramienta 5W+1H.

Pregunta	Respuesta
¿Qué está ocurriendo?	Aumento de re-trabajo y costos de planta solvente.
¿Cómo ocurre?	Bajo control de las cantidades de uso de resina. Bajo control de las variables de operación.
¿Por qué ocurre?	No se respeta procedimiento.
¿Cuándo ocurre el problema?	Hace más de dos años.
¿Dónde ocurre?	Proceso Dispersión, Terminación, Ajuste.
¿Quiénes participan del problema?	Operario de turno, equipo y maquinaria.

Fuente: Elaboración propia.

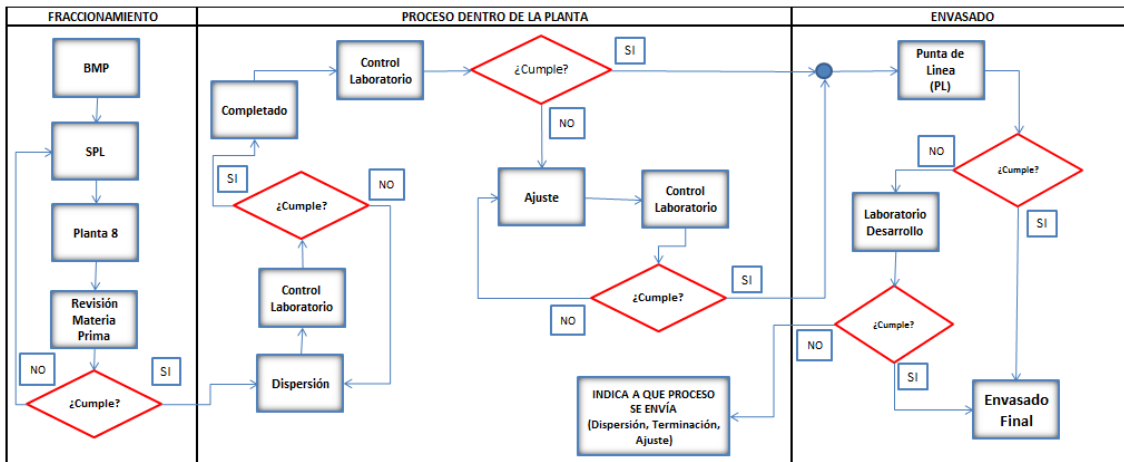
6.2 Etapa Medir

En esta segunda etapa, se debe describir y caracterizar el proceso, conocer el estado de la situación actual y lograr descubrir las variables que no están siendo controladas.

Para ello, lo primero es conocer el proceso completo de fabricación de la planta solvente de Pinturas Tricolor S.A., el cual se muestra en el siguiente diagrama:

- **Mapa del proceso**

Figura 6.3 Mapa de proceso Planta Solvente.



Fuente: Elaboración propia.

Para recopilar información es necesario aplicar ciertas herramientas de evaluación, muestreo y captación de datos, para este trabajo, se utilizaron las siguientes:

- **Plan de recolección de datos**

Por medio de este método podemos conocer y comenzar con el análisis de las causas que generan cada uno de los problemas, para categorizarlas de acuerdo a la importancia e impacto que generan en el proceso productivo, para este caso se realizó:

- Encuestas
- Planillas de seguimiento

Encuestas a Operadores

El fin de realizar una interacción con los operarios, es que comenten su experiencia en relación al proceso, las formas de trabajo, los errores y fallas más comunes, evaluar el impacto, conocer sus capacidades, y además, saber si existe conocimiento sobre los procedimientos, manuales de operación y mantenimiento de los equipos.

Para ello, se realizó la siguiente encuesta a los operarios de la planta esmalte:

Figura 6.4 Formato Encuesta.

Pregunta	Si	No	Obs.
1) ¿Existe algún tipo de procedimiento en el cual se explique la metodología de trabajo?			
2) ¿Personal recibe capacitaciones?			
3) ¿La cantidad de trabajadores es suficiente para la carga de trabajo?			
4) Al recibir el material de SPL, ¿es revisado antes de mezclarlo?, verificando que correspondan las cantidades y la materia prima estipulada en la OP			
6) ¿Existen tiempos muertos?			
7) Si se encuentran diferencias de MP, ¿avisan a jefatura, con el fin de regularizar la situación?			
8) En caso de realizar una devolución de MP, ¿Quién es el encargado de hacerlo? ¿Qué documento está asociado a este proceso?			
9) ¿Existe un encargado específico de ingresar toda la información al sistema? ¿Quién?			
10) ¿La materia prima viene en buenas condiciones para ser utilizada?			
11) ¿Cumplen con mezclar la MP según la fórmula entregada en la OP?			
12) ¿Los tiempos estipulados en la OP, según cada etapa (dispersión, terminación, ajuste) se cumplen? De no cumplirse, ¿Cuánto tiempo extra demora el proceso?			
13) Si no se cumplen los tiempos, ¿cuáles son las causas más comunes de este incumplimiento?			

14)	¿La maquinaria y equipos utilizados están en buenas condiciones para realizar el trabajo?			
15)	Al finalizar cada etapa del proceso (dispersión, ajuste, terminación), ¿cómo cierran el proceso para continuar a la siguiente etapa? ¿Por sistema o firmando algún documento?			
16)	Si la muestra enviada a laboratorio no es aprobada, ¿cuál es el procedimiento a seguir?			
17)	En caso de necesitar más cantidad de MP, ¿Quién realiza el pedido de producción? ¿Qué documentos tiene asociado un pedido extra de MP? ¿Quién fiscaliza el pedido extra de MP?			
18)	¿Con que frecuencia es necesario pedir MP extra para cumplir lo que indica la OP?			
19)	¿Cuáles son las fallas más comunes en el desarrollo de la OP?			
20)	¿Qué etapa de fabricación es la más complicada o que se producen más rechazos?			
21)	Recomendación por parte del trabajador y/o jefe de turno.			

Fuente: Elaboración Propia.

Se realizó la encuesta a los operarios de turno de la planta solvente, los cuales comentaron que al ingresar a trabajar no existe procedimiento, sino una guía de trabajo estándar, además de una inducción inicial.

Ante cualquier pedido extra o devolución de materia prima, se debe informar al jefe de planta, quien se comunica con los demás encargados de planta para realizar el movimiento de materia prima.

Si los tiempos de trabajo estipulados no se cumplen, se debe generalmente a que la aplicación de la pintura no cumple con los estándares de calidad cuando es analizado por laboratorio, la velocidad de giro del equipo no es la suficiente (en el caso de etapa de dispersión y completado) y en muchas ocasiones influyen las condiciones ambientales (frío o calor) en el transporte de la resina.

Según los procedimientos de mantención y limpieza, señalan que una vez producido un lote, se debe limpiar el estanque y el equipo dispersante,

Se comenta que en la fabricación del lote, muchas veces al seguir las indicaciones de la OP, no se cumplen los parámetros en el control de calidad.

Planilla de seguimiento

Estas planillas fueron creadas con el fin de poder documentar el proceso por etapas, reuniendo información relevante para el análisis. La planilla contiene los siguientes criterios: revisión de materia prima, calidad de armado de pallet, contaminación del equipo, cumple orden de adhesión de materia prima, variables de operación (tiempo, temperatura, velocidad) y aprobación análisis.

La forma de aplicación fue por medio de la observación y cada uno de los criterios evaluados fue debidamente analizado por todo el equipo de trabajo.

El muestreo se realizó a 15 lotes distintos, observando el proceso en cada una de las etapas de fabricación, las planillas descritas se muestran a continuación:

Figura 6.5 Formato planilla de seguimiento Etapa Dispersión.

Numero OP	Nombre Producto	Código Producto	Cantidad a Fabricar	Número de Equipo	Criterios						Comentario
					Operario verifica MP	Armado de Pallet	Contaminación Equipo y/o Estanque	Cumple Orden de MP	Cumple Variables de Operación	Aprueba Análisis	
1											
2											
3											

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 6.6 Formato planilla de seguimiento Etapa Terminación.

Numero OP	Nombre Producto	Código Producto	Número de Equipo	Criterios				Comentario
				Cumple Variables de Operación	Cumple orden de adhesión MP	Respeta tiempos de fabricación	Aprueba Análisis de Calidad	
1								
2								
3								

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a los resultados del seguimiento, en la fase de dispersión del proceso, se observan los primeros errores y diferencias por parte de los operarios, ya que por procedimiento, en la orden de producción, se debe verificar y marcar (línea diagonal "/") la materia prima que es recibida desde SPL, luego volver a marcar (formando una "X") la materia prima que es cargada al estanque, esta práctica no siempre se cumple, generando grandes confusiones entre los trabajadores.

Además, se genera el mayor número de diferencias respecto de lo planificado, ya que el orden de adhesión de materia prima al estanque estipulado en la OP no se cumple en el 70% de los casos, los tiempos de proceso son mayores que el establecido, el grado de molienda medido por laboratorio falla en el 60% de los casos, la temperatura de trabajo muchas veces es mayor a la indicada en la OP, la velocidad de giro no siempre es la indicada.

Los factores que más impacto generan para que ocurra lo mencionado son:

- Falla en la fórmula de preparación del lote.
- Predominio de la experiencia del trabajador frente a la metodología de trabajo.
- Falta de capacitación de los operarios.
- Tiempos extensos durante el análisis en laboratorio.
- Falta de caudalímetros para las resinas y solvente.

En la etapa de terminación es donde la mayor desviación se produce en la medida de la viscosidad, fallando en un 40% de los casos, además se encontró diferencias de apariencia, fineza, brillo, color.

El resultado indica que las mayores desviaciones se producen en la etapa de dispersión y terminación, debido a que no se respetan las condiciones de operación ni el orden de adhesión de materia prima, generando complicaciones en las siguientes etapas.

En la tabla que se muestra a continuación, se muestra en detalle el plan de recolección de datos:

Tabla 6.5 Plan de recolección de datos.

Qué Medir (what)	Unidad de Medición	Dónde Medir (where)	Muestra (when)	Cómo Recolectar (how)	Por qué Recolectar (why)	Persona a Cargo (who)
- Cumplimiento del procedimiento -Tipo de error o falla	Galones/ kilogramos	Durante Proceso dispersión, terminación y ajuste.	Planilla de seguimiento	Observando el proceso productivo	Conocer errores de procedimiento	Alumnos Tesisistas

Fuente: Elaboración Propia.

Parámetros de Seguimiento

Se realizó una recolección de datos, mediante un seguimiento de diferentes lotes de producción de la planta Esmalte. Se hizo una observación previa, para determinar los parámetros a evaluar durante la realización de dicho seguimiento, en conjunto con el equipo de trabajo, con el fin de obtener la información necesaria sobre los factores que afectan directamente la producción y posteriormente, los re-trabajos.

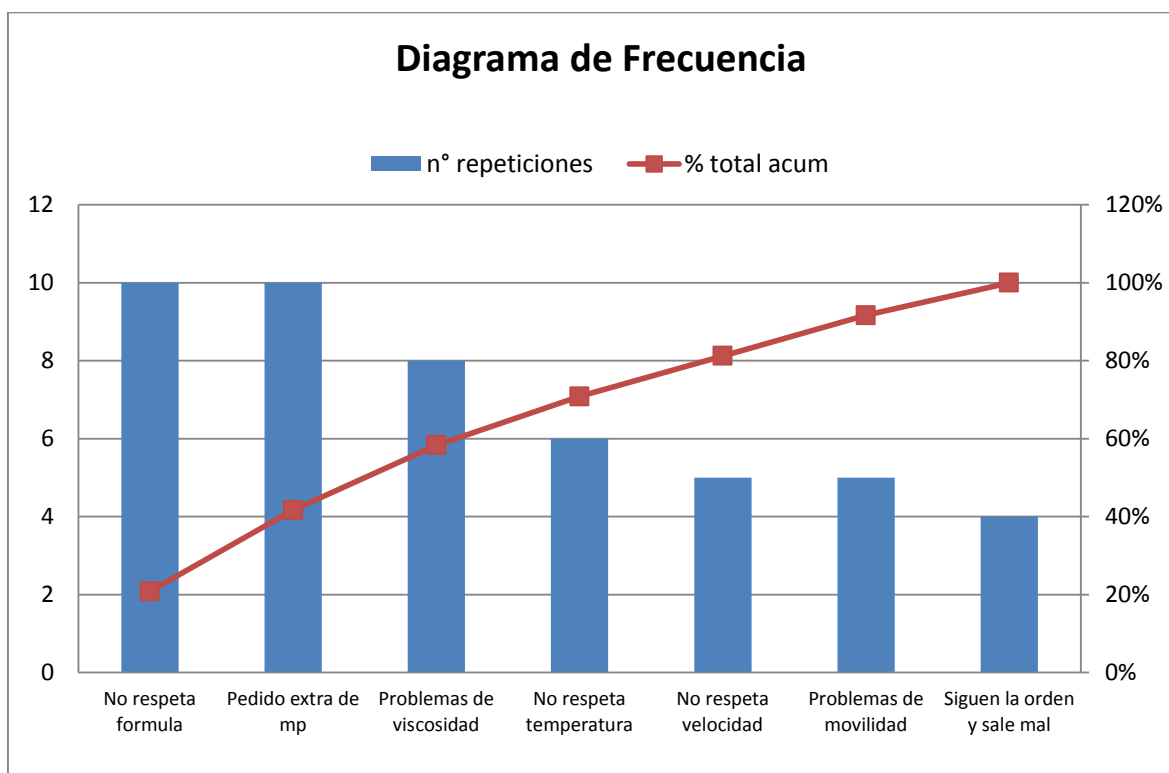
En base a lo anterior, los criterios a seguir son:

- ✓ **No respeta fórmula:** Quiere decir, que el operario no realiza su trabajo siguiendo las indicaciones totales existentes en la OP, principalmente por comodidad de trabajo.
- ✓ **Pedido extra de M.P.:** Esto se refiere a cualquier pedido de materia prima extra al indicado por la OP, debido a que el producto no aprobó algún control de calidad por lo que se debe ajustar.
- ✓ **Problemas de viscosidad:** Si en el control realizado, la medición de viscosidad está sobre o por debajo de lo requerido, se debe hacer un pedido extra de solvente o resina, respectivamente.
- ✓ **No respeta temperatura:** En la OP, se encuentra además, el rango de temperatura con el cual se debe trabajar el lote en proceso. Se tiene a disposición termómetros sensoriales para controlar dicha temperatura.
- ✓ **No respeta velocidad:** Las velocidades establecidas de trabajo de la maquinaria deben respetarse, ya que afectan directamente la temperatura del lote.
- ✓ **Problemas de movilidad:** Esto tiene relación con la movilidad de las pailas, que son donde se vierte el lote y se realiza el proceso completo.
- ✓ **Siguen la orden y sale mal:** Se refiere a los lotes que se siguen al pie de la letra lo indicado en la OP, pero no cumple algún parámetro por lo que se debe realizar un reproceso y/o adición de M.P.

Diagrama de Frecuencia

Para analizar la información obtenida en el plan de recolección de datos, procedimiento en el que se siguió el proceso productivo de diferentes órdenes de producción, será necesario utilizar ciertas herramientas, entre ellas el diagrama de frecuencia, donde se logra identificar los tipos de errores que más impactan en el proceso productivo de la planta solvente.

Figuras 6.7 Diagrama de Frecuencia.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 6.7, se concluye respecto de las causas principales que:

- ✓ Los criterios no se respeta fórmula, no exista control de temperatura y no exista control de velocidad de giro son principalmente relacionados a la **falta de control de las variables de operación**, esto quiere decir, que el operario toma decisiones por sobre las indicaciones de la OP, siendo que esta debe ser respetada en su totalidad para el correcto desarrollo del proceso de producción, además del poco control físico de la forma de trabajo.
- ✓ Problemas de viscosidad, ya sea alta o baja, tiene directa relación con la **falta de control de resina**, materia prima que influye directamente en la viscosidad del producto final. Esto provoca que, a pesar de que se siga la Orden de Producción en su totalidad, el hecho de que no se tenga control en esta materia prima, el lote producido no cumpla con los estándares de calidad. Un reflejo de esto se puede apreciar en el diagrama de frecuencia, que en el 80% de las veces que hubo que hacer pedido extra de M.P., fue debido a problemas de viscosidad, por lo que es necesario un control de resina adecuado considerando las cantidades utilizadas por producción.

Problema Enfocado

Problema enfocado **Control de las Variables de Operación** con utilización de herramienta 5W+1H

Tabla 6.6 5W+1H Causa 1.

Pregunta 5W+1H	Respuesta
¿Qué está sucediendo?	No se respetan las condiciones de operación
¿Cómo sucede?	Operario toma muchas atribuciones
¿Quiénes participan?	Operario y maquinaria
¿Cuándo ocurrió el problema?	Últimos 2 años
¿Dónde ocurrió?	A lo largo de todo el proceso
<ul style="list-style-type: none"> ✓ ¿Por qué ocurre? ✓ ¿Por qué ocurre? ✓ ¿Por qué ocurre? ✓ ¿Por qué ocurre? ✓ ¿Por qué ocurre? 	<ul style="list-style-type: none"> • Porque el operario toma decisiones sobre el proceso • Porque no existen controles asociados al proceso • Porque no está la información de operación completa • Porque mucha información se da en pasillos y no en papel • Porque la estandarización del proceso no es la adecuada

Fuente: Elaboración propia

Problema enfocado **Falla en Control de Resinas y Solvente** con utilización de herramienta 5W+1H

Tabla 6.7 5W+1H Causa 2.

Pregunta 5W+1H	Respuesta
¿Qué está sucediendo?	No se tiene control adecuado de la materia prima proveniente de cañería
¿Cómo sucede?	Al momento de verter la M.P. Se utiliza un método ineficiente para calcular la cantidad requerida
¿Quiénes participan?	Operario
¿Cuándo ocurrió el problema?	Últimos dos años
¿Dónde ocurrió?	Llenado de M.P.
<ul style="list-style-type: none"> ✓ ¿Por qué ocurre? ✓ ¿Por qué ocurre? ✓ ¿Por qué ocurre? ✓ ¿Por qué ocurre? ✓ ¿Por qué ocurre? 	<ul style="list-style-type: none"> • Porque el método de medida no es el adecuado • Porque el volumen utilizado es muy grande y las diferencias que se crean son significativas • Porque no existen caudalímetros para precisar el volumen • Porque no se toma la consciencia en las cantidades • Porque las instalaciones son antiguas y se requiere inversión.

Fuente: Elaboración propia

6.3 Etapa Analizar

- **Plan de mantención**

Desde enero del año 2017, Tricolor S.A. Trabaja con un plan de mantención llamado QROMAR. Dicho sistema, implementado y elaborado por Qroma, empresa dueña de Tricolor, consta con un orden de trabajo planificado, con especificaciones diferentes para cada tipo de maquinaria.

Dentro de las grandes ventajas de éste método, está la posibilidad de revisar en tiempo real el historial por máquina. Vale decir, se puede identificar la frecuencia de falla de una máquina, el motivo del fallo, y la corrección realizada. Sumado esto, es posible saber el tiempo invertido en el arreglo o mantención y el tiempo de inactividad de la máquina.

El equipo de trabajo asociado a este, está conformado por:

- ✓ Gabriel Cisternas, encargado de mantención.
- ✓ Alex Herrera, analista de mantención.
- ✓ Patricio Flores encargado de realizar mantención

Actualmente, la Planta Esmalte, cuenta con un plan de mantención que involucra:

- ✓ Mantenciones para maquinaria de lotes de grandes cantidades cada 3 meses.
- ✓ Mantenciones para maquinaria de lotes pequeñas cantidades cada 2 meses.
- ✓ Revisión general de maquinaria todos los meses.

El plan de mantención, junto con el departamento de R.R.H.H. está encargado de control de seguridad de los operarios, por lo que incluye:

- ✓ Inducción de operación de máquinas.
- ✓ Implementos de operación (guantes, casco, audífonos, zapatos de seguridad.)
- ✓ Indicaciones generales de manipulación asociadas a la máquina.

Al considerar los factores que influyen en las desviaciones ya conocidas mediante el plan de recolección de datos, se aplicará la herramienta de los 5 por qué, para conocer las causas raíz de los problemas enfocados.

La forma de trabajo es preguntar por qué ocurre esta causa, dando una respuesta como supuesto, si este es aceptado, se vuelve a repetir el proceso hasta llegar idealmente a un mínimo de 3 preguntas, donde se conocerá la causa raíz del problema, de lo contrario se desecha el supuesto ya que no es causa sustentable.

Se comenzará preguntando ¿Por qué se genera aumento de re-trabajo?, ya que junto con el aumento de los costos de producción son las mayores consecuencias o efectos de los problemas existentes durante la fabricación de la pintura.

Figuras 6.8 Herramienta 5 por qué.

Ronda 1		Ronda 2		Ronda 3		Ronda 4		Acción
¿Por qué se genera aumento de re trabajo?		¿Por qué la viscosidad no cumple sus estándares?		¿Por qué las condiciones de operación no se respetan?		¿Por qué existe un predominio mayor de experiencia?		Estandarizar los procedimientos técnicos y de trabajo.
La medida de viscosidad no cumple sus estándares.	Aceptado	Condiciones de operación no se respetan.	Aceptado	Predomina la experiencia del trabajador sobre las indicaciones técnicas.	Aceptado	No existe control suficiente en la planta.	Causa raíz	

Ronda 1		Ronda 2		Ronda 3		Ronda 4		Acción
¿Por qué se genera aumento de re trabajo?		¿Por qué la viscosidad no cumple sus estándares?		¿Por qué el operario hace mal su función?		¿Por qué no respeta procedimiento?		Estandarizar los procedimientos técnicos y de trabajo.
La medida de viscosidad no cumple sus estándares.	Aceptado	Operario hace mal su función.	Aceptado	No respeta procedimiento.	Aceptado	Falta capacitación a los trabajadores.	Causa raíz	

Ronda 1		Ronda 2		Ronda 3		Ronda 4		Acción
¿Por qué se genera aumento de re trabajo?		¿Por qué la viscosidad no cumple sus estándares?		¿Por qué las cantidades no son las indicadas?		¿Por qué la medición es inexacta?		Incorporar medidores de flujo
La medida de viscosidad no cumple sus estándares.	Aceptado	Cantidades de resina/solvente no son las indicadas.	Aceptado	Sistema de medición es inexacto.	Aceptado	Faltan medidores de flujo.	Causa raíz	

Fuente: Elaboración propia.

Según el análisis, el aumento de re-trabajos se provoca debido a 3 causas directas: no existe control suficiente de la planta, faltan capacitaciones a los operarios y la principal causa es que no existen medidores o controladores de flujo del material transportado por cañerías.

Dado el resultado las acciones a seguir en primera instancia es entregar recomendaciones sobre una forma de estandarizar los procedimientos técnicos y de trabajo. Además, para obtener un control exacto de las cantidades de materia prima, proponer incorporar medidores de flujo a las instalaciones.

6.3.1 Análisis teórico de los problemas enfocados

- **Problema enfocado: Falta de control de variables de operación.**

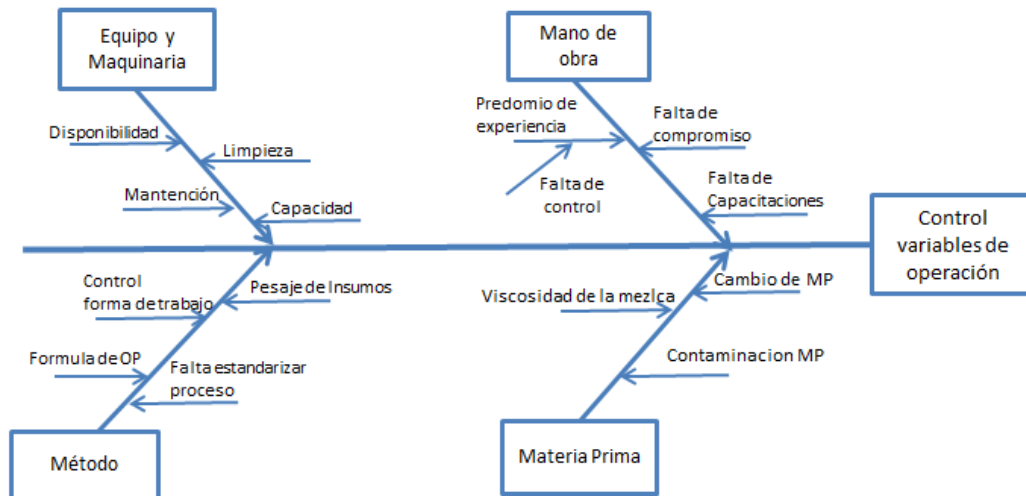
Según cada uno de los problemas enfocados, en conjunto con el equipo de trabajo, se realiza un análisis generando una lluvia de ideas obteniendo una mejor visión de las causas del problema. A continuación se enumeran las ideas:

1. Poco control
2. Limpieza
3. Capacidad
4. Disponibilidad
5. Cambio de Materia Prima
6. Operario toma muchas decisiones
7. Predominio experiencia del operario sobre procedimientos
8. Condiciones operacionales no establecidas
9. Mantenciones de equipos
10. Contaminación
11. Falta de capacitación
12. Formula de la OP
13. Pesaje de Insumos

Dentro de la discusión, la idea más repetida es que el poco control sobre las condiciones operacionales de trabajo es una de las causas que más impacto tiene en los resultados finales del proceso, ya que cualquiera que estas falle, ya sea, temperatura a la que se está trabajando, la velocidad de giro del equipo para la molienda y dispersión de los pigmentos y cargas o los tiempos de molienda, afectan directamente la calidad del producto y cualquier diferencia en esta, significa que habrá que aplicar re-trabajo al producto procesado, generando pedidos de producción, lo que implica, añadir material extra no considerado en la planificación del lote.

Ahora bien, mostrando gráficamente las causas enumeradas anteriormente, se utiliza el diagrama causa-efecto, con el fin de separar por criterios específicos las ideas.

Figura 6.9 Diagrama Causa-Efecto Problema Enfocado.



Fuente: Elaboración propia.

Ya terminado el diagrama se llega a la conclusión de que las ideas planteadas falta de controles en los procedimientos de trabajo, control de las variables de operación, decisiones del operario en base a la experiencia, son las que generan un mayor impacto en los resultados.

Para poder analizar las variables de operación es necesario tener claridad en la forma de trabajo existente en la planta y de los trabajadores que forman parte del proceso, además de los operarios encargados de la fabricación.

Personal de producción

Son las personas que están familiarizados directamente con la elaboración del lote. Si bien, todos los integrantes de la empresa colaboran con el funcionamiento de Tricolor, se destaca los siguientes cargos:

- ✓ Operario (1 o 2): Es quien recibe la OP, junto con la materia prima en la planta Esmalte.
- ✓ Jefe de Turno: Encargado de supervisar el procedimiento de los operarios, y encargado, en algunos casos, de ingresar cierta información del lote de producción al sistema.

- ✓ Jefe de Planta: Encargado de todos los procedimientos de la planta. Es, el que verifica que se cumplan las condiciones de trabajo, y que las maquinarias se encuentren en las condiciones necesarias para su funcionamiento.

Análisis de situación Planta Esmalte

Al tener en consideración que, a lo largo del proceso explicado, la OP, es el documento más importante de toda la producción, ya que se indica la cantidad de materia prima necesaria para el proceso de fabricación como el procedimiento que se debe seguir desde SPL hasta la etapa de envasado.

Si bien, en este documento se encuentran detallados todos los pasos que sigue el producto desde el inicio hasta el final, al momento de hacer el seguimiento se pudo apreciar que:

- ✓ **La OP, no siempre es respetada a lo largo del proceso.** Vale decir, por comodidad del operario o por "información desactualizada", el trabajador opta por seguir un orden diferente de la OP.
- ✓ **El control de temperatura no existe.** En la OP se indican parámetros de trabajo, como el rango de temperatura en que se debe trabajar el lote en proceso durante cada etapa. Dicho control no existe. Se trabaja más por la experiencia del operario que por sobre los indicadores.
- ✓ **El control de velocidades (RPM), no existe.** A su vez, la OP no indica a qué velocidad específica se debe trabajar un determinado producto, por lo que queda completamente al criterio del operario.
- ✓ **Control de jefe de turno es bajo.** Así como el operario toma decisiones por sobre la OP, no existe un método que controle dicho procedimiento. El jefe de turno no está dentro de la planta, sino, en una oficina por lo que no tiene conocimiento de lo que pasa en planta, a no ser que un operario informe.
- ✓ **El jefe de planta no estuvo presente durante ningún procedimiento realizado mientras se realizó el seguimiento.**
- ✓ **El control de resinas y solvente no existe.** Si bien, se habla de que no existe un método de medición correcto para esta materia prima, no existe a su vez, un control que verifique que el actual método se cumpla con las condiciones necesarias. Esta es la única materia prima de la cual se puede agregar en mayor cantidad, sin tener un registro documentado de esto.
- ✓ **Pailas móviles escasas.** No siempre están disponibles las pailas necesarias para cada producto. En ocasiones, se tuvo que utilizar pailas de distinto tamaño al requerido para poder realizar el lote.

Si bien, es reconocido que algunas OP están obsoletas, ya sea por cambio de materia prima o por los reiterados re-trabajos para corregir el producto, mientras el operario

siga tomando atribuciones por sobre el documento, nunca se va a poder obtener un real registro de cuáles son las OP que realmente necesitan una actualización y cuáles no.

Aclarando que, no es posible agregar materia prima sin que se genere un documento de pedido extra por falla del producto, existe durante el proceso, actos por parte del trabajador, que no están incluidos en la fórmula, como por ejemplo, el de verter todo el contenido de una MP en la fase inicial de un proceso, en vez de fraccionado, como está indicado, con el fin de mayor comodidad para manipular el producto.

A su vez, existen casos, donde se utilizaron dos pailas para realizar el producto, “adelantando” trabajo haciendo dos procesos diferentes en distintas máquinas, alterando por cierto, el producto final.

Es sabido, que existen diferencias entre trabajadores experimentados y trabajadores novatos, lo que se puede medir en la rapidez y eficacia en su forma de trabajo al conocer el proceso y las máquinas. Lo anterior, no significa que el operario pueda decidir por sobre las indicaciones de la OP, ya que esta última, es estudiada y creada con el fin de que sea la mejor forma para desarrollar el lote de producción.

Muchas atribuciones por parte de los operarios, están “justificadas” como un método de facilitar la producción, y a su vez, por falta de claridad en la realización del producto. Esto, tomando en cuenta que no existe un control que verifique que se esté haciendo el trabajo correctamente, da como resultado, que no se pueda llevar un registro claro sobre qué productos necesitan una actualización y que cambios se deben hacer adicionales para la correcta realización del producto.

En resumen, la falta de control de las variables de operación, es una de las causas más importantes que causan re-trabajos en la planta de solvente, se pueden concluir dos cosas:

- ✓ En primer lugar, la falta de control existente, tiene relación con un problema en el planteamiento y control de la metodología de trabajo, no solo en la planta solvente, sino en todas las plantas de Tricolor.
- ✓ En segundo lugar, la falta de control de las variables de operación, es la segunda razón más influyente para la existencia de re-trabajos, siendo el bajo control de las cantidades de resinas, la causa de mayor impacto durante el proceso productivo de dicha planta.

Por lo tanto, para realizar un cambio respecto del control de las variables de operación, es necesario un cambio en la modalidad de trabajo de todo Tricolor, desde planificación hasta las plantas en sí. Con un compromiso de todos los integrantes del proceso productivo, en busca de una mejora continua y complementación de las partes para poder llevar un mejor registro de lo que ocurre en la producción, con el fin de poder evaluar los reportes realizados para buscar una solución a los diversos problemas que puedan

ocurrir. Si no se tiene un control de las actividades realizadas, principalmente, por decisiones del operario, no se podrán realizar las mejoras correspondientes, por ejemplo, a una fórmula errónea.

Finalmente, mientras la metodología de trabajo siga igual, no se puede realizar un alcance más grande respecto del impacto que ocasiona la falta de control de las variables de operación, ya que se debe hacer una mejora a nivel de empresa. Por lo tanto, enfocados en el problema inicial, que es el aumento de costos debido a re-trabajos en la planta de solvente, se debe hacer un enfoque a la causa más importante, que es la falta en el control de resinas.

- **Problema enfocado: Falla en el control de resinas.**

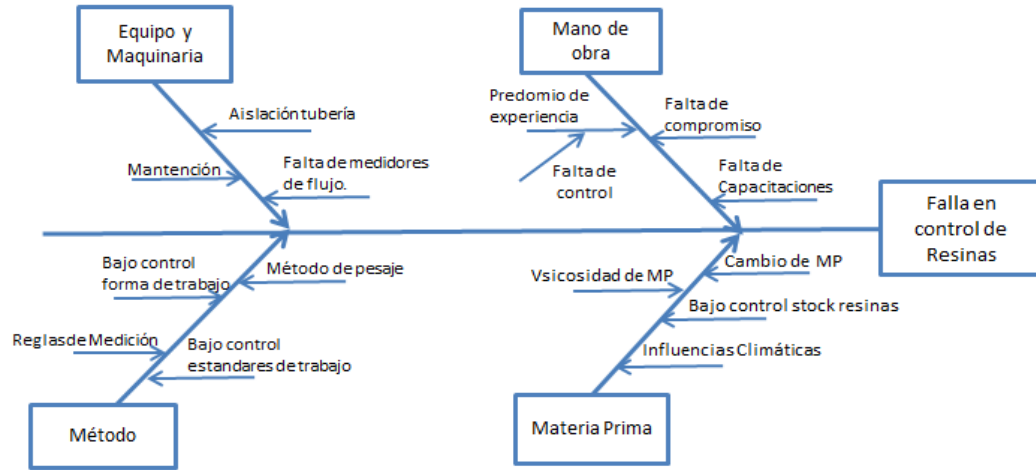
Al igual que en el problema anterior, se realiza una lluvia de ideas en conjunto con el equipo de trabajo, los resultados son los siguientes:

1. No hay control
2. Sistema de medición poco exacto
3. Poco interés del trabajador
4. Faltan medidores de flujo
5. Diferencias de inventario
6. Formula de la OP
7. Limpieza de estanques
8. Condiciones climáticas
9. Mantenimiento de tuberías
10. Calidad de materia prima
11. Aislación tubería
12. Falta de supervisión
13. Predominio de la experiencia

Bajo el concepto de control de resinas y solvente, hay muchas variables que afectan esta situación. Nuevamente el predominio de la experiencia del trabajador en relación al procedimiento establecido fue una idea muy repetida debido al bajo control existente en planta. Pero de acuerdo a los planes de recolección de datos, la variable más influyente es la falta de medidores de flujo.

A continuación se realiza diagrama de Ishikawa, relacionando los conceptos críticos con las causas obtenidas en la etapa anterior:

Figura 6.10 Diagrama Causa-Efecto Problema Enfocado.



Fuente: Elaboración propia.

Analizando el diagrama, las causas que tienen un mayor impacto para que ocurra este problema es el bajo control hacia el operario de la forma de trabajo, y además la falta de medidores de flujo hace que se generen re-trabajos debido al bajo manejo de los niveles en las resinas y solventes utilizados.

A continuación, se entregan las características de las materias primas que tienen directa relación con el problema y de las instalaciones donde se transportan.

Tabla 6.8 Características cañerías Planta Esmalte.

	Resina 116	Resina 127
Diámetro de cañería	2 1/2"	4"
Material de cañería	SCH-40 Galvanizadas	
Espesor cañería	3 mm	
Presión de trabajo de bomba	100-150 Psi	

Fuente: Elaboración propia.

- **Resina 116: base de soya**

Resina alquídica larga en aceite de soya. Buen secado, apta para oleos y esmaltes de primera calidad (blancos).

Tabla 6.9 Composición resina 116.

Composición	
Tipo de Aceite	Soya Refinado
Contenido de Aceite	59 - 61%
Solvente	Varsol

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.10 Especificaciones técnicas resina 116.

Especificaciones Técnicas	
No volátiles	60 +/-1
Viscosidad	3.620 [cps] - 6.340 [cps]
N° Acido	15 Máximo al 100 %
Peso por Galón	3,52 +/- 0,04 kg
T° inflamación	38 [°C]
T° auto-ignición	>200 [°C]
Densidad a 20°C	0,95 [gr/cc]
Viscosidad a 20°C	4982 [Cps]

Fuente: Elaboración propia.

- **Resina 127: base de pescado**

Resina alquídica corta en aceite de pescado winterizado y refinado, lo que permite mejorar su tiempo de secado. Su modificación con “colofonia” aumenta su resistencia, dureza y brillo. Apto para pinturas, barnices de tipo industrial, buenos resultados para pinturas de tráfico y similares.

Tabla 6.11 Composición resina 127.

Composición	
Tipo de Aceite	Pescado Winterizado
Contenido de Aceite	34 - 36%
Solvente	Xilol

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.12 Especificaciones técnicas resina 127.

Especificaciones Técnicas	
No volátiles	65+/-1
Viscosidad	3.620 [cps] – 4.630 [cps]
N° Acido	12 Máximo al 100 %
Color Gardner	14 Máximo
Peso por Galón	3.87 +/- 0.04

Fuente: Elaboración propia.

- **Solvente Varsol**

Tabla 6.13 Especificaciones técnicas solvente Varsol.

Especificaciones Técnicas	
T° inflamación	38[°C]
Densidad a 20°C	0,785 [gr/cc]
Viscosidad a 20°C	100 [Cps]

Fuente: Elaboración propia.

El sistema que se utiliza para la descarga es por gravedad, ejecutando una válvula para abrir y cerrar el flujo.

Para controlar las cantidades de MP utilizadas en el proceso, existe un sistema de pesaje (ubicado en el piso de la planta justo bajo la descarga de cañerías), el cual consiste en mover el estanque en el que se realizará la dispersión al lugar de descarga, se abre la válvula y cae el material hasta que el peso sea el necesario.

En esta parte del proceso ocurren varias situaciones que cabe mencionar:

- ✓ Al cerrar la válvula, el material continúa saliendo de la cañería, por lo que se agrega a la resina ya descargada, no siendo contabilizado como material requerido en la Orden de Producción.
- ✓ Estas diferencias generan que al realizar las muestras de control de laboratorio, estas tengan los parámetros alterados por lo que generalmente son rechazadas.
- ✓ Otra forma de controlar la resina saliente de la cañería, es por medio de reglas de medición, esto es, una barra (algunos casos metálica otros de madera) marcada de forma similar a una regla (unidad de centímetros y metro), que tiene como fin marcar el volumen no utilizado del estanque relacionando el diámetro del estanque por cada centímetro de altura marcado por la regla.

Como se explicó anteriormente, existen documentos asociados a la orden de producción que entregan información de todos los movimientos de materias primas dentro del proceso, en este caso hablamos de la “orden de traslado de material (OTM), la cual tiene su inicio en el proceso de fragmentación de materia prima en la sala de preparación de lotes (SPL), donde se indica la cantidad de material requerido por cada OP para la fabricación de cada uno de los lotes.

Además, existe un documento llamado “pedido de producción (PDP)” el cual tiene participación en el proceso cada vez que es necesario ocupar más cantidad de material que el requerido por la OP.

Documentación año 2016

A continuación se mostrará información referida a la utilización de material durante los años en estudio de resina 116, resina 127 y solvente Varsol, comparando las cantidades requeridas por OTM y las efectuadas por PDP.

- **Resina 116**

En la tabla se indica la cantidad de resina 116 utilizada según producción planificada, respaldada en documento Orden de traslado de material (OTM), durante el año 2016:

Tabla 6.14 cantidad resina 116 según OTM.

OTM Resina 116						
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cantidad [Kg]	95.595	90.129	77.865	103.602	81.320	80.087

OTM Resina 116						
Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Cantidad [Kg]	104.363	136.539	206.483	225.127	239.492	247.485

TOTAL [Kg]
1.688.086

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se indica la cantidad de resina 116 utilizada de manera extra, respaldada en documento pedido de producción (PDP) durante el año 2016:

Tabla 6.15 cantidad resina 116 según PDP.

PDP Resina 116						
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Serie 1001 [Kg]	6.884	7.732	2.868	9.893	2.295	2.744
Serie 1003 [Kg]	2.240		2.941	2.000	8.962	3.691

PDP Resina 116						
Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Serie 1001 [Kg]	1.149	746	5.434	4.777	1.320	2.533
Serie 1003 [Kg]	5.719	3.045	17.071	11.225	10.610	7.235

TOTAL	
Serie 1001 [Kg]	48.374
Serie 1003 [Kg]	74.737

Fuente: Elaboración propia.

- **Resina 127**

Se indica la cantidad de resina 127 utilizada según producción planificada, respaldada en documento Orden de traslado de material (OTM), durante el año 2016:

Tabla 6.16 Cantidad resina 127 según OTM.

OTM Resina 127						
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cantidad [Kg]	14.585	10.947	19.487	14.006	15.339	15.667

OTM Resina 127						
Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Cantidad [Kg]	16.422	15.542	10.949	12.605	13.784	15.159

TOTAL [Kg]
174.492

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se indica la cantidad de resina 127 utilizada de manera extra, respaldada en documento pedido de producción (PDP) durante el año 2016:

Tabla 6.17 Cantidad resina 127 según PDP.

PDP Resina 127						
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Serie 1001 [Kg]	1.406	263	797	824	641	273
Serie 1003 [Kg]	800		587		700	694

PDP Resina 127						
Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Serie 1001 [Kg]	18	46	102			
Serie 1003 [Kg]	320	224	383	400	604	902

TOTAL	
Serie 1001 [Kg]	4.370
Serie 1003 [Kg]	5.614

Fuente: Elaboración propia.

- **Solvente Varsol**

Cantidad de solvente Varsol utilizado según producción planificada, respaldada en documento Orden de traslado de material (OTM), durante el año 2016:

Tabla 6.18 Cantidad solvente Varsol según OTM.

OTM Solvente Varsol						
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cantidad [Kg]	87.262	78.337	96.148	77.113	73.963	72.148

OTM Solvente Varsol						
Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Cantidad [Kg]	89.297	92.501	81.233	84.840	88.916	92.296

TOTAL [Kg]
1.014.054

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se indica la cantidad de solvente Varsol utilizado de manera extra, respaldada en documento pedido de producción (PDP) durante el año 2016:

Tabla 6.19 Cantidad solvente Varsol según PDP.

PDP Solvente Varsol						
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Serie 1001 [Kg]	2.387	3.761	3.536	3.467	2.420	3.913
Serie 1003 [Kg]	9.000	2.000	9.005	4.405	7.700	13.600

PDP Solvente Varsol						
Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Serie 1001 [Kg]	1.021	1.656	3.888	2.767	4.089	3.313
Serie 1003 [Kg]	3.112	10.661	7.828	5.761	7.966	6.923

TOTAL	
Serie 1001 [Kg]	36.217
Serie 1003 [Kg]	87.960

Fuente: Elaboración propia.

Documentación año 2017

- **Resina 116**

Se indica la cantidad de resina 116 utilizada según producción planificada, respaldada en documento Orden de traslado de material (OTM), durante el año 2017:

Tabla 6.20 Cantidad resina 116 según OTM.

OTM Resina 116						
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cantidad [Kg]	265.092,7	252.398,5	255.781,5	202.902,1	142.468,0	108.335,8

OTM Resina 116						
Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Cantidad [Kg]	154.041,9	195.593,8	254.406,2	263.156,8	314.779,0	279.067,3

TOTAL [Kg]
2.688.023,6

Fuente: Elaboración propia

Se indica la cantidad de resina 116 utilizada de manera extra, respaldada en documento pedido de producción (PDP) durante el año 2017:

Tabla 6.21 Cantidad resina 116 según PDP.

PDP Resina 116						
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Serie 1001 [Kg]	9.565,6	3.600,6	15.443,3	530,0	1.021,0	5.638,8
Serie 1003 [Kg]	14.897,0	13.596,6	6.102,0	13.060,0	5.825,5	661,0

PDP Resina 116						
Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Serie 1001 [Kg]	1.222,1	1.991,9	1.833,5	2.419,0	4.562,3	2.575,4
Serie 1003 [Kg]	8.467,0	9.815,0	7.781,0	23.498,3	7.051,8	19.361,0

TOTAL	
Serie 1001 [Kg]	50.403
Serie 1003 [Kg]	130.116

Fuente: Elaboración propia.

- **Resina 127**

En la siguiente tabla se indica la cantidad de resina 127 utilizada según producción planificada, respaldada en documento Orden de traslado de material (OTM), durante el año 2017:

Tabla 6.22 Cantidad resina 127 según OTM.

OTM Resina 127						
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cantidad [Kg]	18.503,2	21.763,9	20.310,5	11.389,7	14.643,7	15.996,2

OTM Resina 127						
Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Cantidad [Kg]	17.276,5	12.824,7	20.291,9	23.024,4	20.782,7	21.081,1

TOTAL [Kg]
217.888,481

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se indica la cantidad de resina 127 utilizada de manera extra, respaldada en documento pedido de producción (PDP) durante el año 2017:

Tabla 6.23 Cantidad resina 127 según PDP.

PDP Resina 127						
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Serie 1001 [Kg]	2.217,5	1.270,5	42,0	-	42,5	1.291,0
Serie 1003 [Kg]	653,0	-	1.931,0	307,0	660,0	-

PDP Resina 127						
Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Serie 1001 [Kg]	-	-	19,4	50,0	-	38,6
Serie 1003 [Kg]	443,0	-	3.178,5	3.192,6	17,5	-

TOTAL	
Serie 1001 [Kg]	4.971,45
Serie 1003 [Kg]	10.382,60

Fuente: Elaboración propia.

- **Solvente Varsol**

Cantidad de solvente Varsol utilizado según producción planificada, respaldada en documento Orden de traslado de material (OTM), durante el año 2017:

Tabla 6.24 Cantidad de solvente Varsol según OTM.

OTM Solvente Varsol						
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Cantidad [Kg]	104.621,3	92.293,5	100.553,4	61.109,6	87.909,9	62.591,0

OTM Solvente Varsol						
Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Cantidad [Kg]	76.793,8	88.712,1	82.964,6	106.243,6	219.519,1	196.296,0

TOTAL [Kg]
1.279.607,984

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se indica la cantidad de solvente Varsol utilizado de manera extra, respaldada en documento pedido de producción (PDP) durante el año 2017:

Tabla 6.25 Cantidad de solvente Varsol según PDP.

PDP Solvente Varsol						
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Serie 1001 [Kg]	2.145,95	3.398,00	1.616,35	2.110,00	1.119,00	445,00
Serie 1003 [Kg]	2.651,00	4.200,00	6.875,24	3.455,08	2.595,16	-

PDP Solvente Varsol						
Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Serie 1001 [Kg]	410,50	726,00	1.208,00	671,16	1.208,00	1.964,46
Serie 1003 [Kg]	517,62	3.195,40	2.046,00	-	903,46	114,00

TOTAL	
Serie 1001 [Kg]	17.022,42
Serie 1003 [Kg]	26.552,96

Fuente: Elaboración propia.

Tablas comparativas**Tabla 6.26 Comparación OTM año 2016/2017.**

OTM		
Materia Prima	Año 2016	Año 2017
Resina 116 [Kg]	1.688.086	2.688.024
Resina 127 [Kg]	174.492	217.888
Solvente Varsol [Kg]	1.014.054	1.279.608

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.27 Comparación PDP resina 116 año 2016/2017.

PDP Resina 116		
	Año 2016	Año 2017
Serie 1001 [Kg]	48.374	50.403
Serie 1003 [Kg]	74.737	130.116

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.28 Comparación PDP resina 127 año 2016/2017.

PDP Resina 127		
	Año 2016	Año 2017
Serie 1001 [Kg]	4.370	4.971
Serie 1003 [Kg]	5.614	10.383

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.29 Comparación PDP Solvente Varsol año 2016/2017.

PDP Solvente Varsol		
	Año 2016	Año 2017
Serie 1001 [Kg]	36.217	17.022
Serie 1003 [Kg]	87.960	26.553

Fuente: Elaboración propia.

En relación a las tablas mostradas, se puede apreciar que según documento OTM, la resina 116 presenta un aumento de un 59,2% en su uso para el año 2017. Esto se ve reflejado por la determinación de la empresa de reemplazar la resina 127 por la resina 116.

Esta determinación ocurre principalmente debido al costo de fabricación de la resina 116, ya que es más económica que las demás resinas fabricadas (información mostrada en el capítulo 8). Otro aspecto considerado es su manipulación, ya que sus características cumplen con los estándares de calidad de la mayoría de los productos fabricados en la planta esmalte, por lo que ya está comprobado que no afecta la producción, y como tercer factor, esta resina tiene un menor impacto ambiental tanto en su uso como en la fabricación.

Considerando los niveles de producción en relación a los años en estudio, hubo una disminución de un 3% para el año 2017, no así, sus costos de fabricación que aumentaron un 13,8%.

Si hablamos de la resina 116, considerando el documento PDP, y centrándonos en la serie 1003 (explicación en el capítulo 8), hubo un aumento de un 74,1% en los pedidos extra de este material para el año 2017, lo que se puede explicar por el uso que se le da actualmente a esta resina, ya que es considerada como una base de la fabricación.

7. Propuesta de Implementación

De acuerdo a todo lo analizado en los capítulos anteriores, se puede apreciar, que existe una cantidad significativa de materia prima extra utilizada fuera de la fórmula original del lote de producción.

En el caso de la resina 116, resina 127 y solvente Varsol, varían entre un 3% y un 7% de la cantidad planificada en la fabricación, que son, las principales materias primas, responsables de afectar directamente la viscosidad del producto, dado esto, es posible concluir que una forma de aminorar las pérdidas o diferencias de materias primas de las resinas y solvente Varsol, es la implementación de **medidores de flujo** en las instalaciones de las descargas de las tuberías, obteniendo así, un control exacto en el uso de estos materiales, ayudando a la empresa a disminuir re-trabajos en la planta de solvente y por lo tanto, minimizar los costos de fabricación.

Por otra parte, se concluye además que, la cantidad de Resina 116 utilizada, en relación a la resina 127, es notoriamente mayor (180.519 Kilos para Resina 116 y 15.354 Kilos para la Resina 127, para lo que es PDP). Esto, debido a que la Resina 116, reemplazó a la resina 127, ya que se adapta de mejor manera a los requerimientos de la empresa para la producción de lotes de la planta de solvente.

Finalmente, se debe considerar, que dentro de las funciones del solvente Varsol, está la de disminuir la viscosidad del producto, principalmente por la falta de control (caudalímetro) de la resina, por lo que, al implementar el medidor de flujo, la cantidad de Varsol utilizado disminuirá considerablemente. Además de ser una materia prima con baja viscosidad, lo que significa que es más fácil de controlar.

Por lo tanto, la implementación de caudalímetro será enfocada en las características de la Resina 116, siendo esta, la que tiene un mayor impacto para el problema planteado.

Cabe destacar, que, como se mencionó en un principio, la planta esmalte está dividida en 2 sectores, uno, para lotes con un máximo de 500 galones, y otro para lotes desde 500 a 2500 galones. Por lo tanto, existen dos puntos de descarga para la resina 116, por lo que es necesaria la adquisición de dos caudalímetros.

Para esto, se contactó a una empresa distribuidora de equipos industriales, "Flexim", quien lleva 25 años en el mercado, demostrando calidad y efectividad en sus productos para realizar la cotización correspondiente del caudalímetro.

En conjunto con Flexim, basados en las características de las resinas como, la presión del fluido, diámetro de las tuberías, viscosidad del material, entre otros, se llegó a la conclusión de que el caudalímetro que cumple con las condiciones necesarias es el modelo "FLUXUS F704".

Este equipo se dimensionó con aprobación ATEX zona 2, debido a que se encuentra en un lugar con alto riesgo de ignición y explosividad.

El caudalímetro es de carácter ultrasónico, para grandes viscosidades y, a su vez, externo, lo que significa que no es necesario intervenir las instalaciones actuales, se adhiere directamente a la descarga. Además, es necesario que sea anti-explosivo dado al material de trabajo.

Cabe mencionar, que antes de realizar la instalación del medidor por parte de la empresa proveedora, es necesario realizar una revisión del lugar físico de trabajo. Además, por la alta viscosidad de trabajo, se debe aplicar dos pruebas, lo primero medir la velocidad del sonido en cada resina, esto es para el armado de la curva de datos, como es un fluido no estándar no se está incluido en los registros de la empresa y, en segundo lugar, una factibilidad técnica con medición portátil. Ambas pruebas son realizadas sin costo por parte de la empresa, al momento de llevar a cabo la instalación.

Finalmente, dentro del valor de este caudalímetro, viene incluida la mantención por 5 años, a partir de la fecha de instalación. Posterior a esto, de acuerdo a las condiciones existentes, se establecerá un plan de mantención.

- Características del caudalímetro:

Tabla 7.1 Características Fluxus F704.

Características	
Velocidad de flujo	0,01-25 [m/s]
Fluido	Todos los líquidos conductores del sonido con un componente gaseoso o en partículas sólidas < 10 % del volumen.
Consumo de potencia	< 15 W
Material de la carcasa	Aluminio, recubrimiento de polvo.
Peso	3,1 kg
Temperatura ambiente	Entre -40° y 60 °C
Vida Útil	5 años

Fuente: Empresa Flexim.

- Valor caudalímetro FLUXUS F704:

Tabla 7.2 Costo de insumos caudalímetro.

Ítem	Valor [US]
Transmisor serie 7 (TF7-F704GP-A202A2-A1F1NNN-NANNN-ES/UP)	6.436
Juego de transductores ultrasónicos (TRF-FSP-EA2TS-000)	3.206
Fijación (MOU-VCM-DM-S092)	560
TOTAL	10.202

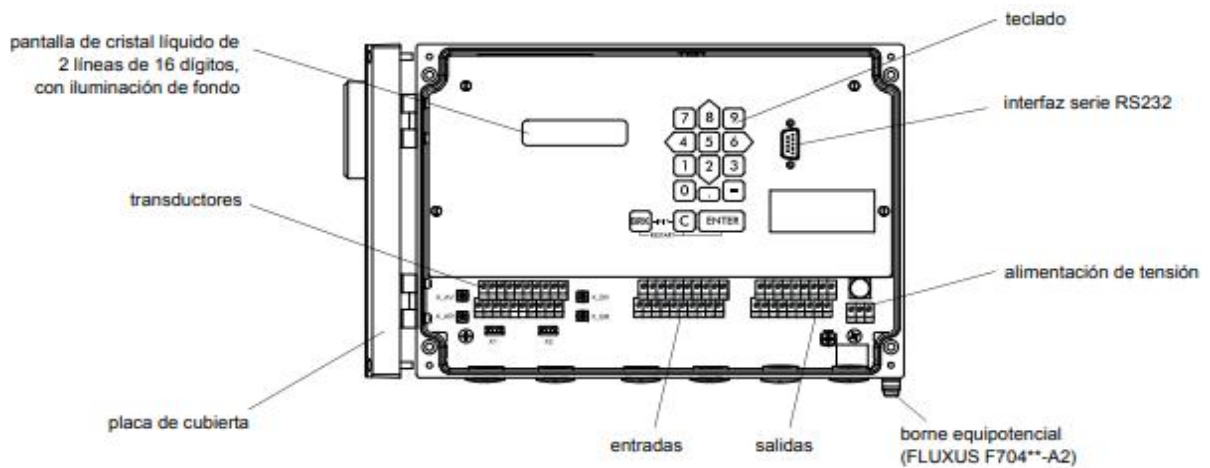
Fuente: Elaboración propia

Figuras 7.1 Caudalímetro Fluxus F704.



Fuente: Empresa Flexim

Figura 7.2 Panel de mando Caudalímetro Fluxus F704.



Fuente: Empresa Flexim.

8. Análisis de Costos y Resultados

Costo unitario de materia prima utilizada en producción:

Tabla 8.1 Costo unitario de insumos.

Insumo	Costo Unitario por Kg (\$)
Resina 116	790,49
Resina 127	1102,46
Solvente Varsol	494,98

Fuente: Elaboración propia

8.1 Impacto Económico

Análisis año 2016

- **Resina 116**

Tabla 8.21 Costo de resina 116 año 2016.

Resina 116		
Respaldo	Cantidad (Kg)	Costo (\$)
OTM	1.688.086	1.334.414.841
PDP	123.111	97.318.102

Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de materia prima extra dada cualquier variación en las mediciones de calidad del producto para la resina 116, corresponde al 7.2% relacionando la cantidad requerida por planificación (OTM) y pedidos extra de material (PDP).

- **Resina 127**

Tabla 8.3 Costo de resina 127 año 2016.

Resina 127		
Respaldo	Cantidad (Kg)	Costo (\$)
OTM	174.492	192.370.573
PDP	9.984	11.006.981

Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de materia prima extra dada cualquier variación en las mediciones de calidad del producto para la resina 127, corresponde al 5,7% relacionando la cantidad requerida por planificación (OTM) y pedidos extra de material (PDP).

- **Solvente Varsol**

Tabla 8.4 Costo Solvente Varsol año 2016.

Solvente Varsol		
Respaldo	Cantidad (Kg)	Costo (\$)
OTM	1.014.054	501.936.211
PDP	124.177	61.465.161

Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de materia prima extra dada cualquier variación en las mediciones de calidad del producto para solvente Varsol, corresponde al 12,2% relacionando la cantidad requerida por planificación (OTM) y pedidos extra de material (PDP).

Análisis año 2017

- **Resina 116**

Tabla 8.5 Costo de resina 116 año 2017.

Resina 116		
Respaldo	Cantidad (Kg)	Costo (\$)
OTM	2.688.024	2.124.855.748
PDP	180.520	142.698.921

Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de materia prima extra dada cualquier variación en las mediciones de calidad del producto para la resina 116, corresponde al 7% relacionando la cantidad requerida por planificación (OTM) y pedidos extra de material (PDP).

- **Resina 127**

Tabla 8.6 Costo de resina 127 año 2017.

Resina 127		
Respaldo	Cantidad (Kg)	Costo (\$)
OTM	217.888	240.213.335
PDP	15.354	16.927.226

Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de materia prima extra dada cualquier variación en las mediciones de calidad del producto para la resina 127, corresponde al 7% relacionando la cantidad requerida por planificación (OTM) y pedidos extra de material (PDP).

- **Solvente Varsol**

Tabla 8.7 Costo Solvente Varsol año 2017.

Solvente Varsol		
Respaldo	Cantidad (Kg)	Costo (\$)
OTM	1.279.608	633.380.360
PDP	43.575	21.568.941

Fuente: Elaboración propia.

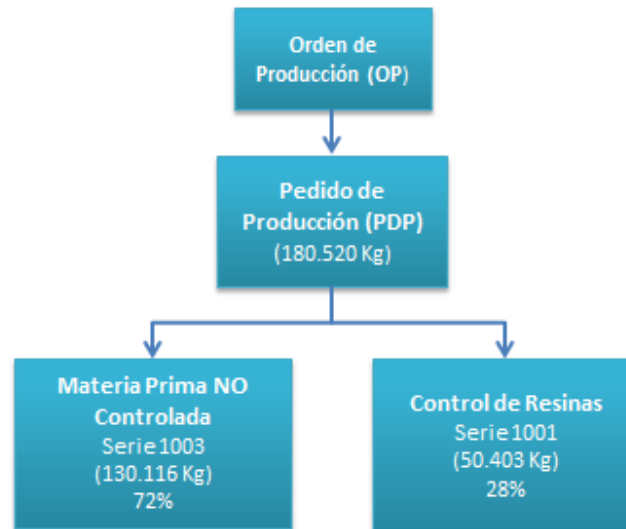
El porcentaje de materia prima extra dada cualquier variación en las mediciones de calidad del producto para solvente Varsol, corresponde al 3.4% relacionando la cantidad requerida por planificación (OTM) y pedidos extra de material (PDP).

Si bien, se explicó anteriormente que, la implementación del caudalímetro está enfocada en la Resina 116, en base a este análisis, se puede apreciar además que el impacto económico de dicha Resina, es, notoriamente elevado.

Enfocados en el material adicional, respaldado en el documento PDP, se tiene, que el costo total de la Resina 116 es de \$142.698.921 el año 2017, esto es aproximadamente, ocho veces más que el de la Resina 127.

8.2 Composición de costos PDP resina 116

Figura 8.1 Estructura PDP resina 116 año 2017.



Fuente: Elaboración Propia.

Como se aprecia en el diagrama, los pedidos de producción (PDP), pueden ser por dos grandes motivos: Control de viscosidad o resinas, o materia prima no controlada:

Cuando hablamos por control de resina (serie 1001), nos referimos a los PDP existentes dentro del proceso, que pueden ocurrir en cualquiera de las etapas (dispersión, terminación), cuando no cumple un parámetro de calidad controlado por laboratorio, en este caso, la viscosidad (todo indicado en la OP, según cada producto). Es decir, a diferencia de los PDP 1003, si existe un documento asociado a la adición de esta materia prima, por el total de la cantidad añadida.

El segundo caso, los PDP que son asignados bajo el código 1003, se producen de un análisis de producción en base al rendimiento de este. Es decir, al crear, por ejemplo, un lote que se le cargan 100 Kg. de materias primas, el lote final debe ser de 98 Kg. (aplicando el 2% de pérdida esperada), pudiendo ocurrir que el lote final presentase un total de 115 Kg. Esto significa que posee materia prima extra, no controlada ni declarada, que se refleja en un incremento de 17 Kg sobre lo esperado. Al existir esto, se debe realizar un análisis de los controles de calidad realizados al producto, para encontrar, en este caso, un incremento considerable de la viscosidad, siendo la resina, la principal responsable de lo ocurrido. Por lo tanto, se concluye que la producción extra no esperada, es debido a una adición no controlada de resina, que impactó tanto en la cantidad, como en la viscosidad del producto.

Finalmente, el excedente de producción, que en este ejemplo, son 17 Kg, se almacenan bajo el prefijo 1003.

Según el diagrama 8.1 y, en base a lo explicado anteriormente, los pedidos de producción que están directamente relacionados con los excedentes de rendimiento de producción, son de un total de 130.116,1kg de esta materia prima, es decir un 72% del total de los PDP producidos.

Por lo tanto, si consideramos la propuesta de implementación, los medidores de flujo no presentan margen de error en sus lecturas y entrega de datos, los niveles de resina no controlada desaparecerían en su totalidad, ya que la cantidad utilizada va a ser exactamente la cantidad que requiera el producto (siempre teniendo en cuenta exclusivamente, el 2% de pérdida esperada). No así, los PDP controlados, ya que los ajustes del producto son después de un análisis de laboratorio, y debidamente documentados.

8.3 Resultados

De acuerdo a lo anterior, en la tabla siguiente se muestra el costo de utilización por PDP de Resina 116 del año 2017, separados por las Series 1001 y 1003:

Tabla 8.8 Situación Actual año 2017.

Costo PDP Resina 116		
Mes	Serie 1001 (\$)	Serie 1003 (\$)
Enero	7.561.533	11.775.930
Febrero	2.846.222	10.747.945
Marzo	12.207.774	4.823.570
Abril	418.960	10.323.799
Mayo	807.090	4.605.031
Junio	4.457.415	522.514
Julio	966.074	6.693.079
Agosto	1.574.609	7.758.659
Septiembre	1.449.340	6.150.803
Octubre	1.912.195	18.575.140
Noviembre	3.606.429	5.574.338
Diciembre	2.035.796	15.304.677
TOTAL	39.843.437	102.855.484

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se observan los costos de la materia prima transportada por cañería, las cuales se dividen según su utilización en dos series 1001 y 1003 explicadas anteriormente.

Cabe mencionar que el comportamiento de la producción no es directamente proporcional a la materia prima no controlada por año, ya que para el año 2016 y 2017 hubo un total de PDP serie 1001 de **\$38.239.429** y **\$39.843.437** respectivamente, se tiene que la materia prima no controlada serie 1003 del año 2016 y 2017 equivalen a **\$59.079.904** y **\$102.855.484** respectivamente, debido a esto se considerara solo el análisis con la información entregada por la empresa durante el año 2017.

Teniendo en cuenta la variabilidad de los datos y el hecho de que la implementación de los caudalímetros eliminará el total de dicha materia prima no controlada desde el primer momento en que se utilice, se muestra el siguiente flujo de caja con la situación propuesta, es decir, haber implementado los medidores de flujo en diciembre de 2016, realizando el análisis con los datos del año 2017.

Para el cálculo de la inversión, se utilizó el valor del dólar equivalente al 30 de diciembre del año 2016, es decir, \$ 667,29.

Se utiliza el método de depreciación lineal, con el cual se trabaja con el mismo valor todos los meses del año en estudio.

La tasa de impuesto a la renta utilizada corresponde al 24% para el año 2017, según Servicio de Impuestos Internos.

Figuras 8.2 Propuesta de Implementación.

	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17
Ingresos		\$ 11.775.930	\$ 10.747.945	\$ 4.823.570	\$ 10.323.799	\$ 4.605.031
Costos						
Consumo Energía		\$ 767	\$ 767	\$ 767	\$ 767	\$ 767
Instalación		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenición		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Depreciación		-\$ 223.522	-\$ 223.522	-\$ 223.522	-\$ 223.522	-\$ 223.522
Utilidad antes de Impuesto		\$ 11.553.174	\$ 10.525.189	\$ 4.600.814	\$ 10.101.044	\$ 4.382.275
Impuesto (24%)		-\$ 2.772.762	-\$ 2.526.045	-\$ 1.104.195	-\$ 2.424.251	-\$ 1.051.746
Utilidad Neta		\$ 8.780.412	\$ 7.999.144	\$ 3.496.619	\$ 7.676.793	\$ 3.330.529
Depreciación		\$ 223.522	\$ 223.522	\$ 223.522	\$ 223.522	\$ 223.522
Inversión Inicial	-\$ 15.959.500					
Utilidad Neta	-\$ 15.959.500	\$ 9.003.935	\$ 8.222.666	\$ 3.720.141	\$ 7.900.316	\$ 3.554.052

jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	TOTAL
\$ 522.514	\$ 6.693.079	\$ 7.758.659	\$ 6.150.803	\$ 18.575.140	\$ 5.574.338	\$15.304.677	\$ 102.855.484
							\$ -
\$ 767	\$ 767	\$ 767	\$ 767	\$ 767	\$ 767	\$ 767	\$ 9.202
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
-\$ 223.522	-\$ 223.522	-\$ 223.522	-\$ 223.522	-\$ 223.522	-\$ 223.522	-\$ 223.522	-\$ 2.682.269
\$ 299.758	\$ 6.470.323	\$ 7.535.904	\$ 5.928.047	\$ 18.352.384	\$ 5.351.582	\$15.081.921	\$ 100.182.416
-\$ 71.942	-\$ 1.552.878	-\$ 1.808.617	-\$ 1.422.731	-\$ 4.404.572	-\$ 1.284.380	-\$ 3.619.661	-\$ 24.043.780
\$ 227.816	\$ 4.917.446	\$ 5.727.287	\$ 4.505.316	\$ 13.947.812	\$ 4.067.203	\$11.462.260	\$ 76.138.636
\$ 223.522	\$ 223.522	\$ 223.522	\$ 223.522	\$ 223.522	\$ 223.522	\$ 223.522	\$ 2.682.269
							\$ -
\$ 451.339	\$ 5.140.968	\$ 5.950.809	\$ 4.728.838	\$ 14.171.334	\$ 4.290.725	\$11.685.783	\$ 62.861.406

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados del flujo de caja, se obtiene un ahorro total a diciembre de 2017 de \$62.861.406 en utilización de materias primas.

Para los cálculos, el valor de la inversión, que son los dos caudalímetros, fue considerando el IVA (19%) por la adquisición del producto, ya que la cotización no incluía dicho valor. A su vez, los cálculos de materia prima no controlada, no considera el IVA, ya que esto se aplica en el producto final, debido a que la resina utilizada, se fabrica en Tricolor, y no requiere de una adquisición a terceros.

Es posible apreciar en los valores de la utilidad neta de cada mes, un cambio considerable en el mes de Junio, y luego un alza en el mes de Octubre y Diciembre, en relación al comportamiento de la tendencia en los demás meses.

Por lo tanto, al implementar la propuesta, basado en los datos del año en estudio, el proyecto desarrollado para disminuir los re-trabajos existentes y a su vez los costos de fabricación es rentable, ya que, el impacto económico que genera es positivo, dado que la recuperación de la inversión se produce desde el primer año de implementación.

Relación Beneficio-Costo

Dada la propuesta de implementación, el valor de la inversión necesaria para adquirir los medidores de flujo es el siguiente (IVA incluido):

Tabla 8.9 Inversión.

Inversión	
Compra de dos medidores de flujo.	\$ 15.959.500

Fuente: Elaboración propia

Dentro de los costos de la propuesta, encontramos el consumo energético que implica el funcionamiento de los medidores de flujo, equivalente a la cantidad de kilowatts utilizados anualmente, no se considera mantención, ya que esta, es requerida a partir del quinto año de funcionamiento, y para el caso de la instalación, está incluida dentro del valor de adquisición.

Tabla 8.10 Costos de la Propuesta.

Costo		
Consumo Energético	\$ 9.202	
Mantención	\$ 0	A los 5 años.
Instalación	\$ 0	Sin costo.
Total Costo	\$ 9.202	

Fuente: Elaboración propia

Los beneficios de la propuesta se traducen en el control absoluto de la materia prima (resina 116).

Tabla 8.11 Beneficio Económico.

Beneficio	
Materia prima no controlada	\$ 102.855.484

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.12 Beneficio/ (costo+inversión)

Beneficio	Costo + Inversión	Beneficio/(costo+Inversión)
\$ 102.855.484	\$ 15.968.702	6,44

Fuente: Elaboración propia

Al ser una relación mayor a 1, se prueba que la propuesta de implementación cubre los costos asociados a la adquisición de estos dos equipos.

Por lo tanto, en base a estas dos formas de evaluación de proyecto, se concluye que la implementación de los medidores de flujo, es rentable.

9. Conclusión y Recomendaciones

Durante el desarrollo de éste trabajo de título, fue necesario un conocimiento completo del funcionamiento de la planta de solvente, esto es, el proceso de planificación, armado de materias primas en SPL, luego las etapas de fabricación y finalmente, el proceso de envasado.

Todo esto con el fin de entender el pensamiento y la metodología por la cual la empresa está basando todo su trabajo. Realizado esto, es posible analizar el proceso productivo como tal, para poder identificar las falencias existentes.

Apoyados en la metodología “mejora continua”, se pudo identificar los puntos críticos que afectan al proceso. La forma de trabajo, fue mediante un seguimiento de diferentes lotes de producción, identificando las reiterativas fallas que ocasionaban re-trabajos. Gracias a esto se pudo llegar a la causa más importante, la falta de control de la resina, una materia prima fundamental para la fabricación de los esmaltes. Dicho esto, se pudo obtener un balance notoriamente positivo respecto de la inversión necesaria.

A pesar de tener conocimiento de que el método actual no es el adecuado, se tuvo que valorizar las pérdidas para poder evaluar el verdadero impacto que estaba teniendo la falta de control existente, y obtener como resultado, que la solución es rentable y efectiva, es decir, que el impacto en los re-procesos se refleja en los 130.116 Kg de resina no controlados al año eliminados, equivalente al 72% de los PDP de resinas, con un ahorro total de \$62.861.406.

Si bien, se logró realizar el impacto económico y encontrar la solución que, en este caso, es la implementación de medidores de flujos especiales para dicho material, es necesario, seguir trabajando en el proceso, ya que, el control de resinas no es la única falla existente en la planta de solvente.

Problemas como la falta de control de las variables de operación, tales como temperatura de trabajo o velocidad de funcionamiento de la máquina, están afectando negativamente en el proceso.

De acuerdo a lo anterior, se observa que es necesario y fundamental, la incorporación de un control en las variables de operación existentes dentro de la planta de Solvente.

Al estar en conocimiento de la existencia del jefe de turno, que en teoría, es el encargado de la supervisión de los trabajadores, dicho control no existe debido a las labores administrativas que cumple durante el proceso productivo de la planta. Por otra parte, el jefe de planta, no estuvo presente durante la realización del seguimiento, por lo que el personal actual existente es insuficiente para realizar el control.

Esto refleja la importancia que es en la actualidad la mejora continua. En un tiempo donde, la demanda va creciendo rápidamente por la masiva construcción de hogares, es necesario poder satisfacer de la mejor manera la creciente clientela, asumiendo además el constante crecimiento de la competencia.

La mejora continua ayuda a seguir evaluando el impacto de las causas que provoquen re-procesos, y además, poder encontrar la mejor solución de manera rentable, ya que, como toda implementación, debe ir en pro de la producción y a su vez en pro de la rentabilidad, es decir, disminuir los costos de fabricación.

Es por esto, que Tricolor S.A., debería hacer una reestructuración en la metodología de trabajo, donde incluya, principalmente, un compromiso de todos los integrantes del proceso. Crear conciencia de que todos deben contribuir en la mejora del proceso, en cada una de las etapas, tanto directas como indirectas. La importancia de entender que la mejora continua es un trabajo de todos, por lo que, para en el caso particular de Tricolor, se debe llevar un control respecto de que se cumplan todos los parámetros establecidos, donde la OP sea la autoridad máxima y que, cualquier cambio realizado fuera de fórmula, sea debidamente registrada para sacar reportes verídicos sobre lo que realmente ocurre en la planta, para que, mediante un análisis se puedan realizar modificaciones permanentes en el proceso que sean favorables tanto para disminuir los costos de fabricación, como los tiempos de cada proceso. Y esto, es aplicable no solamente para la planta de esmalte, sino como metodología de trabajo para todas las plantas, ya que todas se rigen bajo las indicaciones de la OP.

Con esto, mas el compromiso de todos los integrantes de Tricolor, por lograr una mejora continua, es posible ir eliminando progresivamente, las causas que provocan re-procesos tanto en la planta esmalte, como en las plantas de revestimiento, acuoso, látex y spray, con el fin de en algún momento, llegar a la eliminación completa de re-procesos y por consiguiente, la disminución de los costos de fabricación.

10. Bibliografía

- Escalante, E., (2005), "Seis-Sigma: metodología y técnicas", México: Limusa.
- Herrera, R., &Fontalvo, T., (2000), "Seis Sigma. Métodos estadísticos y sus aplicaciones", Colombia: B – EUMED.
- Pérez, J., (2016), "Gestión por procesos", España: ESIC.
- Rajadell, M. &Sanchez, J., (2010), "Lean Manufacturing", España: Díaz Santos.
- Reséndiz, A. (2013). Memoria de reducción de costos por sobrellenado de producto terminado en la fabricación de papillas infantiles, a través de la aplicación de la metodología DMAIC (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.
- Richard, C., (2016), "Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva", México: Mc Graw Hill.
- Rummler, G., (1995), "Improving Performance: How to Manage the White Space in the Organization Chart", EE.UU, Jossey-bass.
- Sanchez, J. (2001). Mejoramiento del proceso de fabricación de resinas emulsionadas en la planta de pinturas Cóndor aplicando la metodología Six Sigma (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Santibáñez, I. (2013). Memoria de Desarrollo de un plan de mejoramiento del proceso productivo del Sub-producto lácteo AnhydrousMilkFat (AMF) en Nestlé Fábrica Cándura (Tesis de pregrado). Universidad Austral, Puerto Montt, Chile.
- Sapag, N. &Sapag, R., (2008), "Preparación y Evaluación de Proyectos", México: Mc Graw Hill.
- Varas, C. (2010) Memoria de aplicación de metodología DMAIC para la mejora de procesos y reducción de pérdidas en las etapas de fabricación de Chocolate (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Velasco, J., (2005), "Gestión de la calidad. Mejora continua y sistemas de gestión.", España: Ediciones Pirámide.
- Vergara, P., (2005), "Optimización de Procesos Industriales y Control de Calidad", Chile: Ediciones Universidad Tecnológica Metropolitana.
- Womack, J., (2012), "Lean Thinking", España: Gestión 2000.

11.Anexos

Anexo número 1: encuesta a operarios de la planta.

Planta 8 Esmalte	SI	NO	Observación
1. ¿Existe algún tipo de procedimiento en el cual se explique la metodología de trabajo?	x		Guía trabajo estándar
2. ¿Personal recibe capacitaciones?	x		Inducción inicial
3. ¿La cantidad de trabajadores es suficiente para la carga de trabajo?		x	Actualmente 2 trabajadores, ideal 4 personas.
4. Al recibir el material de SPL, ¿es revisado antes de mezclarlo?, verificando que correspondan las cantidades y la materia prima estipulada en la OP	x		Siempre deben revisar
6. ¿Existen tiempos muertos?	x		Los utilizan en ordenar, aplicar 5'S
7. Si se encuentran diferencias de MP, ¿avisan a jefatura, con el fin de regularizar la situación?	x		Avisan a jefe de planta, Personal de SPL revisa la carga
8. En caso de realizar una devolución de MP, ¿Quién es el encargado de hacerlo? ¿Qué documento está asociado a este proceso?			Casi nunca devuelven MP
9. ¿Existe un encargado específico de ingresar toda la información al sistema? ¿Quién?	x		Cada maestro lleva su control
10. ¿La materia prima viene en buenas condiciones para ser utilizada?	x		Todo ordenado
11. ¿Cumplen con mezclar la MP según la fórmula entregada en la OP?	x		Generalmente
12. ¿Los tiempos estipulados en la OP, según cada etapa (dispersión, terminación, ajuste) se cumplen? ¿De no cumplirse, cuanto tiempo extra demora el proceso?	x		Se cumplen cuidando siempre la temperatura
13. Si no se cumplen los tiempos, ¿cuáles son las causas más comunes de este incumplimiento?			Poca velocidad de giro de la máquina, Frío o calor, No da la aplicación de pintura

14. ¿La maquinaria y equipos utilizados están en buenas condiciones para realizar el trabajo?	x	Se han realizado varias mejoras
15. Al finalizar cada etapa del proceso (dispersión, ajuste, terminación), ¿cómo cierran el proceso para continuar a la siguiente etapa? ¿Por sistema o firmando algún documento?	x	Por escrito y por sistema
16. Si la muestra enviada a laboratorio no es aprobada, ¿cuál es el procedimiento a seguir?		Según lo que diga laboratorio
17. En caso de necesitar más cantidad de MP, ¿Quién realiza el pedido de producción? ¿Qué documentos tiene asociado un pedido extra de MP? ¿Quién fiscaliza el pedido extra de MP?		El pedido se realiza por medio de laboratorio
18. ¿Con que frecuencia es necesario pedir MP extra para cumplir lo que indica la OP?		Casi todos los días.
19. ¿Cuáles son las fallas más comunes en el desarrollo de la OP?		Resto de material que queda en los bordes o en las bolsas
20. ¿Qué etapa de fabricación es la más complicada o que se producen más rechazos?		Dispersión y Terminación
21. Recomendación por parte del trabajador y/o jefe de turno.		Dispensadores de agua, Ruedas de las pailas

Planta 7 Esmalte	SI	NO	Observación
1. ¿Existe algún tipo de procedimiento en el cual se explique la metodología de trabajo?	x		Hay procedimiento escrito
2. ¿Personal recibe capacitaciones?	x		No muy frecuente
3. ¿La cantidad de trabajadores es suficiente para la carga de trabajo?		x	2 personas, No es suficiente, mucha carga de trabajo.
4. Al recibir el material de SPL, ¿es revisado antes de mezclarlo?, verificando que correspondan las cantidades y la materia prima estipulada en la OP	x		Suman las cantidades y verifican
5. ¿Existen tiempos muertos?	x		Cuando cargan, Cuando dispersan, pero lo ocupan en ordenar o limpiar.
6. Si se encuentran diferencias de MP, ¿avisan a jefatura, con el fin de regularizar la situación?	x		Llaman a encargado de planta, este se comunica con SPL, quienes vienen a verificar.
7. En caso de realizar una devolución de MP, ¿Quién es el encargado de hacerlo? ¿Qué documento está asociado a este proceso?			Se avisa a jefatura
8. ¿Existe un encargado específico de ingresar toda la información al sistema? ¿Quién?	x		Los dos trabajadores
9. ¿La materia prima viene en buenas condiciones para ser utilizada?		x	80% cumple, Sacos deteriorados: húmedos
10. ¿Cumplen con mezclar la MP según la fórmula entregada en la OP?	x		
11. ¿Los tiempos estipulados en la OP, según cada etapa se cumplen? ¿De no cumplirse, cuanto tiempo extra demora el proceso?		x	Manda la resina (depende de la T°)
12. Si no se cumplen los tiempos, ¿cuáles son las causas más comunes de este incumplimiento?			Resina, Titanio
13. ¿La maquinaria y equipos utilizados están en buenas condiciones para realizar el trabajo?			Condiciones intermedias, Hace poco cambiaron correas
14. Al finalizar cada etapa del proceso, ¿cómo cierran el proceso para continuar a la siguiente etapa? ¿Por sistema o firmando algún documento?			Cierra por sistema
15. Si la muestra enviada a laboratorio no es aprobada, ¿cuál es el procedimiento a seguir?			Dispersar más tiempo, mezclar

16. En caso de necesitar más cantidad de MP, ¿Quién realiza el pedido de producción? ¿Qué documentos tiene asociado un pedido extra de MP? ¿Quién fiscaliza el pedido extra de MP?			Lo pide laboratorio
17. ¿Con que frecuencia es necesario pedir MP extra para cumplir lo que indica la OP?			En muchos casos
18. ¿Cuáles son las fallas más comunes en el desarrollo de la OP?			Temperatura de la resina
19. ¿Qué etapa de fabricación es la más complicada o que se producen más rechazos?			Terminación
20. Recomendación por parte del trabajador y/o jefe de turno.			Mejorar equipos (extractor), Mantenimiento, Medir niveles de contaminación

Anexo número 2: Seguimiento en planta.

- Etapa Dispersión

Número OP	Nombre Producto	Código Producto	Cantidad [Gall]	Número de Equipo	Operario verifica MP	Armado de Pallet	Contaminación Equipo y/o Estanque	Cumple Orden de MP	Cumple Variables de Operación	Aprueba Análisis	Comentario
1002-25002	Fastrack Aliq Negro	90448900	244,9	E-205	si	Bueno	no	no	si	no	No respeta orden de adhesión no aprueba molienda.
1001-21149	Esmalte Agua Profesional Tricolor verde menta	83224377	178,57	E-204	si	Regular	no	no	no	no	Titanio mal ubicado, se usa primero y venia al final. No aprueba molienda.
1001-21147	Latex muros y fachada iris	96493382	204,08	L-203	si	Bueno	no	no	si	si	Sin problemas, pero no sigue orden de adhesion
1001-21146	Sellador pigmentado iris	8227335X	408,16	L-204	si	Bueno	no	no	si	si	Sin problemas, pero no sigue orden de adhesion
1001-21153	Galvacril Revor Verde	83114401	153	L-183	si	Bueno	no	no	si	si	Sin problemas, pero no sigue orden de adhesion
1002-25047	Esmalte Alquidico Vinilico Tricolor Brillante	93700000	39,8	E-54	si	Bueno	no	no	si	si	Sin problemas, pero no sigue orden de adhesion
1001-21182	Esmalte Agua Iris verde	83134566	204,5	L-201	si	Bueno	no	si	si	no	No aprueba molienda
1001-21141	Tricolor Negro	96338900	76,5	7808	si	Bueno	no	si	no	no	No cumple velocidad ni temperatura, no apruba
1002-25016	Oleo Brillante iris amarillo	84493097	257,4	E-214	si	Bueno	no	si	no	no	No cumple temperatura, no aprueba molienda.
1001-21200	Galvacril Revor Rojo	83111300	105,26	L-64	si	Bueno	no	si	si	si	Sin problemas
1001-21199	Látex muros y fachada iris	96499845	257,73	L-273	si	Bueno	no	si	si	si	Sin problemas
1002-25077	Esmalte Secado Rápido Naranja Abastible	84235000	300	L-204	si	Bueno	no	no	no	no	No cumple orden adhesión, no respeta temperatura, no aprueba molienda.
1002-25087	Base Aerosol Negro	5807280	157,6	E-204	si	Bueno	no	no	si	si	No cumple orden adhesión.
1001-21207	Esmalte Sintético Base Agua Azul Pacifico	96332346	260	E-210	si	Bueno	no	no	no	no	No respeta orden de adhesión, no cumple velocidad ni temperatura, no aprueba molienda.
1001-21209	Esmalte Sintético Base Agua Tricolor Base B	96339845	287,3	L-205	si	Bueno	no	no	no	no	No respeta orden de adhesión, no cumple velocidad ni temperatura, no aprueba molienda.

- Etapa Terminación o Completado

Número OP	Nombre Producto	Código Producto	Número de Equipo	Criterios				Comentario
				Cumple Variables de Operación	Cumple orden de adhesión MP	Respeto tiempos de fabricación	Aprueba Análisis de Calidad	
1002-25002	Fastrack Alq Negro	90448900	E-205	No	Si	No	No	Viscosidad baja, adiccionan gel.
1001-21149	Esmalte Agua Profesional Tricolor verde menta	83224377	E-204	No	No	No	No	Viscosidad baja, diferencias de PH y color.
1001-21147	Latex muros y fachada iris	96493382	L-203	Si	Si	Si	Si	Bueno a la primera.
1001-21146	Sellador pigmentado iris	8227335X	L-204	Si	Si	Si	Si	Bien a la primera.
1001-21153	Galvacril Revor Verde	83114401	L-183	Si	No	Si	No	Pedido de concentrado.
1002-25047	Esmalte Alquidico Vinilico Tricolor Brillante	93700000	E-54	Si	Si	Si	Si	Bien a la primera.
1001-21182	Esmalte Agua Iris verde	83134566	L-201	No	No	No	No	Pedido pequeño de concentrado, 2 veces muestra.
1001-21141	Esmalte Sintetico Base Agua Tricolor Negro	96338900	7808	No	No	No	No	8 evaluaciones, viscosidad, PH, apariencia, aire.
1002-25016	Oleo Brillante iris amarillo Maravilla	84493097	E-214	No	No	No	No	Demoró 5 dias pedido de color blanco y viscosidad baja.
1001-21200	Galvacril Revor Rojo	83111300	L-64	Si	no	Si	Si	Sin adiccion, bien a la primera.
1001-21199	Látex muros y fachada iris	96499845	L-273	Si	Si	Si	Si	Sin adiccion, bien a la primera.
1002-25077	Esmalte Secado Rápido Naranja Abastible	84235000	L-204	No	No	Si	No	Viscosidad baja.
1002-25087	Base Aerosol Negro	5807280	E-204	Si	Si	Si	Si	Bien a la primera.
1001-21207	Esmalte Sintético Base Agua Azul Pacífico	96332346	E-210	No	No	Si	No	Viscosidad baja.
1001-21209	Esmalte Sintético Base Agua Tricolor Base B	96339845	L-205	No	No	Si	No	Viscosidad baja.

Anexo número 3: Cotización Caudalímetro

Oferta Técnico/Económica: FIT Resinas

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
1.1	TF7-F704GP-A202A2-A1F1NNN-NANNN-ES/UP	1	6.436,00	6.436,00
	<p>[TF7] Transmisor serie 7 TechnicalType: *704*** [F] Caudalimetro ultrasónico FLUXUS permanente para líquidos [704GP] Tipo 704 incl. RS232 [A20] Protección antideflagrante:ATEX/IECEX Zona 2 Ex na, no intrínsecamente seguro [2] 2canales de medición [A] Carcasa de aluminio [2] alimentación de tensión: 20,32 V DC [A1] 1x salida de corriente 0/4...20 mA activo, galvanicamente separada [F1] 1x salida de frecuencia 0...5 kHz, galvanicamente separado [NN] Sin módulo de salida de señal 3 [N] Sin salidas binarias [N] N/A [A] Módulo de entrada de señal, incl. 1 entrada de corriente 0-20 mA, activa, utilizable como pasiva [N] Sin entrada [N] Sin entrada [N] Sin entrada [ES]Manual del usuario FLUXUS F70x en Español incluyendo Advertencias de seguridad para el uso en atmósferas explosivas [UP] Base de Datos de Fluidos - cargar en el transmisor</p>			
1.2	TRF-FSP-EA2TS-000	1	3.206,00	3.206,00
	<p>Juego de transductores ultrasónicos clamp-onTechnicalType: CDP2E52 [F] para líquidos [S] tipo de ondas transversales [P] 2MHz Longitud del cable: 4m diámetro nominal: 25...480mm [E] temperatura de funcionamiento: -30,+200°C temperatura de protección antideflagrante: -45,+235°C [A2] protección antideflagrante: ATEX/IECEEx zona 2 [TS] sistema de conexión: TS</p>			

Incluye:

- certificado de calibración y SENSPROM
- pasta de acoplamiento (-30,+200°C, tubo de 100ml)
- láminas de acoplamiento (-10...+200°C, 2 piezas)
- [000] sin cable de extensión

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
------	-------------	----------	-----------------	-------

1.3	MOU-VCM-DM-S092 1		560,00	560,00
------------	--------------------------	--	---------------	---------------

FastDeliveryFixed, Variofix C M,P 360...920mm

Fijación

entrega rápida posible

[VC] porta-transductor: Variofix C material: acero inoxidable SS304

[M] para la frecuencia del transductor M, P

[D] montaje de los transductores con 2 fijaciones (arreglo de reflexión o diagonal)

[M] longitud del riel interior: 400mm

[S] fijación del Variofix con abrazadera

[92] porta-transductores para

diámetro exterior del tubo: 360...920mm

FIT Resinas

TOTAL USD 10.202,00



Francisco Azua Jara
Ingeniero Especialista

Flexim Chile

