



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**PLAN DE MEJORA DE CALIDAD EN EL PROCESO DE APLICACIÓN
DE PINTURA ELPO**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor

Farinango Simba Diego Daniel

Tutora

Ing. Villacís Guerrero Jacqueline del
Pilar Mgs.

QUITO– ECUADOR
2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Diego Daniel Farinango Simba, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “Plan de mejora de calidad en el proceso de aplicación de pintura Elpo”, como requisito para optar al grado de Ingeniería Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 07 días del mes de Agosto de 2023, firmo conforme:

Autor: Farinango Simba Diego Daniel

Firma:



Número de Cédula: 1718897042

Dirección: Pichincha, Quito, Condado, Colinas del Norte.

Correo Electrónico: daniel.farinangosimba@gmail.com

Teléfono: +593 9 9 50 11 743

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “PLAN DE MEJORA DE CALIDAD EN EL PROCESO DE APLICACIÓN DE PINTURA ELPO” presentado por Diego Daniel Farinango Simba, para optar por el Título Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 07 Agosto del 2023

.....

Ing. Villacís Guerrero Jacqueline del Pilar Mgs.

C.I.0400751988

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 07 Agosto del 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Farinango Simba Diego Daniel', with a circular flourish around the middle of the name.

Farinango Simba Diego Daniel

171889704-2

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: PLAN DE MEJORA DE CALIDAD EN EL PROCESO DE APLICACIÓN DE PINTURA ELPO previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 07 de Agosto del 2023

.....

Ing. Hernán Espejo, MSc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

Ing. Fabián Sarmiento, MSc.

VOCAL

.....

Ing. Pablo Ron, MSc.

VOCAL

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a mi esposa
quien ha sido un pilar fundamental
en este largo proceso de formación profesional,
a mis hijos que son el motivo e inspiración para superarme
y a mis padres que nunca dejaron de creer en mí.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por
darme

la fortaleza física y mental para
culminar con éxito este reto.

A mi esposa e hijos por la paciencia y
sacrificio con el fin de permitirme
alcanzar esta anhelada meta.

A mis padres por sus consejos
que hoy dan sus frutos.

INDICE

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA	1
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	2
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	3
APROBACIÓN TRIBUNAL.....	4
DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTO.....	6
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes	8
Justificación.....	11
Objetivo general	12
Objetivos específicos.....	13
CAPÍTULO II.....	14
INGENIERÍA DEL PROYECTO	14
Recepción de unidades	17
Desengrasado Manual	17
Proceso de Pretratamiento.....	17
Proceso de Pintura Elpo	18
Procesos posteriores	18

Afectación en indicador de calidad Planta de Pintura.....	19
Agrupación de defectos	29
Aporte de suciedad por área	31
Aporte por tipo de defecto.....	37
Medición de reparaciones.....	42
Identificación de Fuentes Contaminantes.....	48
Limallas.....	48
Contaminaciones y suciedades asociados a procesos de CKD, Suelda y Proveedor	50
Esquematización del defecto	52
Aporte de suciedad y contaminación por área.....	52
Método de recolección de datos	53
Partes CKD	54
Suelda	55
Proveedor.....	57
Medición de ingreso limallas al Sistema de pretratamiento y pintura el po.....	58
Responsabilidades	60
Interpretación del diagnóstico	60
Área de estudio	61
Modelo Operativo.....	61

CAPÍTULO III	62
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS	62
Desarrollo de la propuesta	63
Recolección de suciedad metálica	63
Área Suelda	63
Partes CKD (Paneles).....	67
Proveedor Local (Baldes, Chasis)	68
Definición de objetivos para las áreas involucradas	69
Suelda.....	70
Partes CKD (Paneles).....	71
Proveedor Local (Baldes, roll bar)	71
Proveedor Local (Chasis).....	72
Pintura	72
Hacer (Do).....	73
Seguimiento de Performance de cada área.....	73
Suelda	74
Recolección de suciedades metálicas en piso de unidades	74
Auditoria de Suciedad Metálica Exteriores e Interiores unidades	75
Cumplimiento de trabajo estandarizado limpieza de unidades	76
Proveedor Local (Baldes, chasis).....	77
Proveedor Local (Chasis).....	78

Verificar (Check).....	79
Indicador Color Verde.....	79
Indicador Color Rojo.....	80
Actuar (Act).....	81
Verificación de la Mejora.....	85
Cronograma de actividades	89
Análisis de costo.....	90
CAPÍTULO IV	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
Conclusiones	92
Recomendaciones	93
BIBLIOGRAFÍA.....	94
ANEXOS.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Defectos mes Enero</i>	20
Tabla 2 <i>Defectos mes Febrero</i>	21
Tabla 3 <i>Defectos mes Marzo</i>	23
Tabla 4 <i>Defectos mes Abril</i>	24
Tabla 5 <i>Defectos mes Mayo</i>	26
Tabla 6 <i>Defectos mes Junio</i>	27
Tabla 7 Conteo de suciedades área Elpo	33
Tabla 8 Conteo de suciedades área Primer.....	34
Tabla 9 Conteo de suciedades área Color y Barniz.....	35
Tabla 10 Evaluación de panel.....	38
Tabla 11 Tabulación de datos.....	38
Tabla 12 <i>Auditoria de Suciedades</i>	40
Tabla 13 <i>Seguimiento mensual lijados</i>	44
Tabla 14 <i>Seguimiento mensual lijados</i>	45
Tabla 15 Asignación de defectos acorde a procesos	51
Tabla 16 Recolección de datos CKD.....	54
Tabla 17 Recolección de datos SUELDA	56
Tabla 18 Recolección de datos PROVEEDOR.....	57
Tabla 19 Resumen de resultados	58
Tabla 20 Recolección de limallas y suciedad metálica en el sistema de filtrado elpo.....	59
Tabla 21 Recolección propuesta suciedad metálica área Suelda.....	64
Tabla 22 Toma de tiempos para trabajo estandarizo aspirado de pisos	64

Tabla 23	Recolección propuesta suciedad metálica CKD.....	67
Tabla 24	Recolección propuesta suciedad metálica proveedor.....	69
Tabla 25	<i>Cronograma de Actividades</i>	89
Tabla 26	<i>Costo pago empleados</i>	90
Tabla 27	<i>Costo de Hora Extra</i>	90
Tabla 28	<i>Análisis de costo de implementación</i>	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Venta de vehículos a nivel mundial</i>	1
Figura 2	<i>Estudio de Confiabilidad</i>	3
Figura 3	<i>Número de vehículos vendidos en América Latina</i>	6
Figura 4	<i>Vehículos vendidos en Ecuador 2020</i>	7
Figura 5	<i>Capas de pintura</i>	9
Figura 6	<i>Aporte de Contaminaciones Elpo</i>	10
Figura 7	<i>Diagrama Interfuncional de áreas involucradas en el proceso</i>	15
Figura 8	<i>Diagrama de Bloque Proceso pretratamiento Pintura</i>	16
Figura 9	<i>Aceptación de unidades a la Primera vez</i>	19
Figura 10	<i>Agrupación de defectos</i>	30
Figura 11	<i>Distribución porcentual de aporte defectos</i>	30
Figura 12	<i>Porcentaje de aporte Suciedades Pintura</i>	31
Figura 13	<i>Flujo para conteo de suciedades</i>	32
Figura 14	<i>Diagrama de Pareto Conteo de suciedades Elpo</i>	33
Figura 15	<i>Diagrama de Pareto Conteo de suciedades Primer</i>	34
Figura 16	<i>Diagrama de Pareto Conteo de suciedades Color y Barniz</i>	35
Figura 17	<i>Aporte en porcentaje por proceso</i>	36
Figura 18	<i>Método de identificación defectos pintura Elpo</i>	39
Figura 19	<i>Diagrama de Pareto</i>	41
Figura 20	<i>Medición de reparaciones</i>	42
Figura 21	<i>Promedio de lijados Horizontales en unidades Elpo</i>	46
Figura 22	<i>Promedio de lijados lado derecho en unidades Elpo</i>	46
Figura 23	<i>Promedio de lijados lado izquierdo en unidades Elpo</i>	47

Figura 24 <i>Esquirla</i>	49
Figura 25 <i>Polvo metálico</i>	49
Figura 26 <i>Perlas de soldadura</i>	50
Figura 27 <i>Esquematación del defecto suciedad metálica</i>	52
Figura 28 Puntos de recolección de datos	53
Figura 29 Suciedades y Contaminaciones en partes CKD.....	54
Figura 30 Suciedades y Contaminaciones en partes Suelda	55
Figura 31 Suciedades y Contaminaciones en partes Proveedor.....	57
Figura 32 Equipos de sistema de filtrado elpo	59
Figura 33 Afectación al sistema elpo limallas	60
Figura 34 <i>Ciclo PHVA</i>	61
Figura 35 Estandarización de aspirado de pisos.....	65
Figura 36 Limpieza de reparaciones en metal.....	66
Figura 37 Partes y paneles CKD	67
Figura 38 Limpieza de largueros proveedor	68
Figura 39 Definición de objetivos.....	70
Figura 40 <i>Ciclo de mejora Continua PLANEAR</i>	73
Figura 41 <i>Recolección de suciedades metálicas</i>	74
Figura 42 <i>Base para registro de datos suciedad metálica</i>	75
Figura 43 <i>Formato de registro de defectos encontrados (Auditoria)</i>	75
Figura 44 <i>Auditoria de limpieza de unidades</i>	76
Figura 45 <i>Formato de auditoria</i>	77
Figura 46 <i>Recolección de suciedad metálica chasis</i>	78
Figura 47 <i>Tablero de mejora continua y control de proceso</i>	79

Figura 48 <i>Cumplimiento de objetivos</i>	80
Figura 49 <i>No Cumplimiento de objetivos</i>	81
Figura 50 Tablero de mejora continua y control de proceso.....	83
Figura 51 <i>Formato de Plan de acción</i>	84
Figura 52 Recolección proyectada de aspiradoras área suelda y limpieza paneles CKD	85
Figura 53 Retención proyectada de suciedad metálica en sistema de Filtrado	86
Figura 54 Reducción de limallas por área.....	86
Figura 55 Cantidad de reparaciones Zonas Horizontales.....	87
Figura 56 Cantidad de reparaciones Zonas Verticales lado derecho	87
Figura 57 Cantidad de reparaciones Zonas Verticales lado izquierdo	88

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Cartelera de control	96
Anexo 2 Formato de auditorias	97

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TEMA: PLAN DE MEJORA DE CALIDAD EN EL PROCESO DE
APLICACIÓN DE PINTURA ELPO**

AUTOR: Farinango Simba Diego Daniel

TUTOR: Ing. Villacís Guerrero Jacqueline del
Pilar Mgs.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se desarrolla en el contexto del impacto que las suciedades de proceso de pretratamiento y pintura Elpo tiene sobre la calidad en los vehículos y el retrabajo originado para su contención.

El objetivo de la investigación se basa en la generación de un plan de mejora de calidad en el proceso automotriz de pre-tratamiento y pintura elpo que emplea la metodología PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), también conocida como el ciclo de Deming, y se vale de diversas herramientas de calidad, tales como la Hoja de Recolección de Datos, y el Diagrama de Pareto, que permitieron identificar al área de elpo como el principal aportante del 85% del defecto de suciedades al sistema de pintura generado por la introducción de partículas metálicas, la generación de controles y actividades de contención permitieron eliminar en promedio 15 kilos de esta contaminación mensual de las áreas de suelda, CKD y proveedores de partes subensambladas, con lo cual se redujo el impacto en la reparaciones en un 52% consecuentemente impactando a la calidad de las unidades.

En resumen, la implementación del plan de mejora en el proceso de pretratamiento y pintura de elpo, con enfoque en asignación de actividades y control operativo, ha permitido reducir en un 62% el ingreso de residuos metálicos al sistema de pintura.

DESCRIPTORES: control, plan, reducción, suciedad

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

THEME: IMPROVING QUALITY PLAN INTO PROCESS

APPLICATION E COAT

AUTHOR: Farinango Simba Diego Daniel

TUTOR: Ing. Villacís Guerrero Jacqueline del
Pilar Mgs

ABSTRACT

The present research is carried out in the context of the impact that the dirt from the pre-treatment and Elpo paint process has on vehicle quality and the rework generated for its containment.

The objective of the research is based on generating a quality improvement plan in the automotive pre-treatment and Elpo paint process, using the PDCA methodology (Plan, Do, Check, Act), also known as the Deming cycle. It employs various quality tools such as the Data Collection Sheet and the Pareto Diagram, which allowed identifying the Elpo area as the main contributor, accounting for 85% of the dirt defect in the paint system due to the introduction of metal particles. The implementation of controls and containment activities resulted in an average elimination of 15 kilograms of this contamination monthly from the welding, CKD, and subassembly parts supplier areas. This led to a 52% reduction in repair impacts and consequently affected the unit quality.

In summary, the implementation of the improvement plan in the Elpo pre-treatment and paint process, focusing on task assignment and operational control, has led to a 62% reduction in the entry of metallic residues into the paint system.

KEYWORDS: control, dirt, plan, reduction

CAPÍTULO I

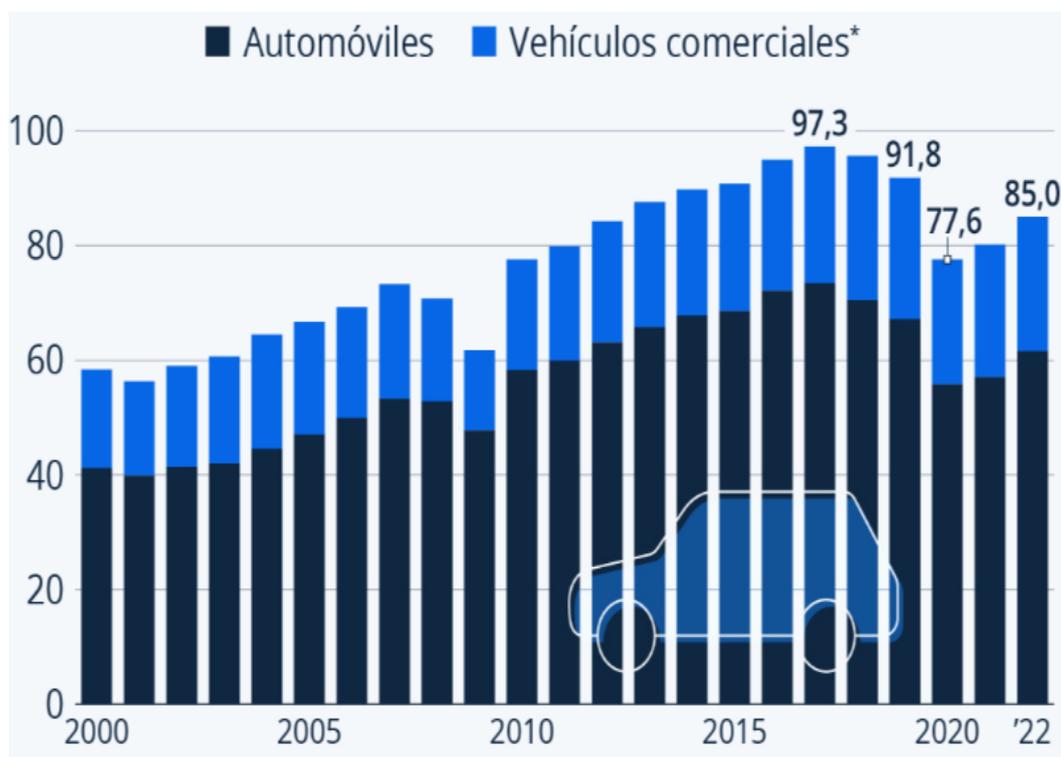
INTRODUCCIÓN

“La fabricación mundial de vehículos, sumando automóviles y vehículos comerciales, alcanzó en 2022 los 85 millones de unidades, aumentando un 6% respecto al año anterior y acercándose a los niveles prepandemia, según los datos de la Organización Internacional de Constructores de Automóviles (OICA)”.

(Roa, 2023)

Figura 1

Venta de vehículos a nivel mundial



Nota: Venta de vehículos comerciales y automóviles a nivel mundial año 2022,

Fuente: Statista

“La industria automotriz se encuentra en un período de crecimiento y recuperación después de un tiempo de desaceleración. El aumento en la

producción de vehículos implica una mayor demanda de empleo, inversión en tecnología y desarrollo de nuevos modelos, así como un impacto positivo en la cadena de suministro y otras industrias relacionadas. Esta tendencia es prometedora para el futuro de la economía global y refleja un aumento en la confianza de los consumidores en la compra de vehículos” (Columnadigital.com, 2023)

“Analizar en la actualidad las razones por las cuales las empresas compiten fuertemente por los mercados, implica detenerse en el contexto empresarial y estudiar el panorama respecto a lo que concebimos como calidad, lo cual ha cambiado con el tiempo, y permanece en evolución constante. El concepto de calidad puede ser ampliamente entendido de acuerdo con la definición registrada en las normativas referentes al concepto del estándar ISO 9000 (por sus siglas en ingles Internacional Estándar Organization), el cual exigen hoy día, no solo que los procesos realizados en la organización cumplan con los requerimientos mínimos de calidad enfocados a una tasa sobre lo producido, sino que también mejoren continuamente el sistema responsable de esto en cada periodo, mejorando continuamente la forma de realizar los procesos y sus resultados operacionales” (ISO, 2018)

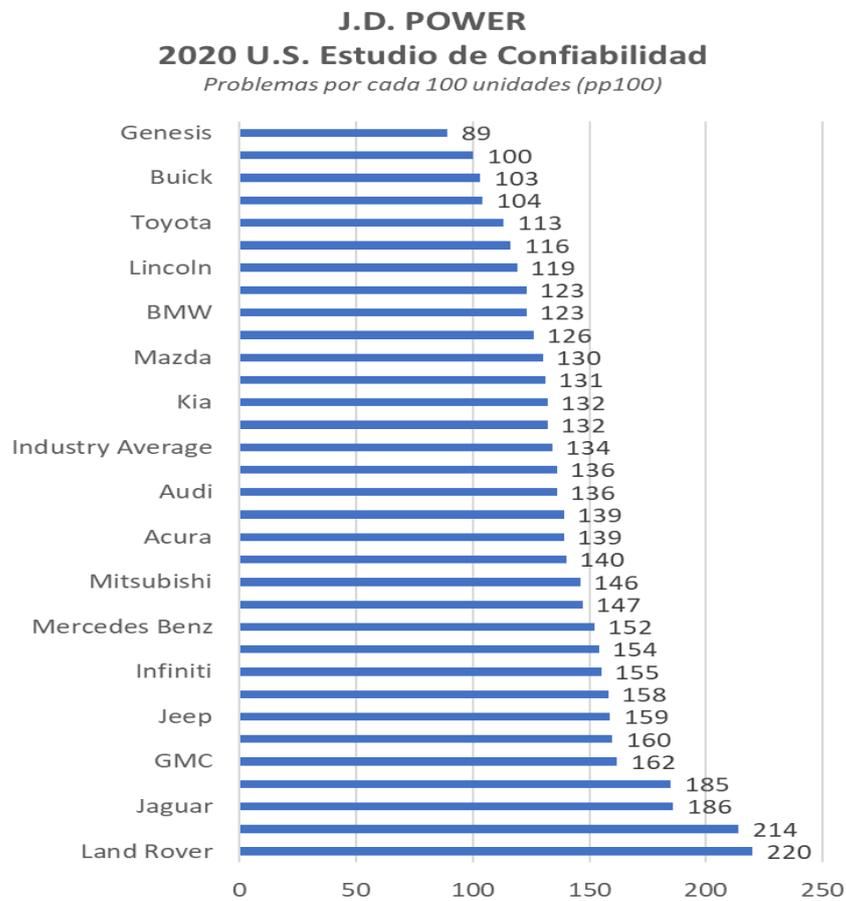
“En este sentido, la calidad consiste en cumplir con los requisitos mínimos o básicos para que un bien o servicio pueda ser llamado como tal.” (OPB, 2015).

“Garantizar la calidad en cada etapa del proceso productivo, y a lo largo de la cadena de valor de la organización, se ha vuelto imprescindible, no solo para asegurar la satisfacción del cliente, sino también, para mantener e incluso

aumentar, el grado de productividad, rentabilidad y competitividad en las organizaciones” (José Morelos Gomez, 2018). “La complejidad para cumplir con la anterior, y su clara importancia en la actualidad, evidencian la necesidad de sistemas de control robustos” (Anh Chi Phan, 2016)

Figura 2

Estudio de Confiabilidad



Nota: Estudio de confiabilidad problemas en vehículos, muestra el nivel de confiabilidad por marca Fuente JD Power

Las etapas presentes en el ensamblado de vehículos se dividen en soldadura, pintura y ensamblaje dentro de cada uno de estos procesos se tiene

diferentes controles de tal manera que se garantiza la durabilidad y calidad del vehículo ensamblado.

El proceso de pintura es uno de los más complejos durante las etapas de producción, puesto que la pintura es visible hacia el cliente final y la garantía de protección que brinda al vehículo muestra la calidad con la cual se trabajó desde la primera capa aplicada en el vehículo, por lo cual aplicar un plan de control dentro de sus procesos productivos es un requerimiento que en muchas ensambladoras de nivel mundial es requisito indispensable para mantener un alto estándar de fiabilidad de sus productos.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) menciona que “En general, suministradores y compradores se ponen de acuerdo sobre los requerimientos de calidad de un producto o servicio antes de que la transacción comercial pueda ser iniciada. Una vez concluido el acuerdo, el comprador debe tener la seguridad que el producto o servicio entregado realmente esté conforme a los requerimientos acordados. Para expresarlo en términos más técnicos, la cadena de evidencia que está facilitando el intercambio comienza con las normas, y es complementado por la evidencia de conformidad. Pero la evidencia de conformidad (evaluación de conformidad) solamente puede ser confiable si la capacidad técnica de aquellos que suministran tales servicios es impecable” (Karl-Christian Göthner, 2019).

“Cuando se trata de las empresas manufactureras, el control de calidad garantiza que los clientes reciban productos libres de defectos. Se trata de un proceso que consiste en monitorear permanentemente los productos finales que

serán comercializados en el mercado, así como de los recursos que forman parte de la cadena de producción. En este sentido, se consideran las personas, los materiales, los equipos y las herramientas.” (Tiffyn, 2023).

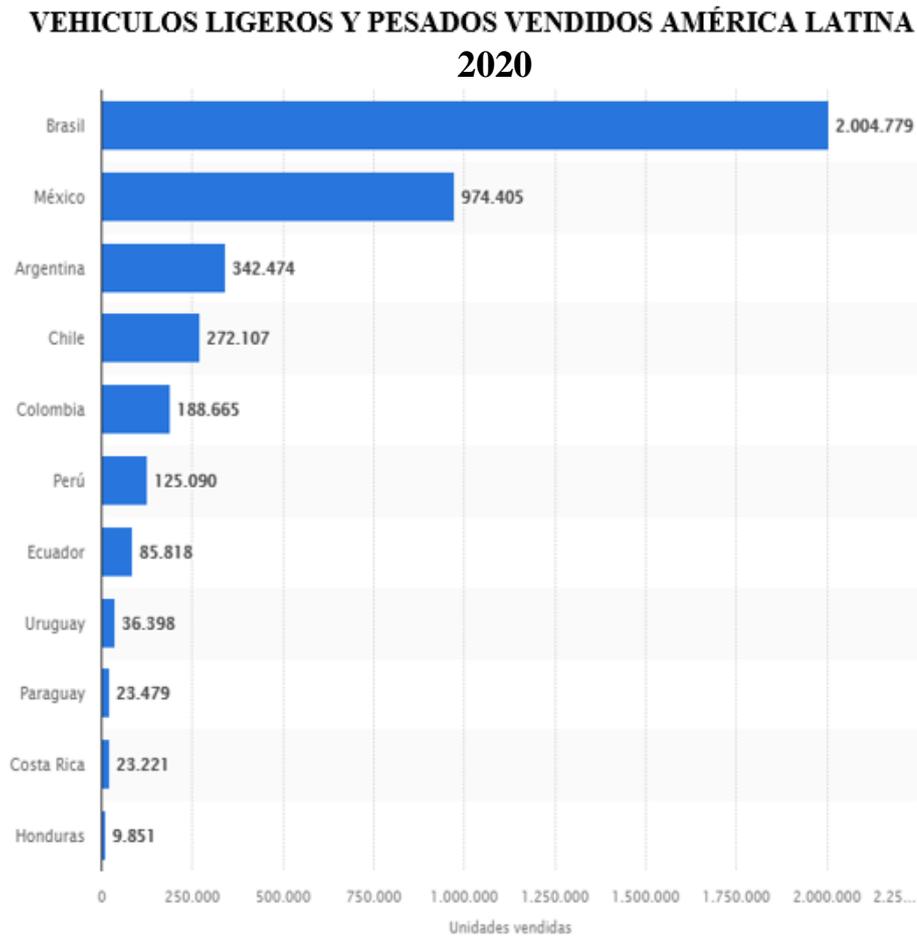
“Las empresas de manufactura que cuentan con procedimientos de control de calidad, suelen padecer menos porque sus productos no son retirados de los comercios o rechazados por los clientes. Para que la calidad se aplique efectivamente, se deben cumplir los siguientes aspectos planeación, control y mejoramiento” (Tiffyn, 2023)

Hay que considerar que el crecimiento del parque automotor incentiva a que los vehículos sean adquiridos con mayores facilidades, por lo cual la información presentada en la web por la revista Cosmos muestra que “De acuerdo con los pronósticos, la suma de ventas de automóviles en América Latina crecerá en una tasa compuesta anual de 4.38 por ciento de 2019 a 2024. Este aumento se dará gracias a la recuperación del mercado brasileño, que representa la mayor participación de mercado en términos de exportaciones, producción y ventas.

Es un hecho que el mercado latinoamericano ofrece un enorme potencial para la industria automotriz, ya que la propiedad actual de automóviles en la región es baja y los ingresos disponibles en la región están creciendo a un ritmo mayor que en la región de Asia y el Pacífico, dentro de la región, los principales fabricantes en el mercado son Nissan-Renault, General Motors, Volkswagen AG, FCA Group, Hyundai-Kia, Toyota Motor Corporation y Ford. De esta lista, Renault-Nissan captura la mayor cuota de mercado en términos de contabilidad de volumen, seguido por General Motors y Volkswagen Group.” (Hernández, s.f.)”

Figura 3

Número de vehículos vendidos en América Latina



Nota: La figura muestra la cantidad de vehículos vendidos en América Latina año 2020, Fuente: Statista.com

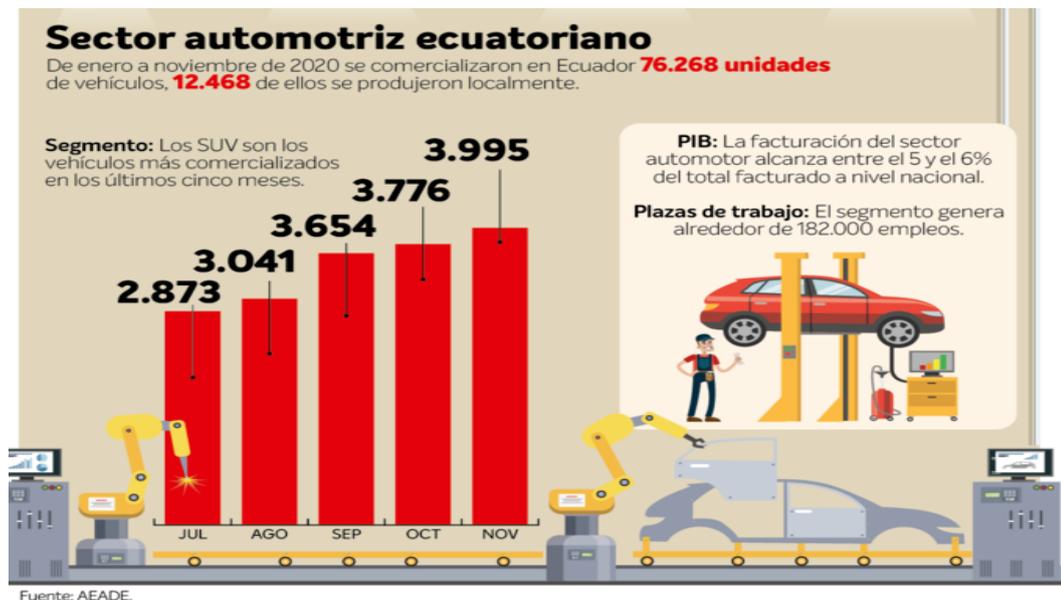
Con el incremento del parque automotor en América Latina, la competitividad de las marcas presenta ser más fuerte por la que abaratar los costos de producción representa un rubro importante para mejorar el precio del cliente final cliente.

A nivel del Ecuador el parque automotor se encuentra repartido entre más de 65 marcas de vehículos lo que genera una competencia agresiva y provoca que

los vehículos sean más accesibles al bolsillo de cada ecuatoriano, dentro de la elección del vehículo el comprador tiene en mente varios aspectos como funcionalidad, accesorios, pero sobre todo la apariencia del vehículo hecho que genera el primer impacto en la manera de cómo ve el cliente el producto.

Figura 4

Vehículos vendidos en Ecuador 2020



Nota: La figura muestra la información referente a la venta de vehículos en Ecuador durante el año 2020, Fuente: AEADE (Revista Vistazo)

De esta premisa parte el control de proceso que se debe generar en las diferentes etapas de pintura, las cuales estipulan presentar un plan de control antes, durante y después de cada una, esto permite que los vehículos que ingresan a la primera etapa de pintura como lo es elpo posean la calidad adecuada, ya que es en esta etapa donde se genera la mayor cantidad de reparos ocasionados por la contaminación que se introduce en el sistema como son: esquirlas metálicas, virutas, polvo metálico, residuo de sellante estructural y otros que genera impacto

en la calidad del vehículo al adherirse a la capa de pintura y de igual manera repercute en todo el sistema de pintura como tal al generar desgaste o daños en máquinas, consumo de filtros en el sistema de retención/filtrado y limpiezas adicionales en tuberías, cubas e hidrociclones por la alta saturación.

La ensambladora y su producción de vehículos presenta oportunidad en la mejora de este proceso de manera que un plan de mejora de calidad en el proceso automotriz de pretratamiento y pintura elpo tiene potencial de ser aplicada en cada una de estas diferentes etapas, con lo cual se garantizará la estabilidad del proceso, reducir el costo de calidad y mejorar la calidad de unidades que son enviadas a los procesos posteriores.

La suciedad y contaminación representan pérdidas en productividad para el área, ocasionado tener mayor cantidad de personas en la zona de reparación e inspección, acciones que no tienen ningún valor agregado al proceso

“De este modo, los objetivos de calidad persiguen los siguientes resultados: Reducir los costos de producción, mejorar el posicionamiento de la empresa, ofrecer productos innovadores, disminuir los precios de los productos, aumentar la presencia de los productos en el mercado, garantizar la mejora continua de los procesos, encontrar cada vez menos defectos, obtener más ganancias.” (Tiffyn, 2023)

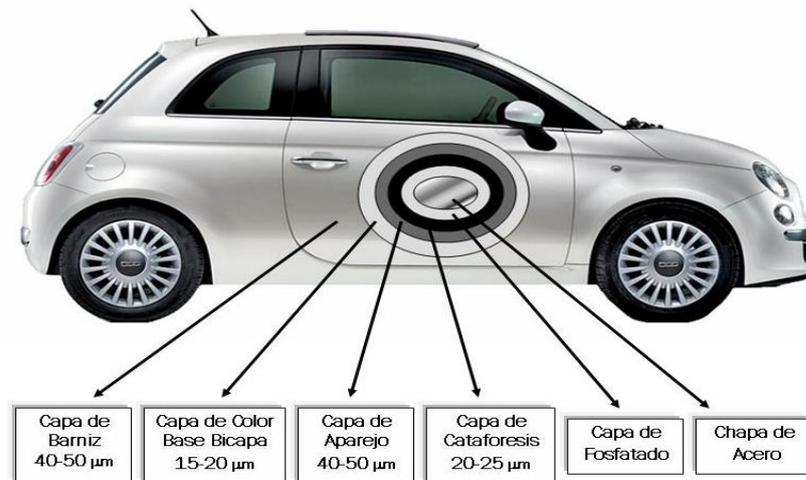
Antecedentes

El proceso de pretratamiento y pintura elpo es una parte crucial en el ensamblaje debido a que el recubrimiento aplicado garantiza que el vehículo no pueda ser afectado por la corrosión en la parte interna (metal), adicional a ello otro

punto que resalta es hablar acerca de la calidad final en la pintura del vehículo depende en su mayoría de la calidad de esta capa, debido a que las suciedades deben ser mínimas en la superficie, los lijados o reparaciones en esta zona deben ser tomadas muy en serio considerando que lijar o reparar significa retirar protección al vehículo repercutiendo en el largo plazo.

Figura 5

Capas de pintura



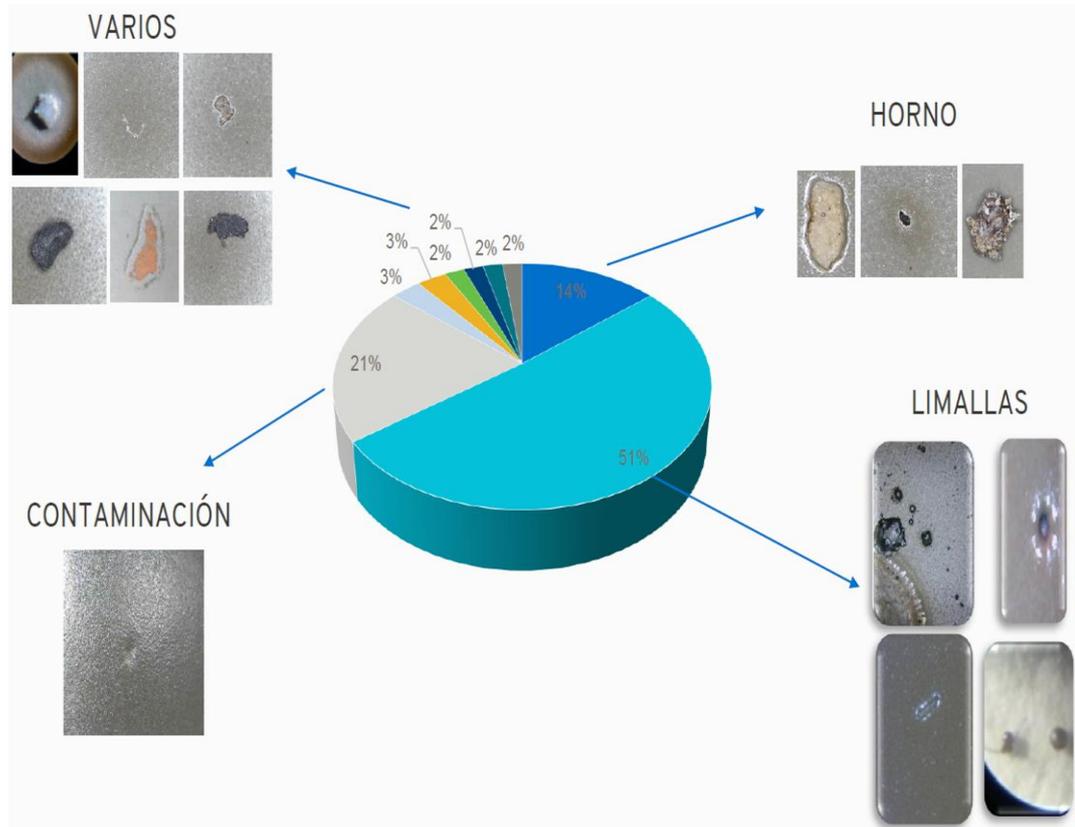
Nota: La figura muestra las diferentes capas de pintura que componen la película.

Fuente: El Chapista (2022).

El área de elpo resulta un gran reto por varios factores que intervienen en el proceso y los cuales necesitan tener un control establecido en cada una de estas variables, se toma como referencia un proceso de pretratamiento en una ensambladora local la que refleja en su información una gran cantidad de suciedad y contaminación en esta capa.

Figura 6

Aporte de Contaminaciones Elpo



Nota: La figura muestra el aporte de contaminaciones en porcentaje Elpo, teniendo al defecto de limallas con un alto impacto del 51%. Fuente: Propia

(Ríos, 2019) En su investigación relacionada con “Defectos de procesos del sector pintura de una ensambladora nacional de motocicleta” menciona que el proceso de pintura en especial el de pretratamiento y Elpo es la parte medular de la calidad dentro del proceso de producción debido a la gran cantidad de variables que interviene, como propuesta propone realizar un análisis a profundidad de los defectos repetitivos lo cual resulta coherente ya que se debe trabajar sobre defectos de mayor impacto.

(Ronald Jefferson Carriel Palma, 2017) Dentro de su trabajo de investigación “Sistema de gestión y control de la calidad: Norma ISO 9001:2015” nos indica que en la aplicación de esta Norma es necesario determinar, asegurar la eficacia, seleccionar los métodos para la operación y control con asignación de responsables y mejorar continuamente los procesos, con lo cual esta norma que rige estándares internacionales asegura la calidad en la que deben ser producidos los vehículos.

(Cárdenas Gordón, 2019) En la investigación realizada acerca de “Propuesta de mejoramiento del área de ensamblaje basado en las herramientas de calidad.” Indica la aplicación de las diferentes herramientas de calidad utilizadas para mejorar el control de la calidad del ensamblaje y que puede ser utilizado para nuestro estudio, define las técnicas y herramientas necesaria como parte de un ciclo de mejora continua que permite que los procesos estén continuamente “girando” y se mantengan en cambio. Adicional a esto menciona y hace uso del ciclo de Deming que ayuda a mejorar de una forma más planificada el ciclo de mejora continua.

Justificación

La **importancia** de tener un plan de control correctamente estructurado se da en la necesidad de gestionar las diferentes variables en cada parte del proceso que influyen en la calidad de la pintura con un enfoque en aquellas contaminaciones o suciedades que ingresan y se adhieren al vehículo, el impacto medible se refleja en la calidad de unidades al final del proceso.

La **utilidad** de un plan de control se da en la asignación de responsabilidades a cada área sea esta interna o externa dentro del flujo del proceso, adicional de existir un indicador de medición que permita visualizar la efectividad sin dejar de lado la supervisión en el proceso de pre tratamiento y Elpo sus parámetros químicos, funcionamiento de equipos y control de filtrado en cada una de sus etapas, finalmente en su fase final de curado de la superficie pintada la aportación que tiene el horno y las variables que influyen deben tener su parte de medición y control.

Los **beneficiarios** directos de la implementación de este plan de control son: el área de pintura ya que es afectada directamente por reparaciones en la línea de producción e indicadores de calidad internos como de productividad al tener un mayor uso de recursos humanos y materiales para resolver estas ineficiencias ocasionadas por los defectos. Los operadores también son beneficiarios ya que su desempeño de calidad se ve reflejada en la aceptación de las unidades.

La **factibilidad** de este plan es viable dado que los controles a establecer se mantendrán en el tiempo por medio del ciclo de Deming con una revisión mensual, el personal técnico de planta se encuentra capacitados para realizar la gestión necesaria tanto en equipos como en software para el seguimiento y reporte (Excel, Power BI)., no requiere reingenierías y la inversión para poner en marcha el proyecto es baja.

Objetivo general

Establecer un plan de mejora de calidad en el proceso de pretratamiento y pintura ELPO a través de asignaciones de las actividades y el control de las

operaciones elevando el nivel de aceptación de la calidad de unidades producidas en este proceso.

Objetivos específicos

- Identificar el defecto de mayor incidencia mediante el análisis de los datos recolectados por el área de inspección pintura, lo que permitirá determinar con precisión en que capa de pintura se ejerce mayor manifestación de este defecto.
- Determinar el origen del defecto a través de auditorías de vehículos pintados en elpo con el fin de focalizar los procesos responsables de su generación y evaluar su impacto en la calidad de las unidades en esta área.
- Elaborar indicadores de desempeño vinculados a las medidas de control como el aspirado de pisos, la limpieza de componentes, auditorías internas del producto entrante y los protocolos estandarizados a través del ciclo de mejora continua, con el fin de minimizar la incorporación de partículas indeseadas en los sistemas de pretratamiento y elpo.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

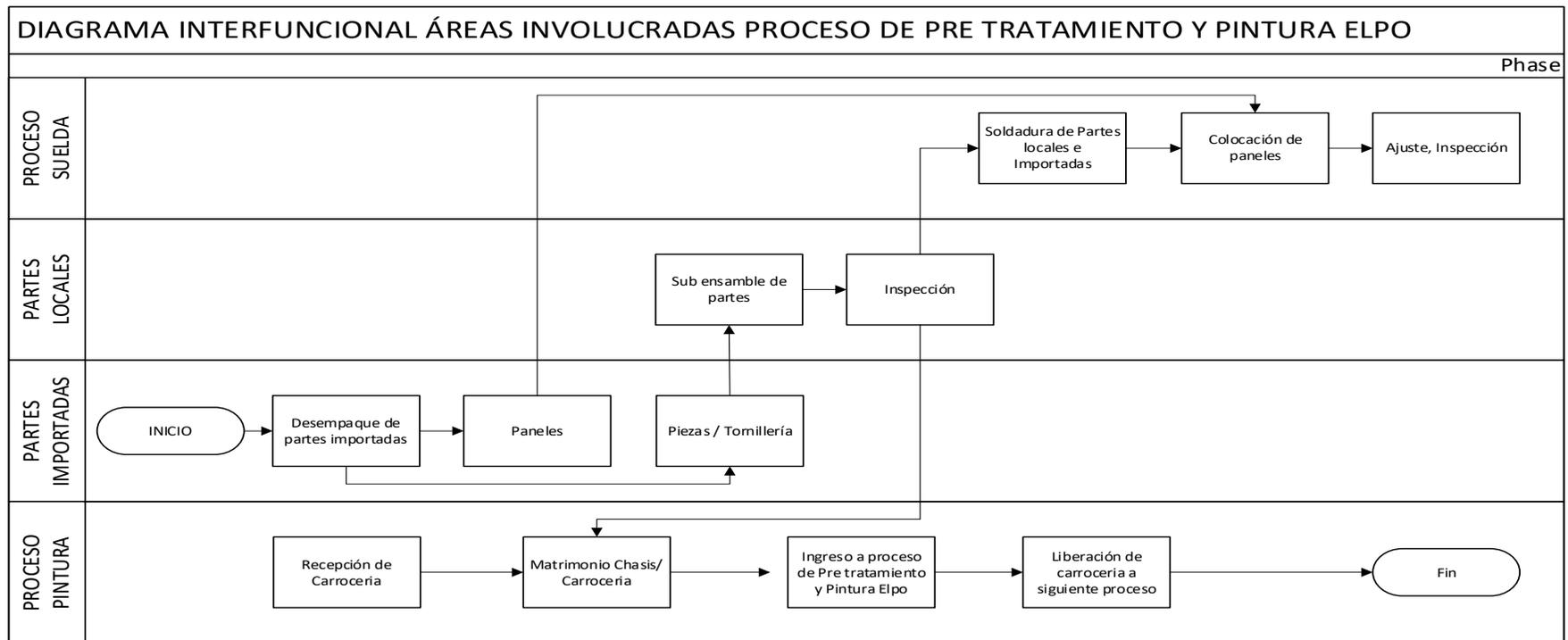
Durante el 1er semestre del año 2021 se realiza el levantamiento de información referente a los distintos defectos que impactan a la calidad final del vehículo en el área de pintura, estos defectos son detectados en el área de inspección y lijado donde son reparados con el fin de mejorar la apariencia del vehículo en la capa final aplicada en el vehículo.

Los retrabajos realizados por reparación de defectos asociados a las diferentes capas de pintura diariamente son altos, para lo cual se ha realizado un diagnóstico de la situación actual utilizando herramientas de calidad basados en datos históricos que nos permitan determinar la concentración de defectos que afectan a la apariencia y generan reparaciones.

Actualmente en el proceso de pretratamiento y pintura Elpo se tiene involucrado a áreas como Suelda, Proveedores de partes Locales, proveedores de partes importadas, ya que forman parte de la cadena productiva, para lo cual a continuación se detalla un mapa general de áreas involucradas, así como un diagrama de los subprocesos de pretratamiento y pintura Elpo para identificarlos.

Figura 7

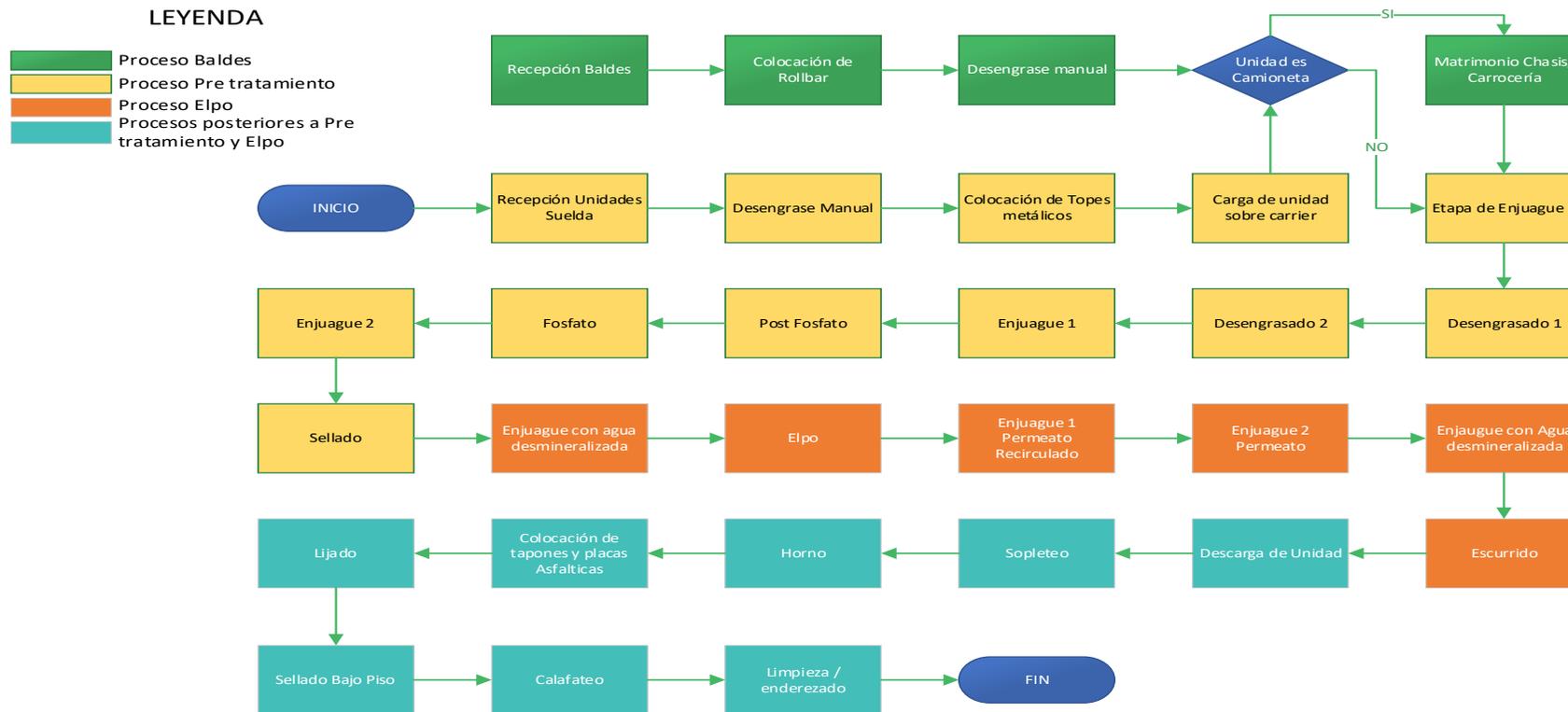
Diagrama Interfuncional de áreas involucradas en el proceso



Nota: La figura muestra las áreas involucradas en el proceso de pretratamiento y Pintura Elpo, Fuente: Propia

Figura 8

Diagrama de Bloque Proceso pretratamiento Pintura



Nota: La figura muestra el diagrama de bloque del proceso de Pintura Elpo y sus diferentes estaciones, Fuente: Propia

Recepción de unidades

El proceso de recepción de unidades consiste en recibir la unidad enviada desde el área de suelda por medio de un cargo bus hacia el área de pintura, el operador retira los seguros y coloca la unidad sobre un dispositivo de transporte metálico este permite la movilización de la carrocería dentro de la línea de producción.

En la recepción del vehículo es importante la inspección revisando principalmente los defectos de ondulaciones, suciedades y contaminaciones que llegan de procesos anteriores afectando la calidad de la capa de pintura debido a que las mismas son depositadas dentro de los procesos de pretratamiento y pintura Elpo.

Desengrasado Manual

El proceso de desengrasado manual consiste en realizar una limpieza manual de toda la carrocería interna (alojamiento, interiores) como zonas externas (Capot, puertas, guardafango, laterales y compuerta), esta limpieza es realizada frotando toda la superficie con la ayuda de una toalla poliéster y líquido desengrasante, el propósito de esta pre limpieza radica en eliminar suciedades sobre la chapa metálica y ayudar a que la película se mantenga unida sin romperse durante los procesos posteriores de desengrasado mecánico.

Proceso de Pretratamiento

El pretratamiento consiste en la preparación y adecuación de la chapa metálica para asentar sobre la misma el sustrato Elpo garantizando la protección completa adherencia del material a la chapa metálica, después de cada proceso

químico al cual es sometido la unidad se realiza un enjuague con el fin de evitar el arrastre de material hacia el siguiente proceso químico.

Proceso de Pintura Elpo

La aplicación de Elpo brinda una protección anticorrosiva hacia las capas inferiores como el fosfato y la lámina metálica, su aplicación es realizada por electrodeposición proceso que impregna las partículas de pintura al vehículo por medio de corriente eléctrica, una vez que ha finalizado la impregnación se somete a la unidad a diversos enjuagues que eliminan los restos de pintura en la unidad.

Procesos posteriores

Dentro de los procesos posteriores a pretratamiento y Elpo se tiene:

Sopleteo: Donde se retira la acumulación o exceso de agua de la unidad

Horno: Que cura o seca la capa de pintura

Colocación de placas y tapones: Lugar en el cual se coloca placas antruido y tapones acorde al modelo.

Lijado: En esta zona se realiza las reparaciones de impurezas o contaminaciones que generan una mala apariencia en la superficie de la carrocería

Sellado: Estación dentro de la cual se sellan aberturas, traslapes de latas y zonas que afectan a hermeticidad del vehículo.

Calafateo: Colocación de PVC en zonas que son afectadas por gravillado.

Estación de limpieza: En esta estación se realiza una limpieza completa de la unidad para eliminar polvo resultante del lijado y el cual no fue removido en los procesos anteriores de reparación, es un alistamiento previo a la aplicación pintura Primer.

Afectación en indicador de calidad Planta de Pintura

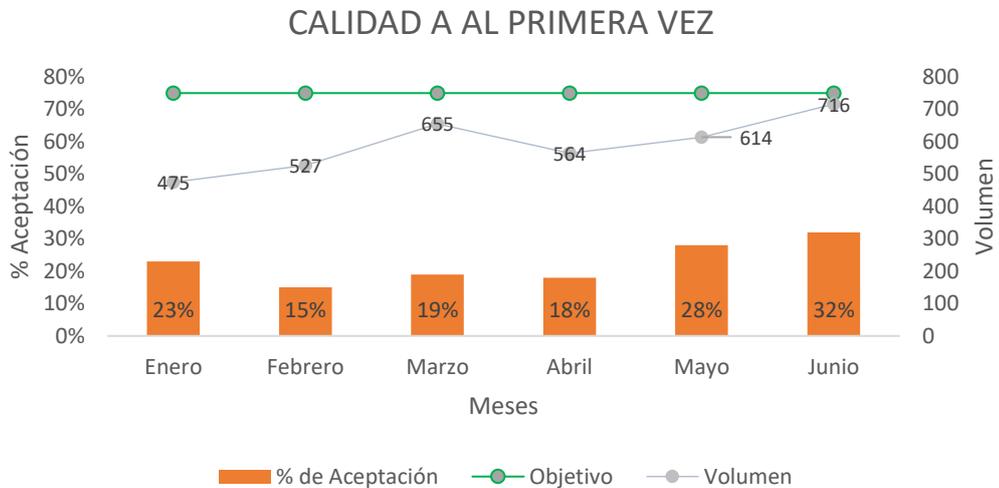
En la estación de verificación de calidad de la carrocería posterior al proceso de Elpo, Primer y Color/Barniz se realiza la inspección de defectos en los vehículos, esta estación proporciona a la planta un indicador el cual nos muestra el porcentaje de aceptación de las unidades, en nuestro estudio se evidencia que la aceptabilidad es baja debido al alto número de defectos existentes en las unidades, para el cálculo del porcentaje de aceptación se aplica la siguiente formula:

$$CALIDAD A LA PRIMERA VEZ \quad (1)$$

$$= \frac{\#UNIDADES DEFECTUOSAS}{\#TOTAL DE UNIDADES PRODUCIDAS} \times 100$$

Figura 9

Aceptación de unidades a la Primera vez



Nota: La figura muestra el desempeño de calidad a la primera vez en porcentajes,

Fuente: Propia

Establecer un punto de partida para realizar un diagnóstico de la situación actual es de suma importancia, debido a que el análisis de aporte de

defectos nos permite tener una primera perspectiva de cómo se encuentra actualmente el proceso.

Para la recolección de datos se hace uso de un software interno perteneciente a la empresa en estudio denominado Global Software Inspection Performance (G-SIP) que permite recolectar la información, establecer tendencias y definir tops de defectos por hora, día, mes y año, los datos presentados son tomados y ponderados acorde al volumen de producción de cada modelo.

Tabla 1

Defectos mes Enero

DEFECTO	MODELO		TOTAL
	MODELO 1	MODELO 2	
GOLPE	65%	31%	44%
Marca de Herramienta	39%	25%	31%
Fibra	35%	54%	47%
SUCIO PISTOLA COLOR	29%	42%	37%
Sucio ELPO	27%	13%	18%
SUCIO PISTOLA CLEAR	21%	18%	19%
MALA LIMPIEZA	21%	11%	15%
Grumos	19%	6%	11%
CHORREADO CLEAR	18%	31%	26%
Marca de Lija	15%	4%	9%
Residuos de Sellante	15%	7%	10%
SUCIO TOPE METÁLICO	15%	9%	11%
GOTAS ELPO	13%	7%	9%
Cráteres	11%	8%	9%
Contaminación Serigrafiado	10%	13%	12%
Cráteres ELPO	9%	6%	7%
Ondulados	8%	16%	13%
Suciedad	8%	9%	9%
Mala reparación de Pintura	8%	3%	5%
Suciedad en Color	8%	14%	12%
Gotas de Barniz	8%	12%	10%
Contaminates – Oil	6%	1%	3%
Falta Color	6%	10%	8%
CALAFATEO	5%	0%	2%
Suciedad PRIMER	4%	4%	4%

GOTAS PRIMER	4%	4%	4%
Mala Aplicación Sellante	4%	3%	3%
Chorreado Fondo	4%	3%	3%
Topado en fresco	4%	7%	5%
Deformado	4%	1%	2%
Gotas de Pintura	4%	4%	4%
Rayas	3%	6%	5%
Piel de Naranja	2%	9%	6%
Esquirlas de suelda	2%	1%	1%
Gotas/Marcas de agua	2%	3%	3%
Gota de Disolvente	2%	2%	2%
Desportillados	2%	2%	2%
Mala Apariencia de Pintura	1%	1%	1%
Manchas Amarillas	1%	1%	1%
Abolladura Superficial	1%	0%	0%
Película de Polvo	1%	0%	1%
Contamination - Oil Drip From Conveyor	1%	0%	0%
Base Expuesta	1%	0%	0%
Pintura Hervida	1%	1%	1%
Expuesto	1%	0%	0%
Soldadura Trizada	1%	0%	0%
MALA APLICACIÓN	1%	1%	1%
Burbujas de Sellante.	0%	0%	0%
Moteado	0%	2%	1%
Material Extraño	0%	0%	0%
Faltantes	0%	0%	0%
Ondulado/Marcas	0%	1%	1%
Falta Soldar	0%	0%	0%
Mal soldado	0%	0%	0%
HOLLIN	0%	0%	0%

Nota. La tabla muestra la cantidad de defectos en el mes de Enero, año 2021,

Volumen de producción Modelo 1 (184 unidades.), Modelo 2 (291 unidades).

Fuente: Propia

Tabla 2

Defectos mes Febrero

DEFECTO	MODELO		TOTAL
	MODELO 1	MODELO 2	
GOLPE	97%	49%	61%
Suciedad en Color	72%	70%	70%
Marca de Herramienta	57%	59%	58%

Fibra	43%	51%	49%
Sucio ELPO	41%	22%	27%
CHORREADO CLEAR	41%	46%	45%
Gotas de Barniz	41%	28%	31%
SUCIO PISTOLA CLEAR	36%	22%	25%
Residuos de Sellante	34%	12%	17%
SUCIO PISTOLA COLOR	22%	16%	17%
Contaminación Serigrafiado	21%	12%	14%
Crateres	21%	17%	18%
Grumos	20%	8%	11%
SUCIO TOPE METÁLICO	19%	15%	16%
Suciedad PRIMER	19%	13%	14%
MALA LIMPIEZA	17%	7%	9%
GOTAS ELPO	12%	13%	13%
Ondulados	12%	28%	24%
Rayas	11%	5%	6%
GOTAS PRIMER	10%	6%	7%
Piel de Naranja	10%	47%	39%
Marca de Lija	10%	4%	6%
Topado en fresco	10%	13%	12%
Suciedad	8%	6%	7%
Deformado	7%	6%	6%
Cráteres ELPO	7%	5%	6%
Chorro de Fondo	6%	6%	6%
Contaminates – Oil	6%	0%	2%
Película de Polvo	6%	1%	2%
CALAFATEO	4%	0%	1%
Esquirlas de suelda	4%	1%	2%
Pintura Hervida	3%	8%	7%
MALA APLICACIÓN DE SELLANTE	3%	2%	2%
Falta Color	2%	10%	8%
Desportillados	2%	1%	2%
Faltantes	2%	0%	1%
Gotas/Marcas de agua	2%	2%	2%
Mala reparación de Pintura	2%	1%	1%
Gota de Disolvente	2%	2%	2%
Gotas de Pintura	2%	2%	2%
Mala Aplicación Sellante	2%	2%	2%
Moteado	1%	2%	2%
Burbujas de Sellante.	1%	2%	2%
HOLLIN	1%	1%	1%
Perla de Soldadura	0%	0%	0%
Base Expuesta	0%	0%	0%

Mala Apariencia de Pintura	0%	0%	0%
Punto de Suelta Faltante	0%	0%	0%
Material Extraño	0%	1%	1%
Metal Expuesto	0%	0%	0%
Manchas Amarillas	0%	1%	1%

Nota. La tabla muestra la cantidad de defectos en el mes de Febrero, año 2021,

Volumen de producción Modelo 1 (124 unidades.), Modelo 2 (403 unidades).

Fuente: Propia

Tabla 3

Defectos mes Marzo

DEFECTO	MODELO		TOTAL
	MODELO 1	MODELO 2	
GOLPE	61%	36%	41%
Fibra	55%	77%	72%
Suciedad en Color	44%	69%	64%
Marca de Herramienta	39%	30%	32%
Sucio ELPO	37%	21%	25%
SUCIO PISTOLA CLEAR	22%	28%	26%
Residuos de Sellante	21%	8%	11%
Suciedad	18%	15%	16%
SUCIO TOPE METÁLICO	18%	25%	23%
Cráteres	16%	20%	19%
GOTAS ELPO	16%	9%	11%
Gotas de Barniz	15%	19%	18%
Contaminación Serigrafiado	13%	19%	18%
Marca de Lija	13%	6%	8%
Ondulados	11%	15%	14%
MALA LIMPIEZA	11%	6%	7%
Mala reparación de Pintura	10%	9%	9%
Contaminates - Oil	9%	1%	3%
Rayas	8%	8%	8%
Suciedad PRIMER	7%	10%	9%
Topado en fresco	7%	7%	7%
GOTAS PRIMER	7%	3%	4%
CHORREADO CLEAR	7%	15%	13%
SUCIO PISTOLA COLOR	6%	9%	9%
Película de Polvo	5%	2%	2%
Desportillados	4%	3%	4%
Gotas/Marcas de agua	4%	4%	4%
Cráteres ELPO	4%	8%	7%

Grumos	4%	4%	4%
Chorreado Fondo	3%	3%	3%
Gota de Disolvente	3%	4%	4%
Mala Aplicación Sellante	3%	3%	3%
Deformado	3%	2%	2%
HOLLIN	3%	5%	4%
Esquirlas de suelda	2%	2%	2%
Faltantes	1%	0%	1%
Falta Color	1%	3%	3%
Pintura Hervida	1%	9%	7%
CALAFATEO	1%	0%	0%
Mala Apariencia de Pintura	1%	1%	1%
Gotas de Pintura	1%	2%	2%
Piel de Naranja	1%	5%	4%
Moteado	0%	3%	2%
Material Extraño	0%	0%	0%
Alambres de suelda	0%	0%	0%
Perla de Soldadura	0%	0%	0%

Nota. La tabla muestra la cantidad de defectos en el mes de Marzo, año 2021,

Volumen de producción Modelo 1 (147 unidades.), Modelo 2 (508 unidades).

Fuente: Propia.

Tabla 4

Defectos mes Abril

DEFECTO	MODELO		
	MODELO 1	MODELO 2	TOTAL
Fibra	65%	80%	76%
GOLPE	45%	36%	38%
Suciedad en Color	33%	61%	54%
Crateres	31%	58%	51%
Cráteres ELPO	27%	14%	17%
Contaminación Serigrafiado	27%	34%	32%
Sucio ELPO	21%	15%	17%
Marca de Herramienta	21%	36%	32%
SUCIO PISTOLA CLEAR	20%	27%	25%
Gotas de Barniz	19%	21%	20%
Marca de Lija	13%	6%	8%
GOTAS ELPO	13%	10%	11%
Residuos de Sellante	13%	3%	5%
Suciedad	13%	13%	13%

Suciedad PRIMER	11%	7%	8%
Mala reparación de Pintura	10%	5%	6%
MALA LIMPIEZA	10%	6%	7%
Grumos	10%	1%	4%
Topado en fresco	10%	5%	6%
Piel de Naranja	10%	12%	12%
SUCIO TOPE METÁLICO	9%	11%	11%
Ondulados	8%	8%	8%
Deformado	7%	0%	2%
Rayas	7%	5%	5%
Gota de Disolvente	6%	4%	4%
CHORREADO CLEAR	6%	18%	15%
Desportillados	4%	3%	3%
Gotas de Pintura	4%	4%	4%
GOTAS PRIMER	4%	4%	4%
Mala Apariencia de Pintura	4%	2%	2%
CALAFATEO	2%	0%	1%
HOLLIN	2%	2%	2%
SUCIO PISTOLA COLOR	1%	10%	8%
Esquirlas de suelda	1%	1%	1%
Daños	1%	0%	0%
Gotas/Marcas de agua	1%	5%	4%
Moteado	1%	3%	2%
Contaminates - Oil	1%	0%	0%
Mala Aplicación Sellante	1%	4%	3%
Quemado Completo	1%	0%	0%
Manchas Amarillas	1%	1%	1%
Faltantes	1%	0%	0%
Tono Diferente	0%	2%	1%
Falta Color	0%	5%	4%
Pintura Hervida	0%	4%	3%
Punto de Suelda mal	0%	0%	0%
Filtración	0%	0%	0%
Ondulado/Marcas	0%	0%	0%
Chorreado Fondo	0%	0%	0%
MALA APLICACIÓN DE	0%	0%	0%
Espolvoreado	0%	0%	0%

Nota. La tabla muestra la cantidad de defectos en el mes de Abril, año 2021,

Volumen de producción Modelo 1 (135 unidades.), Modelo 2 (429 unidades).

Fuente: Propia

Tabla 5*Defectos mes Mayo*

DEFECTO	MODELO		
	MODELO 1	MODELO 2	TOTAL
Fibra	35%	50%	47%
Contaminación Serigrafiado	31%	25%	27%
Crateres	30%	29%	29%
GOLPE	22%	17%	18%
Suciedad en Color	22%	34%	31%
Marca de Herramienta	17%	22%	21%
Sucio ELPO	16%	10%	12%
Gotas de Barniz	13%	14%	14%
SUCIO PISTOLA CLEAR	13%	13%	13%
Cráteres ELPO	10%	4%	5%
Suciedad	8%	5%	6%
Marca de Lija	7%	3%	4%
SUCIO TOPE METÁLICO	7%	10%	9%
Pintura Hervida	6%	3%	4%
Suciedad PRIMER	6%	4%	5%
Chorreado Fondo	6%	3%	4%
SUCIO PISTOLA COLOR	6%	12%	11%
Gotas/Marcas de agua	6%	5%	5%
Deformado	5%	1%	2%
Topado en fresco	5%	7%	7%
Residuos de Sellante	5%	3%	4%
CHORREADO CLEAR	5%	9%	8%
GOTAS ELPO	4%	7%	6%
Grumos	4%	1%	2%
Contaminates - Oil	3%	0%	1%
Piel de Naranja	3%	13%	11%
MALA LIMPIEZA	3%	1%	2%
GOTAS PRIMER	2%	2%	2%
Falta Color	1%	7%	6%
Esquirlas de suelda	1%	2%	2%
Desportillados	1%	2%	2%
Moteado	1%	1%	1%
HOLLIN	1%	0%	1%
Faltantes	1%	0%	0%
CALAFATEO	1%	0%	0%
Mala reparación de Pintura	1%	2%	2%
Mala Apariencia de Pintura	1%	0%	0%

Gota de Disolvente	1%	2%	2%
Mala Aplicación Sellante	1%	3%	2%
Gotas de Pintura	1%	1%	1%
Abolladura Superficial	0%	0%	0%
Tono Diferente	0%	0%	0%
Rayas	0%	4%	3%
Manchas Amarillas	0%	1%	1%
Ondulados	0%	1%	1%
Punto de Suelta Faltante	0%	0%	0%
Espolvoreado	0%	1%	1%

Nota. La tabla muestra la cantidad de defectos en el mes de Mayo, año 2021,

Volumen de producción Modelo 1 (144 unidades.), Modelo 2 (470 unidades).

Fuente: Propia

Tabla 6

Defectos mes Junio

DEFECTO	MODELO		
	MODELO 1	MODELO 2	TOTAL
GOLPE	79%	32%	46%
Contaminación Serigrafiado	41%	31%	34%
Fibra	28%	37%	35%
Suciedad en Color	23%	24%	24%
Sucio ELPO	18%	11%	13%
Marca de Herramienta	16%	12%	13%
Residuos de Sellante	12%	7%	9%
Topado en fresco	11%	8%	9%
GOTAS ELPO	10%	11%	11%
CHORREADO CLEAR	8%	13%	11%
Marca de Lija	8%	4%	5%
SUCIO PISTOLA COLOR	7%	9%	8%
Gotas de Barniz	7%	11%	10%
Cráteres	7%	7%	7%
Suciedad	6%	5%	5%
MALA LIMPIEZA	6%	1%	3%
Mala Apariencia de Pintura	6%	3%	4%
SUCIO PISTOLA CLEAR	5%	4%	4%
Cráteres ELPO	5%	1%	2%
Deformado	4%	6%	5%
Chorreado Fondo	4%	6%	5%

Suciedad PRIMER	3%	4%	3%
Piel de Naranja	3%	3%	3%
CALAFATEO	3%	0%	1%
Falta Color	2%	6%	5%
Pintura Hervida	2%	3%	3%
Desportillados	2%	3%	3%
Gota de Disolvente	2%	2%	2%
Mala Aplicación Sellante	2%	2%	2%
SUCIO TOPE METÁLICO	2%	5%	4%
Rayas	2%	4%	4%
Ondulados	2%	2%	2%
Grumos	1%	0%	1%
MALA APLICACIÓN DE SELLANTE	1%	1%	1%
Faltantes	1%	0%	0%
Manchas Amarillas	1%	1%	1%
Gotas/Marcas de agua	0%	2%	2%
Contamination - Oil Drip From Conveyor	0%	0%	0%
Gotas de Pintura	0%	1%	1%
GOTAS PRIMER	0%	1%	1%
Flash	0%	0%	0%
Material Extraño	0%	0%	0%
Contaminates - Oil	0%	0%	0%
Óxido	0%	0%	0%
Punto de Suelta Faltante	0%	0%	0%
Esquirlas de suelda	0%	1%	1%
Material excesivo	0%	0%	0%
Mutilado	0%	0%	0%
Mala reparación de Pintura	0%	1%	0%
Falta Soldar	0%	0%	0%
Moteado	0%	1%	0%
Corte de Reparación	0%	0%	0%

Nota. La tabla muestra la cantidad de defectos en el mes de Junio, año 2021,

Volumen de producción Modelo 1 (216 unidades.), Modelo 2 (500 unidades).

Fuente: Propia.

Agrupación de defectos

La agrupación de los defectos se la realiza acorde a las características que tienen como son:

Suciedad: Son aquellos defectos considerados como impurezas sobre o debajo de las capas de pintura con el mismo color o color constante.

Contención: Abarcan lo defectos que son generados por la reparación o acción de una persona o herramienta sobre la capa de pintura.

Mutilaciones: Agrupa los defectos de golpes, ondulados o desportillados,

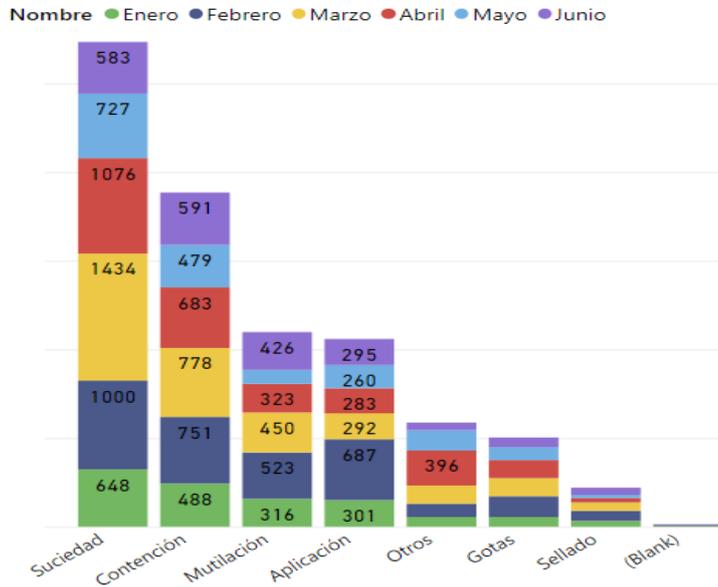
Aplicación: Son considerados aquellos que son provocados por la acción de pintar o sellar.

Los grupos de gotas, sellado y otros no se consideran debido a que tiene un aporte bajo y no es el foco de nuestro estudio.

Las suciedades tienen una relación estrecha y ligada a los defectos de contención debido a que son inversamente proporcionales, es decir mientras disminuimos las suciedades encontradas en la zona de inspección los defectos de contención crecen como consecuencia de las reparaciones en las capas internas de la pintura, estas reparaciones son notorias y visibles en la inspección a causa de malas técnicas de reparación (lijado), el uso de herramientas inadecuadas incluso el material abrasivo también juega un papel importante en las reparaciones realizadas.

Figura 10

Agrupación de defectos

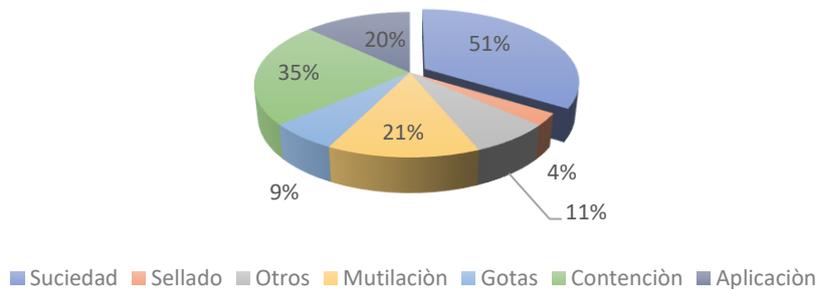


Nota: La figura muestra la cantidad de defectos acumulado de los meses agrupado por defectos, en el cual el mayor aportante es la suciedad, Fuente: Propia

Al agrupar y segregar los defectos obtenemos por medio de un diagrama de estratificación su porcentaje de aporte por plataforma mostrando la tendencia acumulada por modelo y mes acorde al volumen producido.

Figura 11

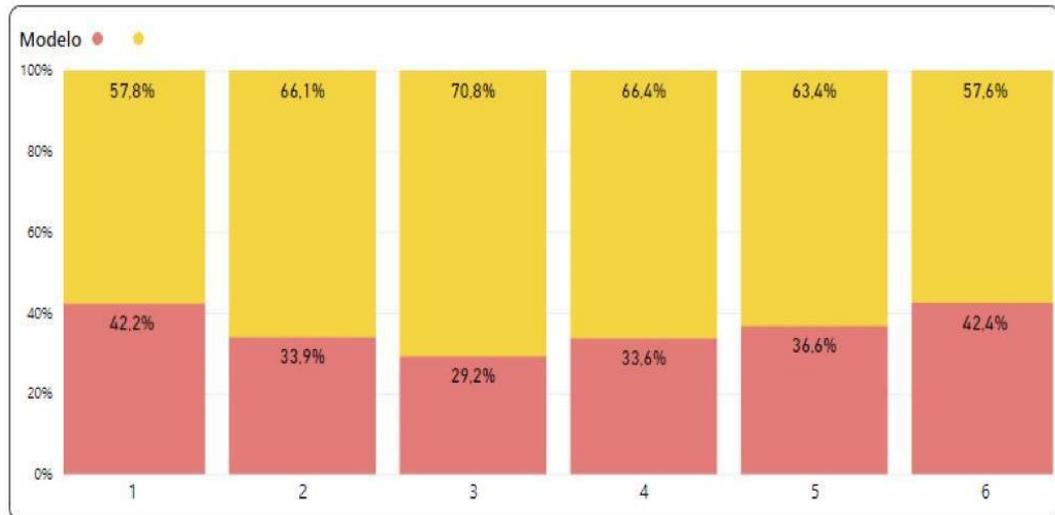
Distribución porcentual de aporte defectos



Nota: La figura muestra distribución porcentual de los defectos agrupados, en el cual la suciedad es el mayor aportante con el 51%. Fuente: Propia

Figura 12

Porcentaje de aporte Suciedades Pintura



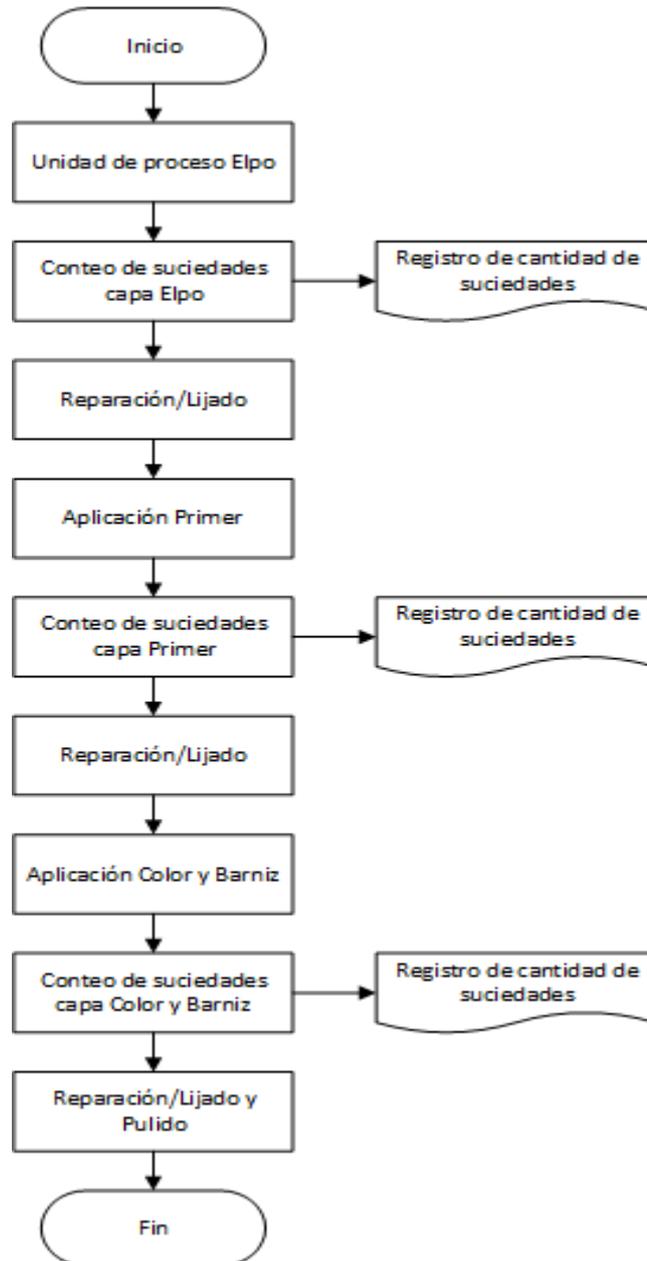
Nota: El diagrama de estratificación muestra el porcentaje de suciedad aportado por los modelos (rojo-modelo 1 con el 42% y amarillo modelo 2 con el 57,8% vs volumen). Fuente: Propia

Aporte de suciedad por área

Para poder determinar el aporte de suciedad por cada proceso interno del área de pintura se realiza un conteo de suciedades por cada capa pintura para lo cual se sigue el siguiente esquema:

Figura 13

Flujo para conteo de suciedades



Nota: El flujo para el conteo de suciedades, las áreas donde se realizó el levantamiento de información. Fuente: Propia

Los datos recolectados muestran los siguientes resultados:

Tabla 7

Conteo de suciedades área Elpo

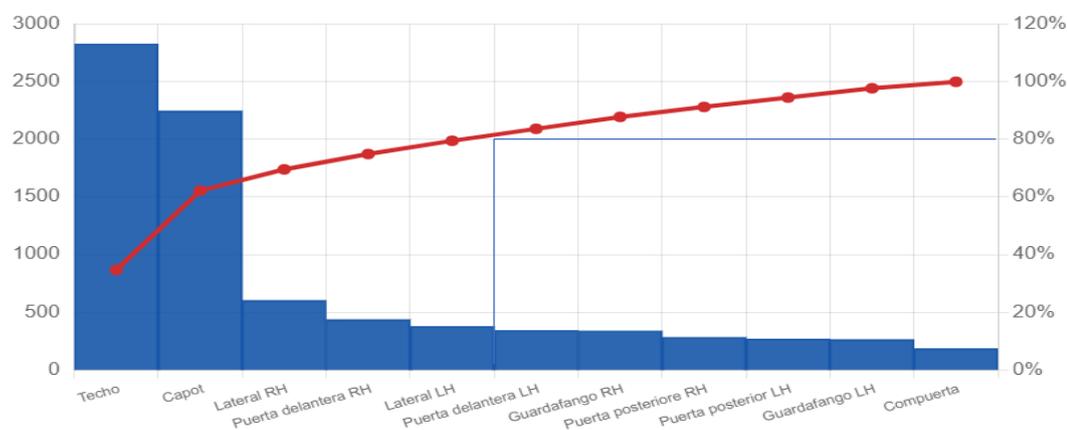
PINTURA ELPO				
Panel	Muestra Día 1	Muestra Día 2	Muestra Día 3	Total
Capot	654	840	752	2246
Guardafango RH	129	100	108	337
Puerta delantera RH	184	142	109	435
Puerta posterior RH	103	94	85	282
Lateral RH	202	230	169	601
Compuerta	69	51	64	184
Lateral LH	121	110	144	375
Puerta posterior LH	77	91	98	266
Puerta delantera LH	106	114	120	340
Guardafango LH	88	110	64	262
Techo	1001	992	837	2830
TOTAL	2734	2874	2550	8158

Nota. La tabla muestra la cantidad de suciedades levantadas en el área de pintura

elpo. Fuente: Propia

Figura 14

Diagrama de Pareto Conteo de suciedades Elpo



Nota. La figura muestra el diagrama de Pareto realizado para identificar el panel con mayor afectación en pintura Elpo, en la cual se observa un mayor conteo de suciedades en los primeros 5 paneles, siendo los de mayor relevancia techo y capot. Fuente: Propia

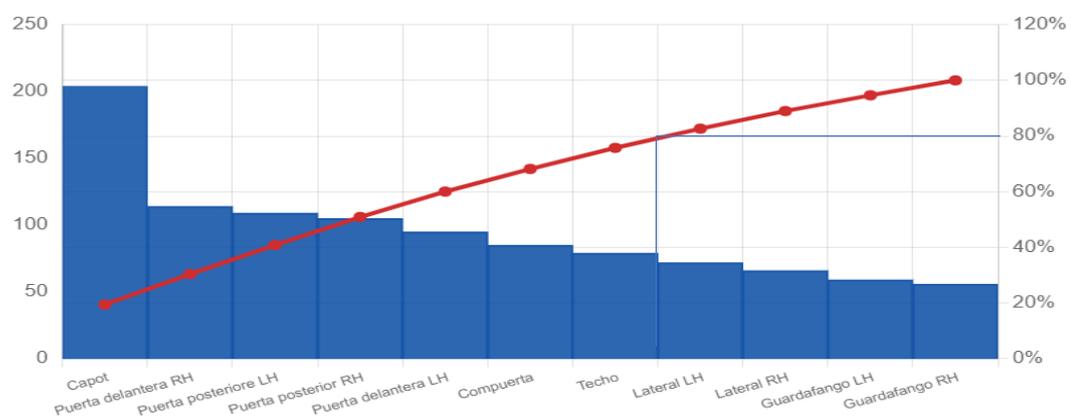
Tabla 8
Conteo de suciedades área Primer

PRIMER				
Panel	Muestra Día 1	Muestra Día 2	Muestra Día 3	Total
Capot	75	66	63	204
Guardafango RH	14	14	28	56
Puerta delantera RH	38	36	40	114
Puerta posterior RH	35	35	35	105
Lateral RH	20	21	25	66
Compuerta	24	31	30	85
Lateral LH	29	20	23	72
Puerta posterior LH	37	37	35	109
Puerta delantera LH	38	25	32	95
Guardafango LH	20	24	15	59
Techo	24	21	34	79
TOTAL	354	330	360	1044

Nota. La tabla muestra la cantidad de suciedades levantadas en el área de pintura

Primer. Fuente: Propia

Figura 15
Diagrama de Pareto Conteo de suciedades Primer



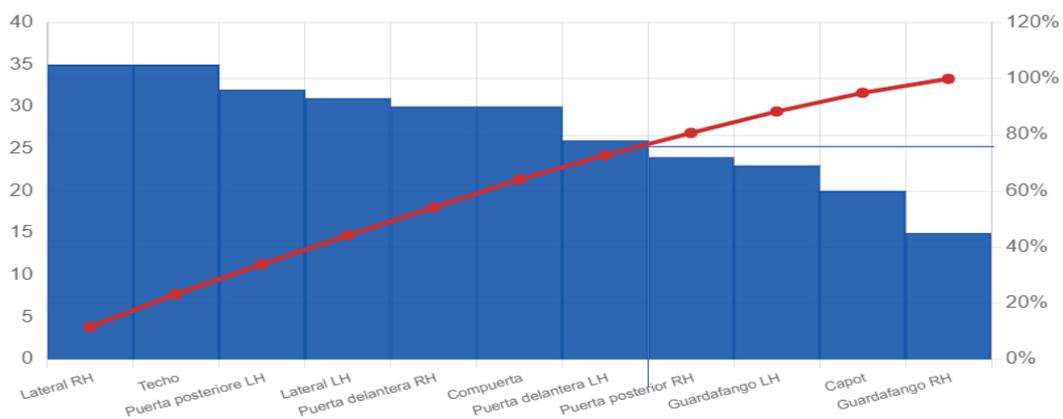
Nota. La figura muestra el diagrama de Pareto realizado para identificar el panel con mayor afectación en pintura primer, en la cual se observa un mayor conteo de suciedades en los primeros 7 paneles, siendo los de mayor relevancia capot y puerta delantera RH. Fuente: Propia

Tabla 9*Conteo de suciedades área Color y Barniz*

Panel	COLOR/BARNIZ			Total
	Muestra Día 1	Muestra Día 2	Muestra Día3	
Capot	6	7	7	20
Guardafango RH	8	4	3	15
Puerta delantera RH	11	12	7	30
Puerta posterior RH	9	7	8	24
Lateral RH	13	12	10	35
Compuerta	10	9	11	30
Lateral LH	7	11	13	31
Puerta posterior LH	12	10	10	32
Puerta delantera LH	10	6	10	26
Guardafango LH	8	5	10	23
Techo	9	14	12	35
TOTAL	103	97	101	301

Nota. La tabla muestra la cantidad de suciedades levantadas en el área de pintura

Color/Barniz. Fuente: Propia

Figura 16*Diagrama de Pareto Conteo de suciedades Color y Barniz*

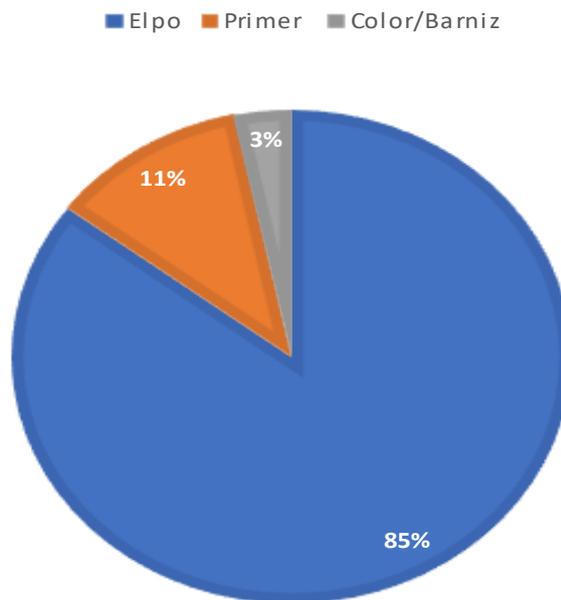
Nota. La figura muestra el diagrama de Pareto realizado para identificar el panel con mayor afectación en pintura Color y Barniz, en la cual se observa un mayor conteo de suciedades en los primeros 7 paneles, siendo los de mayor relevancia lateral RH y techo. Fuente: Propia

Realizado el análisis de impacto de suciedades por cada área, en la distribución de porcentajes de mayor impacto de suciedades se obtuvo el siguiente resultado.

Figura 17

Aporte en porcentaje por proceso

CONTAMINACIÓN POR ÁREA



Nota: La figura muestra el aporte de defectos por cada área siendo el área el mayor aportante con el 85%, Fuente: Propia.

Como se expone en el gráfico el área de elpo tiene un impacto importante en la afectación de la calidad con un 85% del total, esta área es nuestro punto focal de trabajo, los problemas de calidad que son generados en esta área afectan colateralmente la calidad final de la unidad, varios problemas derivan de realizar un retrabajo o lijado al generar impurezas (polvo del sustrato elpo) que son llevados a los siguientes procesos y provocan nuevos defectos como:

contaminaciones, suciedades en aplicación de primer que derivan en posteriores reparaciones.

Aporte por tipo de defecto

Una vez que hemos identificado que el área de elpo es el principal aportante de suciedades al proceso de pintura, identificamos que tipos de defectos en esta capa generan las reparaciones, se partió segregando los defectos que se visualizan adheridos a la capa externa curada, esto nos permite un mayor detalle y objetividad en el origen de las impurezas.

El método utilizado para realizar este análisis consiste en tomar una muestra de la superficie de un panel, para lo cual al elegir el panel se toma en cuenta tres aspectos:

1. Impacto de visibilidad que el panel tiene hacia las personas, por ejemplo, una compuerta no tiene el mismo impacto en apariencia que un guardafango ya que las personas apreciarán con mayor facilidad cualquier defecto de apariencia en el guardafango por ser una de las partes frontales del vehículo.
2. El tamaño del panel, ya que una mayor dimensión del panel permite acumular mayor cantidad de muestras de suciedades,
3. La dirección que el panel tiene, debido a un panel horizontal genera un mejor reflejo de la luz y mayor visualización de defectos al contrario de un panel vertical.
4. Cantidad de defectos aportada

Para la elección del panel a tomar se realiza una conta evaluación con los parámetros mencionados, con el fin de dar una ponderación de 1 si cumple y 0 si no lo cumple con ello podremos obtener un resultado que nos guie a tomar una decisión, en caso de tener un empate en el resultado se tomará el panel con mayor cantidad de defectos. (Para el dato de suciedades se tomó la información de la tabla)

Tabla 10

Evaluación de panel

Panel	Visibilidad	Tamaño	Horizontal	Suciedad
Capot	Si	Grande	Horizontal	2246
Guardafango	No	Pequeño	Vertical	599
Puerta delantera	Si	Mediano	Vertical	775
Puerta posterior	Si	Mediano	Vertical	548
Lateral	Si	Grande	Vertical	976
Compuerta	No	Mediano	Vertical	184
Techo	No	Grande	Horizontal	2830

Nota. La tabla muestra la cantidad de suciedades levantadas en el área de pintura

Color/Barniz. Fuente: Propia

Tabla 11

Tabulación de datos

Panel	Visibilidad	Tamaño	Ponderación			TOTAL
			Horizontal	Defectos		
Capot	1	1	1	1	4	
Guardafango	0	0	0	1	1	
Puerta delantera	1	0	0	1	2	
Puerta posterior	1	0	0	1	2	
Lateral	1	1	0	1	3	
Compuerta	0	0	0	1	1	
Techo	0	1	1	1	3	

Nota. La tabla muestra la cantidad de suciedades levantadas en el área de pintura

Color/Barniz. Fuente: Propia

Considerando los aspectos antes mencionados el panel elegido es el capot de la unidad, de frente a la parte, marcamos en la sección central las dimensiones de un formato A4 y se contabiliza los defectos por tipo con la ayuda de un microscopio, este procedimiento es tomado de las mejoras prácticas realizadas a nivel regional de la empresa en estudio.

Figura 18

Método de identificación defectos pintura Elpo



Nota: La figura muestra el área de toma de muestra para la identificación de defectos. Fuente: Propia

Como resultado del análisis y el seguimiento realizado por 6 meses contabilizando defectos tenemos los siguientes resultados:

Tabla 12*Auditoria de Suciedades*

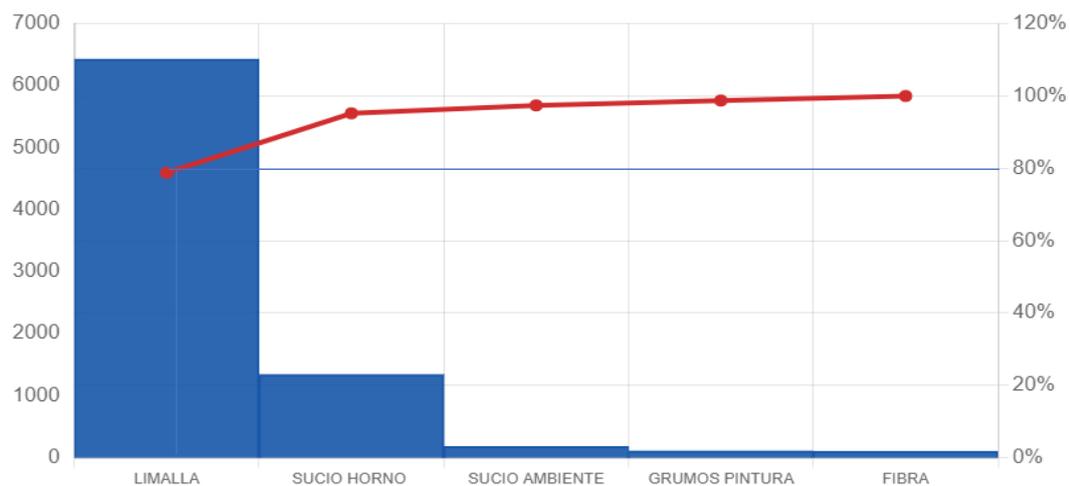
AUDITORIA DE DETERMINACIÓN DE SUCIEDADES Y CONTAMINACIONES					
Fecha	SUCIO HORNO	LIMALLA	SUCIO AMBIENTE	FIBRA	GRUMOS PINTURA
					
4/1/2021	10	137	4	3	4
6/1/2021	28	105	4	2	0
11/1/2021	23	129	4	4	1
13/1/2021	22	169	6	2	5
18/1/2021	48	153	1	1	3
20/1/2021	23	85	3	1	0
25/1/2021	21	109	1	2	5
27/1/2021	50	108	4	3	0
1/2/2021	18	141	7	1	2
3/2/2021	30	166	7	2	0
8/2/2021	22	110	4	1	0
10/2/2021	20	158	5	0	5
15/2/2021	44	135	5	4	0
17/2/2021	50	129	2	0	0
22/2/2021	20	124	6	3	5
24/2/2021	21	177	5	0	3
3/3/2021	17	181	5	1	0
8/3/2021	32	118	1	3	4
10/3/2021	39	143	6	4	1
15/3/2021	18	148	1	1	0
17/3/2021	27	152	1	3	0
22/3/2021	23	83	4	4	2
24/3/2021	20	80	7	3	3
29/3/2021	13	173	3	3	4
31/3/2021	13	119	6	6	5
5/4/2021	29	123	4	0	0
7/4/2021	42	122	1	3	1
12/4/2021	26	124	2	3	2
14/4/2021	29	180	5	4	1
19/4/2021	42	88	4	1	5
21/4/2021	28	147	1	0	1
26/4/2021	8	150	4	0	4
28/4/2021	18	134	3	3	5
3/5/2021	30	128	6	3	5
5/5/2021	16	80	3	4	0
10/5/2021	40	156	3	2	4

12/5/2021	16	105	3	2	3
17/5/2021	28	168	6	0	4
19/5/2021	22	121	4	0	1
24/5/2021	26	109	1	1	5
26/5/2021	44	184	3	4	3
7/6/2021	26	106	4	3	1
9/6/2021	23	131	1	1	3
14/6/2021	29	125	2	4	0
16/6/2021	48	105	3	1	2
21/6/2021	24	102	5	3	4
23/6/2021	41	178	3	1	0
28/6/2021	32	137	4	1	3
30/6/2021	22	95	2	1	1
TOTAL	1341	6430	179	102	110

Nota. La tabla muestra Auditoria realizada en unidades Elpo. Fuente: Propia

Figura 19

Diagrama de Pareto



Nota: La figura muestra un diagrama de Pareto identificando el aporte de defectos por tipo, obteniendo las limallas como el problema en el cual debe estar nuestro enfoque. Fuente Propia.

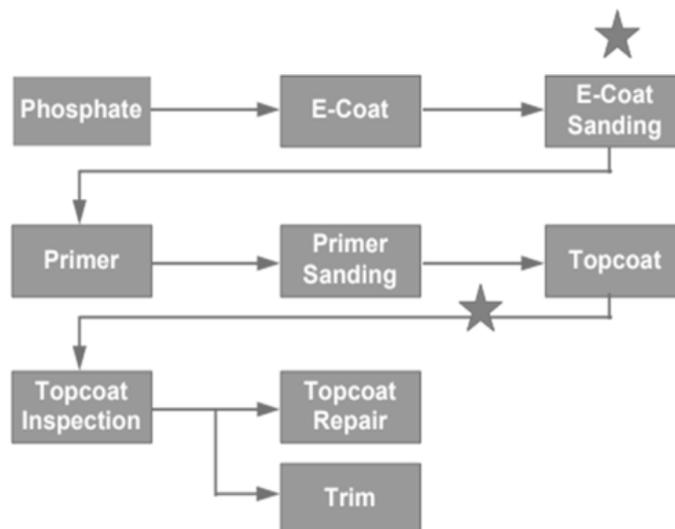
El defecto de limalla es el defecto en el que tenemos una oportunidad de mejora, ya que es la causa principal de reparaciones en la capa de pintura elpo.

Medición de reparaciones

Figura 20

Medición de reparaciones

★ Puntos de control Calidad de vehiculos



Nota: La figura muestra los puntos de revisión de calidad de los vehículos producidos, Fuente: Propia

Dentro del proceso de pintura, existen dos puntos de verificación, reparación y control de defectos de los vehículos y estos son la estación de Lijado Primer y Lijado de unidades Elpo, el levantamiento de información se realiza contabilizando los lijados en cada panel de la unidad, para que sea considerado como reparación o lijado se toma como referencia que la superficie reparada debe tener un diámetro de 3 centímetros ya que es lo mínimo que genera la acción de devastar con un pad de lijado puntual, para asignar los lijados a los paneles se los ha catalogado de la siguiente manera:

Paneles Horizontales:

- Techo
- Capot

Paneles Verticales:

- Guardafango
- Puerta delantera
- Puerta posterior
- Lateral
- Compuerta
- Roll Bar

Esta medición nos permite agrupar a los paneles de una manera general de tal modo que la concentración de datos nos muestre una tendencia de reparaciones sea en paneles horizontales o verticales, el levantamiento de la información se lo realizó durante 6 meses.

Tabla 13

Seguimiento mensual lijados

Date	Unit	Shift	Point A (E-Coat)																				Avg
		1	Color																				
	Unit	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29		Avg
Panels	# of Panels (Areas) Touched	16	16	16	16	15	16	16	15	15	14	15	16	16	15	16	15	15	14	15	16	0	15
	# of Panels Not Touched	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2	1	0	0	1	0	1	1	2	1	0	0	1
	Capo izquierdo	11	9	8	10	10	11	12	9	9	12	12	10	9	11	9	14	10	10	10	13		10
	Techo izquierdo	9	10	12	10	11	12	11	12	11	11	9	10	11	10	10	12	14	9	11	12		11
	Guardafango izquierdo	9	5	8	8	7	6	6	6	8	7	9	5	7	5	8	7	8	6	9	5		7
	Puerta delantera izquierdo	6	8	9	4	7	5	8	6	8	6	7	5	3	7	4	11	8	7	6	3		6
	Puerta posterior izquierdo	6	10	6	6	5	8	4	5	8	6	4	5	7	4	8	5	6	7	9	6		6
	Roll bar izquierdo	1	2	1	2	1	1	1	0	0	0	0	1	2	0	1	2	2	0	0	1		1
	Lateral izquierdo	6	10	9	10	4	11	8	9	3	10	8	4	8	7	8	11	9	10	6	9		8
	Compuerta izquierdo	4	5	6	6	3	3	3	3	4	3	5	4	3	3	4	4	4	5	3	5		4
	Compuerta derecho	5	3	1	2	4	6	9	4	4	1	5	1	5	2	4	2	4	6	4	9		4
	Lateral derecho	10	8	9	11	8	11	8	11	5	10	9	9	10	11	10	8	9	8	10	11		9
	Roll bar derecho	2	1	1	2	0	1	2	2	1	0	2	2	2	2	1	0	0	0	1	1		1
	Puerta Posterior derecho	10	8	7	8	7	6	7	10	6	7	9	9	8	6	8	6	9	6	8	8		8
	Puerta delantera derecho	8	12	5	6	7	11	9	9	11	4	9	8	10	7	6	10	6	8	9	6		8
	Guardafango derecho	9	5	10	8	7	6	6	12	8	7	9	11	7	5	8	10	8	9	9	9		8
	Capo derecho	14	9	10	9	10	9	9	12	12	15	12	10	12	11	9	12	11	13	11	12		11
	Techo derecho	12	11	11	9	10	12	9	14	12	11	10	10	9	11	10	11	12	10	13	11		11
	Total Touches – Horizontals	46	39	41	38	41	44	41	47	44	49	43	40	41	43	38	49	47	42	45	48	0	38
	Total Touches - Right Verticals	44	37	33	37	33	41	41	48	35	29	43	40	42	33	37	36	36	37	41	44	0	38
	Total Touches - Left Verticals	32	40	39	36	27	34	30	29	31	32	33	24	30	26	33	40	37	35	33	29	0	29

Nota. La tabla muestra la cantidad de Lijados del modelo 1 Automóvil. Fuente: Propia

Tabla 14

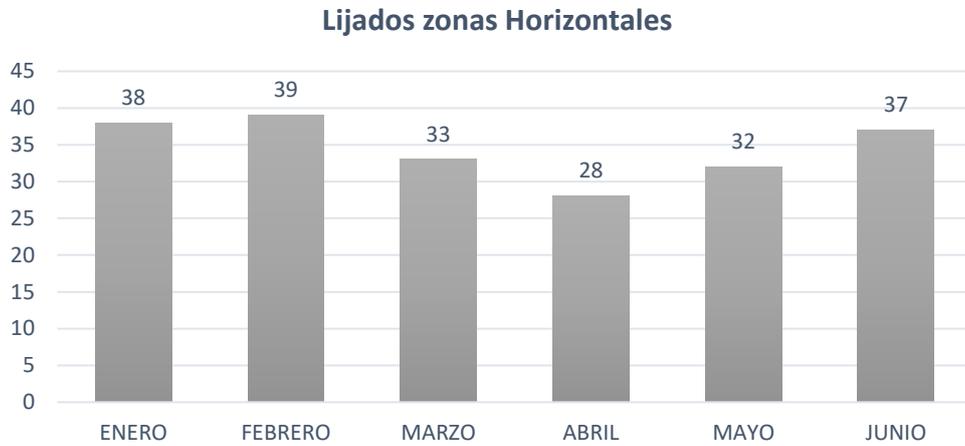
Seguimiento mensual lijados

Date	Unit	Shift	Point A (E-Coat)																				Avg
		1																					
		Color																					
Unit		4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29		
Panels	# of Panels (Areas) Touched	16	16	16	16	15	16	16	15	15	14	15	16	16	15	16	15	15	14	15	16	0	15
	# of Panels Not Touched	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2	1	0	0	1	0	1	1	2	1	0	0	1
Capo izquierdo		11	9	8	10	10	11	12	9	9	12	12	10	9	11	9	14	10	10	10	13		10
Techo izquierdo		9	10	12	10	11	12	11	12	11	11	9	10	11	10	10	12	14	9	11	12		11
Guardafango izquierdo		9	3	2	2	4	3	3	3	2	5	2	2	5	5	2	2	2	5	5	4		4
Puerta delantera izquierdo		6	8	9	4	7	5	3	6	8	6	7	5	3	7	4	11	8	7	6	3		6
Puerta posterior izquierdo		6	5	6	6	5	8	4	3	3	6	4	5	7	4	8	5	6	7	3	6		5
Roll bar izquierdo		1	2	1	2	1	1	1	0	0	0	0	1	2	0	1	2	2	0	0	1		1
Lateral izquierdo		6	5	3	7	6	5	6	5	6	4	6	5	3	6	8	5	4	5	8	3		5
Compuerta izquierdo		4	1	1	3	1	1	2	1	1	1	2	1	1	3	1	2	1	4	2	1		2
Compuerta derecho		5	3	1	2	4	6	9	4	4	1	5	1	5	2	4	2	4	6	4	9		4
Lateral derecho		10	9	9	10	11	11	8	11	8	8	9	10	11	8	8	10	10	8	9	8		9
Roll bar derecho		2	1	1	2	0	1	2	2	1	0	2	2	2	2	1	0	0	0	1	1		1
Puerta Posterior derecho		10	9	7	8	9	9	8	7	6	6	9	8	8	6	9	9	6	6	8	7		8
Puerta delantera derecho		8	12	5	6	7	11	9	9	11	4	9	8	10	7	6	10	6	8	5	6		8
Guardafango derecho		9	5	10	8	7	6	6	12	8	7	9	11	7	5	8	10	8	9	9	9		8
Capo derecho		14	9	10	9	10	9	9	12	12	15	12	10	12	11	9	12	11	13	11	12		11
Techo derecho		12	11	11	9	10	12	9	14	12	11	10	10	9	11	10	11	12	10	13	11		11
Total Touches – Horizontals		46	39	41	38	41	44	41	47	44	49	43	40	41	43	38	49	47	42	45	48	0	39
Total Touches - Right Verticals		44	39	33	36	38	44	42	45	38	26	43	40	43	30	36	41	34	37	36	40	0	35
Total Touches - Left Verticals		32	24	22	24	24	23	19	18	20	22	21	19	21	25	24	27	23	28	24	18	0	25

Nota. La tabla muestra la cantidad de Lijados del modelo 1 Automóvil. Fuente: Propia

Figura 21

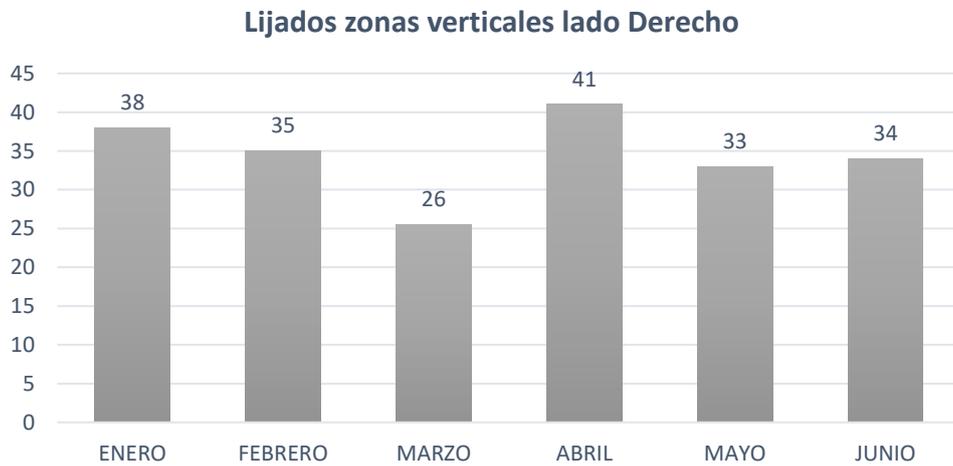
Promedio de lijados Horizontales en unidades Elpo



Nota: La figura muestra el promedio de lijados en la capa de pintura Elpo en paneles horizontales, Fuente: Propia

Figura 22

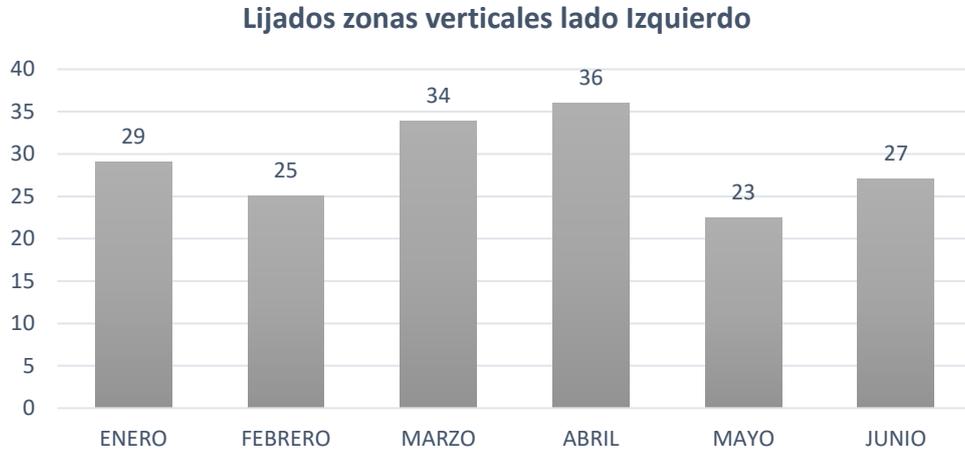
Promedio de lijados lado derecho en unidades Elpo



Nota: La figura muestra el promedio de lijados en la capa de pintura Elpo en paneles verticales derechos, Fuente: Propia

Figura 23

Promedio de lijados lado izquierdo en unidades Elpo



Nota: La figura muestra el promedio de lijados en la capa de pintura Elpo en paneles verticales izquierdos, Fuente: Propia

De los resultados obtenidos del conteo de reparaciones (lijados) tenemos que en los meses de evaluación los resultados para paneles horizontales presentaron un promedio mayor a 30 lijados, los paneles verticales de lado derecho presentan una tendencia de 28 lijados y finalmente los paneles verticales del lado izquierdo presentan un promedio de 29 lijados de los cuales 18 lijados promedio (60%) fueron realizados por defectos de suciedad metálica.

La tendencia no presenta variación considerable lo cual concluye en que la calidad de las unidades no presenta mejora durante el lapso medido, la teoría nos indica que mientras un panel sea menos manipulado o reparado garantiza que los

procesos posteriores al mismo mantengan una mejor calidad evitando defectos como consecuencias de retrabajos en la capa anterior.

Identificación de Fuentes Contaminantes

En la inspección de campo, para identificar proceso que aporten al ingreso de suciedades metálicas o limallas se realiza en una caminata en planta, se encuentra que en la recepción de unidades de suelda e ingreso de partes CKD ensambladas localmente se concentra el mayor ingreso de suciedad metálica y contaminaciones a la planta de pintura, asociados la manufactura de sus tareas.

Limallas

Dentro del grupo de limallas se ha considerado perlas de soldaduras, esquirlas, polvo metálico y aportes de suciedades que se generan por el ambiente propio de la planta como son restos de polvo y estructura, cada una de estas se ven adheridas a la superficie metálica en sus partes (ejem. Puertas, guardafangos, techo, etc.) así como en el armazón o estructura de las carrocerías, el alto impacto que generan en la unidad se evidencia en el aporte que se muestra al ser contabilizadas en la superficie.

Figura 26

Perlas de soldadura



Nota: La figura muestra perlas de soldadura en chasis, Fuente: Propia

Contaminaciones y suciedades asociados a procesos de CKD, Suelda y Proveedor

Para posteriormente determinar los KPI de cada área es importante determinar que defectos, suciedades o contaminaciones están atadas al proceso como tal de cada una de las áreas involucradas, para el levantamiento de esta información se realizó una inspección de los procesos en cada una de las áreas considerando los siguientes aspectos:

1. Herramientas utilizadas
2. Contacto con el material o partes de la unidad
3. Procesos de reparación existentes
4. Dispositivos de almacenaje
5. Productos químicos utilizados en los procesos productivos (Sellantes).

Tabla 15*Asignación de defectos acorde a procesos*

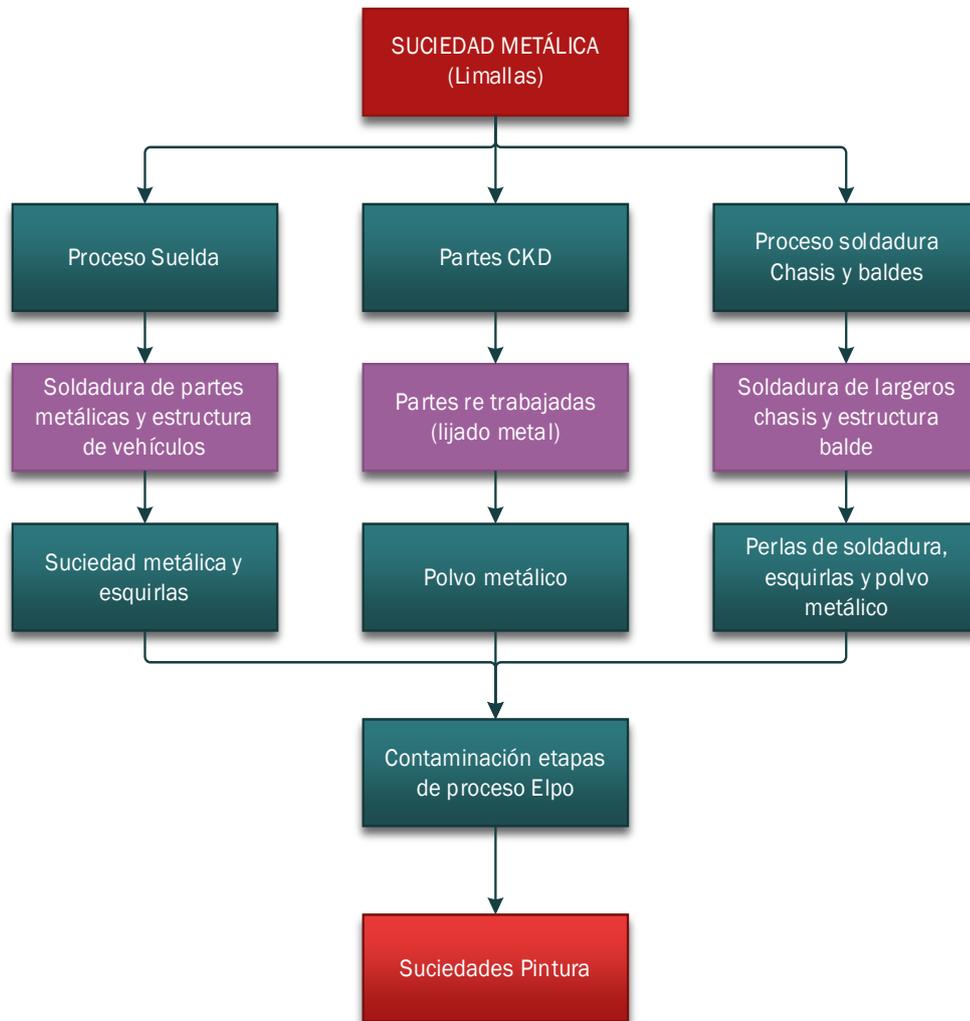
DEFECTO	CKD	Suelda	Proveedor
Polvo Metálico	-	Reparación de golpes / Lijadora y lima	-
Limallas	-	Pistolas de Punto, Suelda MIG	Pistolas de Punto, Suelda MIG
Esquirlas	-	Pistolas de Punto, Suelda MIG	Pistolas de Punto, Suelda MIG
Contaminaciones	Manipulación de paneles en cajas CKD	Manipulación de unidades Buffer	Manipulación de Parte en buffer
Marcas de empaque	Espuma flex en paneles	-	-

Nota. La tabla muestra la asignación de defectos acorde a los procesos que influye. Fuente: Propia

Esquematización del defecto

Figura 27

Esquematización del defecto suciedad metálica



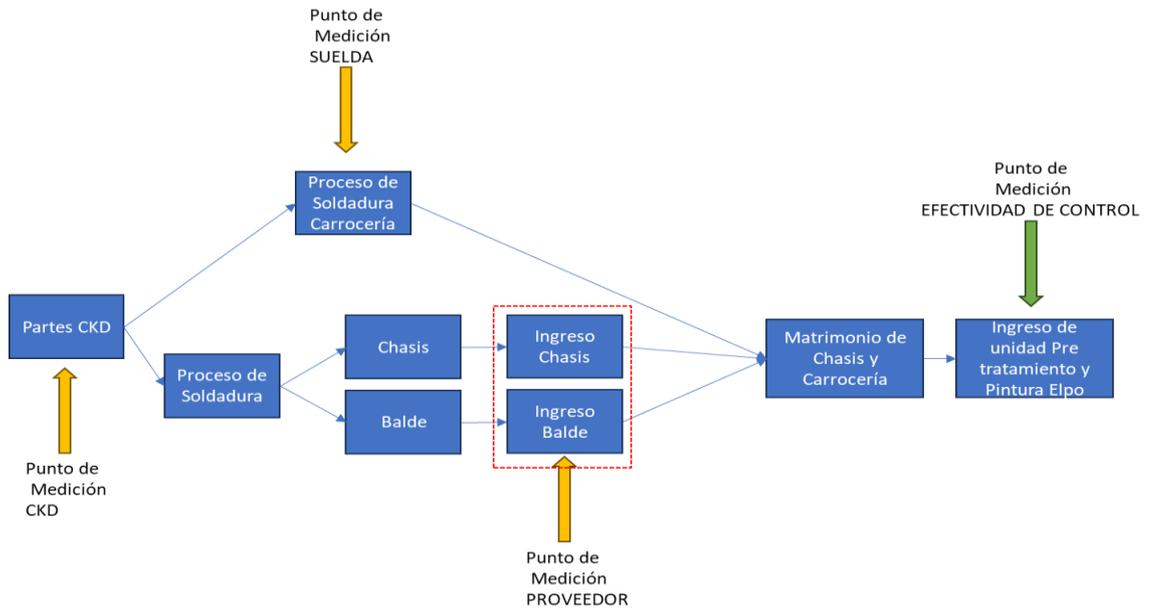
Nota: La figura muestra la esquematización del defecto de suciedad, Fuente: Propia.

Aporte de suciedad y contaminación por área

Para la identificación de porcentajes de aporte por cada área, se realiza el pesaje de suciedad que ingresa por cada área acorde al siguiente flujo:

Figura 28

Puntos de recolección de datos



Nota: La figura muestra los puntos de recolección de datos en el proceso de producción, Fuente: Propia

Método de recolección de datos

Para medir la cantidad de suciedad y contaminación por área se toma puntos de referencia acorde al siguiente flujo:

- a) CKD: Desempaque de material que no se ha sido manipulado por ningún proceso
- b) Suelta: Estación de verificación, luego de haber pasado las distintas etapas de soldadura
- c) Proveedor: Ingreso de Chasis y Balde al área de Pintura

Partes CKD

Figura 29

Suciedades y Contaminaciones en partes CKD



Nota: La figura muestra los puntos de recolección de datos en el proceso de producción CKD Fuente: Propia

Tabla 16

Recolección de datos CKD

Muestras	SUCIEDAD (gramos)		CONTAMINACIÓN (cantidad)	
	Paneles	Componente metálicos	Paneles	
1	1,51	1,89	6,00	
2	1,45	1,23	2,00	
3	1,98	2,39	1,00	
4	1,86	2,60	7,00	
5	1,65	1,86	6,00	
6	1,39	2,27	2,00	
7	1,19	2,73	6,00	
8	1,49	1,56	2,00	
9	1,22	2,56	3,00	

10	1,30	2,37	3,00
11	1,24	1,29	4,00
12	1,05	2,73	3,00
13	1,83	2,87	8,00
14	1,91	2,06	10,00
15	1,59	1,63	6,00
16	1,88	2,20	6,00
17	1,74	1,19	8,00
18	1,23	2,11	3,00
19	1,06	2,03	8,00
20	1,39	2,89	5,00
21	1,04	1,70	7,00
22	1,08	2,49	8,00
23	1,07	1,14	1,00
24	1,83	2,02	5,00
25	1,36	2,99	3,00

Nota. La tabla muestra la recolección de datos en 25 muestras en el área de CKD.

Fuente: Propia

Suelda

Figura 30

Suciedades y Contaminaciones en partes Suelda



Nota: La figura muestra los puntos de recolección de datos en el proceso de producción Suelda Fuente: Propia

Tabla 17*Recolección de datos SUELDA*

Muestras	CARROCERÍA	
	SUCIEDAD (gramos)	CONTAMINACIONES (cantidad)
1	7,95	17,00
2	9,01	5,00
3	9,04	3,00
4	9,60	9,00
5	7,71	1,00
6	8,57	15,00
7	8,26	16,00
8	9,08	4,00
9	9,11	7,00
10	8,85	3,00
11	8,47	7,00
12	7,35	7,00
13	9,58	5,00
14	6,01	7,00
15	7,32	16,00
16	6,87	7,00
17	7,41	2,00
18	7,86	5,00
19	8,61	8,00
20	6,17	5,00
21	8,63	16,00
22	8,50	4,00
23	6,47	9,00
24	8,33	16,00
25	7,81	17,00

Nota. La tabla muestra la recolección de datos en 25 muestras en el área de

SUELDA. Fuente: Propia

Proveedor

Figura 31

Suciedades y Contaminaciones en partes Proveedor



Nota: La figura muestra los puntos de recolección de datos en el proceso de producción Proveedor Fuente: Propia

Tabla 18

Recolección de datos PROVEEDOR

Muestras	SUCIEDAD (gramos)		CONTAMINACIÓN (cantidad)
	Chasis	Balde	Balde
1	14,06	4,47	4,00
2	10,63	3,73	2,00
3	4,49	3,80	2,00
4	8,38	3,10	6,00
5	6,24	2,63	2,00
6	9,97	2,97	5,00
7	14,66	4,69	1,00
8	12,44	3,06	6,00
9	9,03	4,52	3,00
10	3,89	2,70	4,00
11	5,97	2,25	2,00
12	4,92	3,75	4,00
13	8,86	4,38	3,00

14	6,04	1,66	3,00
15	10,11	4,40	1,00
16	3,37	4,36	4,00
17	7,81	2,68	5,00
18	8,36	2,87	1,00
19	5,03	2,24	3,00
20	8,71	4,69	6,00
21	4,87	2,24	1,00
22	8,23	4,34	4,00
23	8,55	2,02	3,00
24	5,66	3,66	5,00
25	12,45	4,74	3,00

Nota. La tabla muestra la recolección de datos en 25 muestras en el área de proveedor. Fuente: Propia

Una vez realizado el seguimiento y recolección de muestras para medir el impacto que genera cada una de las áreas se obtuvo el siguiente resultado promedio de las muestras tomadas:

Tabla 19
Resumen de resultados

Área	Suciedad (gr. X uni)	Contaminación (can. X uni.)
CKD	3,57	6
Suelda	7,81	8
Proveedor	8,11	3

Nota. La tabla muestra en promedio la afectación de suciedad en gramos y promedio de cantidad de contaminaciones por área. Fuente: Propia

Medición de ingreso limallas al Sistema de pretratamiento y pintura elpo

Para poder medir el impacto de la suciedad en el proceso de pintura elpo máquinas y equipos de filtrado, se realiza la recolección de suciedad metálica dentro de las diferentes etapas del proceso de pretratamiento

Figura 32

Equipos de sistema de filtrado elpo



Nota: La figura muestra los equipos que intervienen el sistema de filtrado elpo.

Fuente Propia

Tabla 20

Recolección de limallas y suciedad metálica en el sistema de filtrado elpo

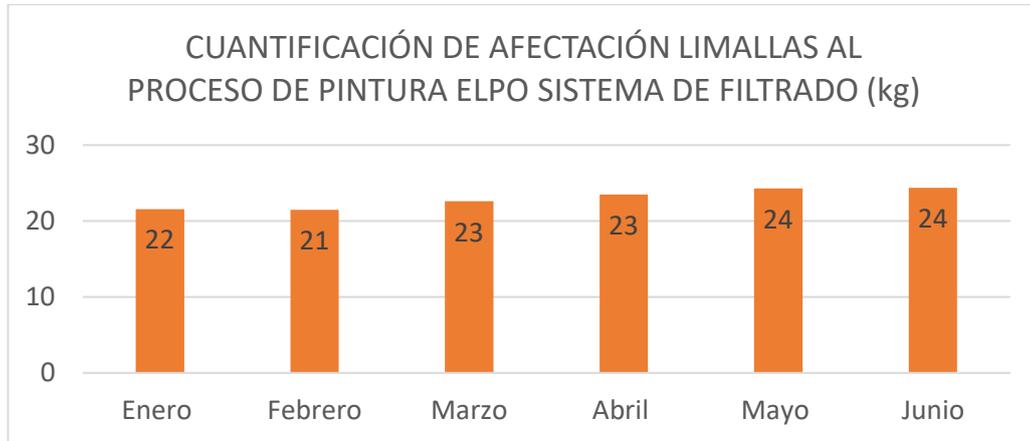
CUANTIFICACIÓN DE AFECTACIÓN LIMALLAS AL PROCESO DE PINTURA ELPO						
Producción mes (unidades)	475	527	655	564	614	716
EQUIPOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Hidrociclón	13204	14400	15739	15787	16162	16699
Drenaje etapa 0	1125	1013	1050	1031	1169	1112
Filtro Ferrx	5895	4825	4551	5422	5535	5236
Filtros de recirculación etapa 1	225	203	210	206	234	222
Filtros de recirculación etapa 2	75	68	70	69	78	74
Filtros de recirculación etapa 3	29	26	27	26	30	28
Imanes portafiltros etapa 1	375	338	350	344	390	371
Imanes portafiltros etapa 2	285	257	266	261	296	282
Imanes paredes etapa 1	150	135	140	138	156	148
Imanes paredes etapa 2	113	101	105	103	117	111
Imanes decantador etapa 5	105	95	98	96	109	104
TOTAL GRAMOS	21580	21458	22606	23483	24274	24386
TOTAL KILOS	22	21	23	23	24	24

Nota. La tabla muestra la cuantificación que retiene cada equipo del sistema de

filtrado durante el tiempo de evaluación y recolección de datos. Fuente: Propia

Figura 33

Afectación al sistema elpo limallas



Nota. La figura muestra una afectación de 23 kg promedio al sistema. Fuente propia

Responsabilidades

Para delimitar responsabilidad del control de suciedades o contaminaciones en cada proceso sea de material o carrocerías que ingresan al área de pintura, los Ingenieros de calidad de cada Shop o departamento de calidad, son quienes tienen la responsabilidad de gestionar y mejorar los procesos para mitigar y reducir el aporte de suciedad en todos sus tipos, esto se realiza en coordinación con el cuerpo de calidad de cada uno de los diferentes shops, (Controladores y Lideres de equipo) involucrados directamente en el proceso.

Interpretación del diagnóstico

Con los resultados obtenidos en el diagrama de Pareto (ver figura 18) nos muestra que 80% de los defectos reparados se encuentran concentrados en las suciedades metálicas en la capa de pintura Elpo, se requiere implementar un plan de control a nivel de planta que contribuya a mejorar la calidad de esta capa involucrando a todas las áreas que intervienen en el proceso.

Área de estudio

Dominio: Tecnología y Sociedad

Línea de investigación: Empresarial y productividad

Campo: Ingeniería Industrial

Área: Gestión de la Calidad

Aspecto: Herramientas de mejora continua

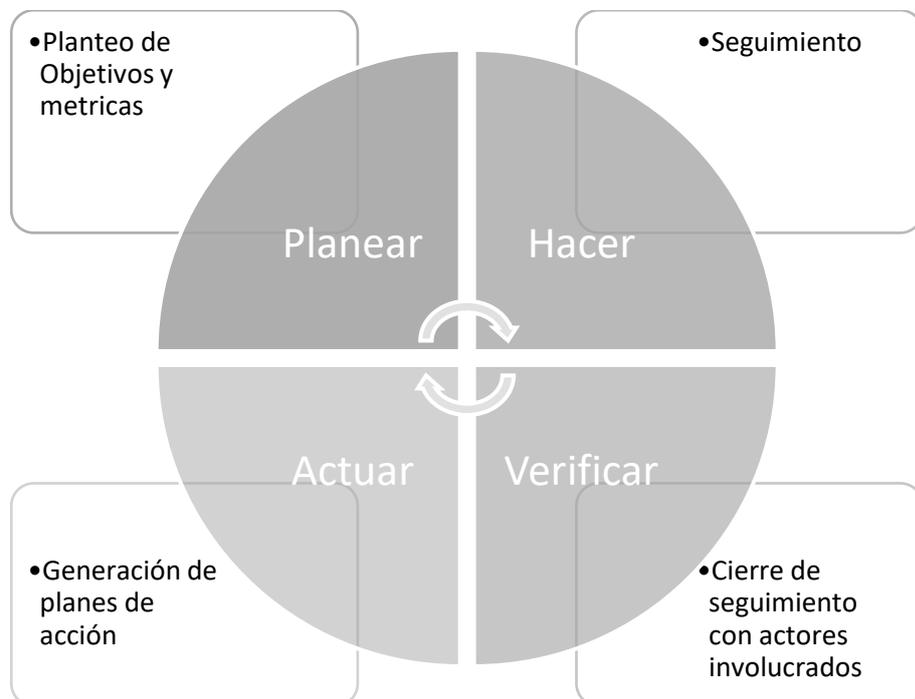
Objeto de estudio: Mejora de calidad en el proceso automotriz de pretratamiento y pintura Elpo

Periodo de análisis: Primer semestre del año 2021

Modelo Operativo

Figura 34

Ciclo PHVA



Nota: La figura muestra el modelo operativo, Fuente: Propia.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Como resultado del problema de suciedad metálica proveniente de las áreas anteriores a las etapas de pretratamiento y elpo se ha encontrado diferentes fuentes de contaminación en proveedores internos como externos de la planta.

Las partes que ingresan preensambladas a la planta como baldes para camionetas, chasis y roll bar muestran que las contaminaciones son traídas desde la fuente de armado y preensamblado de estas partes, los vehículos soldados dentro de planta muestran una excesiva contaminación resultado de los diferentes tipos de soldadura que son utilizados en el armado metálico de la estructura de las carrocerías y desprende material metálico particulado.

En consecuencia, se presenta la siguiente propuesta de plan para mejorar la calidad en la instalación de pintura elpo. Este enfoque se fundamenta en la asignación de tareas de limpieza y la implementación de controles dirigidos a las piezas y paneles CKD, los proveedores y los procesos de soldadura, con el propósito primordial de reducir la entrada de partículas metálicas no deseadas en el proceso de pintura.

Para garantizar la efectividad de estos controles, se establecerán Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) orientados a medir el nivel de cumplimiento. Estos indicadores estarán sujetos a una revisión constante a cargo de las áreas responsables, con el fin de asegurar que se cumplan los objetivos establecidos y se mantenga un alto estándar de calidad en todo el proceso.

Desarrollo de la propuesta

La capa de Elpo es uno de los procesos principales dentro de las capas que conforman la pintura automotriz por ello es importante realizar el control de la calidad de las unidades desde su recepción de carrocerías en metal, partes CKD, componentes preensamblados locales hasta la limpieza técnica de la estructura del área esto permitirá disminuir el impacto de reparaciones en la estación de lijado y en la estación de inspección, así como la durabilidad del sustrato de protección no se verá mermado por las reparaciones realizadas.

El plan para realizar el control de estas tres áreas específicas radica en la implementación de KPI que permitan controlar, medir y evaluar el cumplimiento a través el ciclo de Deming el cual reevalúa los procesos una y otra vez de manera cíclica de modo que da paso a la mejora continua dentro del proceso de manufactura.

Recolección de suciedad metálica

Área Suelda

Aspirado de Pisos

Para la contención de suciedad metálica implicada con el proceso de soldadura, se propone el aspirado de pisos en las zonas de pisos, piano y bóveda para la llanta de emergencia debido a que son zonas internas que alojan la mayor cantidad de residuos metálicos, la acción nos llevará a eliminar 7 gr. de limalla por unidad.

Tabla 21*Recolección propuesta suciedad metálica área Suelda*

	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Fcst Producción Suelda	880	972	868
Recolección Suciedad metálica gr	6873	7591	6779
Recolección Suciedad metálica Kg	6,9	7,6	6,8

Nota. La tabla muestra la recolección propuesta acorde al forecast de unidades de producción Fuente: Propia

El proceso de aspirado debe ser dictado por un proceso estandarizado el cual por disposición del tiempo actual se tiene datos propuestos y tomados en la línea de producción, el tiempo total de esta operación tomará 125 segundos en ser realizado en un vehículo, con ello se garantizará que el material metálico particulado sea retirado en su mayor parte de la unidad.

Tabla 22*Toma de tiempos para trabajo estandarizo aspirado de pisos*

	TOMA DE TIEMPOS					PROMEDI O
	Tiemp o 1	Tiemp o 2	Tiemp o 3	Tiemp o 4	Tiemp o 5	
1 Encender Aspiradora	1	2	1	1	1	1,2
2 Tomar Aspiradora	2	2	2	2	2	2
3 Caminar a unidad	2	2	2	2	2	2
4 Aspirar Dash panel	30	36	24	30	32	30,4
5 Caminar puerta delantera	2	2	2	2	2	2
6 Abrir Puerta delantera	4	3	5	5	5	4,4
7 Aspirar piso delantero	24	20	24	28	26	24,4
8 Cerrar puerta	3	3	4	3	3	3,2
9 Abrir puerta posterior	5	3	3	4	3	3,6

10	Aspirar piso posterior Cerrar puerta	20	24	24	28	28	24,8
11	posterior Caminar parte	4	5	5	3	3	4
12	posterior unidad Aspirar alojamiento	2	2	2	2	2	2
13	Compuerta Caminar a rack	16	14	18	17	20	17
14	aspiradora	2	2	2	2	2	2
15	Dejar aspiradora	1	1	1	1	1	1
16	Apagar Aspiradora	1	1	1	1	1	1
TOTAL							125

Nota. La tabla muestra los tiempos tomados en 5 muestras y el promedio que se demora en realizar esta actividad Fuente: Propia

Figura 35

Estandarización de aspirado de pisos



Nota. La figura muestra el proceso estandarizado que se debe realizar en el aspirado de pisos. Fuente: Propia

Limpieza de polvo metálico en reparaciones

Figura 36

Limpieza de reparaciones en metal



Nota. La figura muestra el material con el cual se realizará la limpieza de reparaciones metálicas. Fuente: Propia

La eliminación del polvo metálico, efecto de las reparaciones realizadas en los paneles metálicos es necesario realizarlo, ya que estos en los procesos de pintura se aglomeran y generan partículas mucho más grandes en las diferentes etapas del proceso de pretratamiento y pintura elpo.

Esta actividad es propuesta implementarla reutilizando el tack cloth de los procesos de pintura, debido a que por su adhesivo impregnado en las fibras funciona con mayor efectividad en la recolección de suciedades, el tiempo requerido para realizar esta acción no fue requerido medirlo debido a que el operador realiza la limpieza con la mano y esto involucra solo dotarlo de un paño para realizar la limpieza del panel lijado.

Partes CKD (Paneles)

Para el área de CKD el control y limpieza de la suciedad impregnada en los paneles en el área de desempaque es necesaria realizar antes del ingreso a los racks de soldadura para el ensamble de las carrocerías, al igual que en el proceso de reparación Suelda la eliminación de residuos metálico se lo realizará por medio del uso de tack cloht o paño adherente reusado del área de pintura para eliminar el costo de adquirir nuevos, esto permite alcanzar una eliminación de suciedad metálica acorde al siguiente cuadro.

Tabla 23

Recolección propuesta suciedad metálica CKD

	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Fcst Producción Suelda	880	972	868
Recolección Suciedad metálica gr	3142	3470	3099
Recolección Suciedad metálica Kg	3,1	3,5	3,1

Nota. La tabla muestra la recolección propuesta acorde al forecast de unidades de producción Fuente: Propia

Figura 37

Partes y paneles CKD



Nota. La figura muestra una muestra de los paneles y partes CKD afectados por suciedad Fuente: Propia

Proveedor Local (Baldes, Chasis)

Suciedad metálica

El control de suciedades metálicas se debe expandir hacia proveedores externos como es nuestro caso el proveedor de chasis y baldes preensamblados al área de pintura, el mismo debe implementar tareas de limpieza de componentes para evitar que estos sean arrastrados hacia el proceso de pintura.

En las actividades hacia proveedor se propone:

1. Limpieza de baldes preensamblado tanto en reparaciones, realizadas en los paneles como en su interior.
2. Limpieza de largueros de chasis y eliminación de impurezas por soldadura de partes.

Figura 38

Limpieza de largueros proveedor



Nota. La figura muestra la limpieza que proveedor realiza en largueros de chasis

Fuente: Propia

La inferencia hacia controles y actividades que proveedor pueda realizar se ve limitada por el contrato que se mantiene actualmente, sin embargo, como receptores de las partes preensambladas podemos apalancar actividades limpieza que beneficien a la calidad de las unidades en el proceso de pintura, considerando que la producción de unidades comerciales modelo 2 que tienen chasis y balde representan el 72% de la producción diaria se tiene proyectado la contención de suciedad acorde al siguiente cuadro.

Tabla 24

Recolección propuesta suciedad metálica proveedor

	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Fcst Producción Suelda	642	709	633
Recolección Suciedad metálica gr	5207	5750	5134
Recolección Suciedad metálica Kg	5,2	5,7	5,1

Nota. La tabla muestra la recolección propuesta por proveedor acorde al forecast

de unidades de producción Fuente: Propia

Definición de objetivos para las áreas involucradas

Como definición de KPI's y objetivos en cada área Involucrada se ha considerado la tabla de referencia #, en la cual acorde al defecto ocasionado se colocará los objetivos para generar los controles necesarios.

Figura 39

Definición de objetivos



Nota: La figura muestra los objetivos para cada área involucrada, Fuente: Propia

Suelda

Suciedad Metálica Pisos unidades

Específico: 100% Aspirado de pisos carrocerías

Mensurable: Peso en Kilogramos de limallas aspiradas

Alcanzable: El aspirado debe realizarse en el 100% de las unidades

Relevante: Mejora en indicadores de calidad de Planta

Temporal: Para el peso de suciedades metálicas obtenidas del aspirado se pesa mensualmente, tomando toda la suciedad recolectada de los aspiradores del área de suelda.

Suciedad Metálica Exteriores e Interiores unidades

Específico: 90% 1Q 95% 2Q y 3Q 100% 4Q (% Calidad a la Primera vez)

Mensurable: Auditorias diarias

Alcanzable: Muestra tomada de la producción diaria 10 unidades

Relevante: Mejora en indicadores de calidad de Planta

Temporal: Datos son tabulados diaria y mensualmente

Suciedad Metálica Exteriores e Interiores unidades

Específico: 100% cumplimiento de trabajo estandarizado

Mensurable: Auditoria diaria

Alcanzable: 1 auditoria al día

Relevante: Mejora en indicadores de calidad de Planta

Temporal: Datos son tabulados diariamente

Partes CKD (Paneles)

Limpieza de componentes y paneles

Específico: 90% 1Q 95% 2Q y 3Q 100% 4Q (% Calidad a la Primera vez)

Mensurable: Auditorias diarias

Alcanzable: Muestra tomada de la producción diaria 10 unidades

Relevante: Mejora en indicadores de calidad de Planta

Temporal: Datos son tabulados diaria y mensualmente

Proveedor Local (Balde, roll bar)

Suciedad metálica y marcas de empaque

Específico: 100% limpieza de suciedad metálica en baldes y roll bar

Mensurable: Auditorias diarias

Alcanzable: Muestra tomada de la producción diaria 5 baldes, 5 rollbar

Relevante: Mejora en indicadores de calidad de Planta

Temporal: Datos son tabulados diaria y mensualmente

Proveedor Local (Chasis)

Suciedad metálica

Específico: < 5 gramos de suciedad metálica recolectada

Mensurable: Auditoria quincenal

Alcanzable: Muestra tomada de la producción mensual 2 chasis

Relevante: Mejora en indicadores de calidad de Planta

Temporal: Datos son tabulados mensualmente

Pintura

Sistema de retención Pretratamiento

Específico: Peso de sistema de retención Pretratamiento

Mensurable: Recolección y pesaje de filtros en cada sistema de retención

Alcanzable: Semanal acorde a cada cambio de filtro

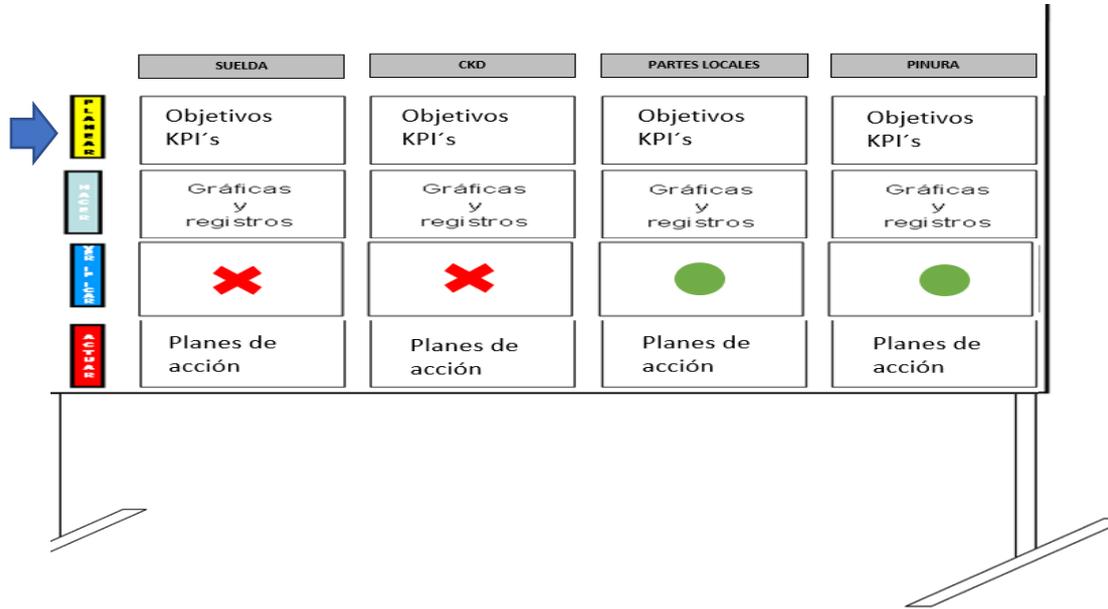
Relevante: Mejora en indicadores de calidad de Planta

Temporal: La recolección se realiza diaria y semanalmente, tabulación mensual, con los datos recogidos del sistema de retención

Todos los objetivos planteados son desplegados en un tablero que permitirá de manera visual dar seguimiento a todo el ciclo de Deming de manera que la administración visual sea de fácil acceso y permita revisarla en cualquier momento.

Figura 40

Ciclo de mejora Continua PLANEAR



Nota: La figura muestra la ubicación de los objetivos en el tablero de control.

Fuente: Propia

Hacer (Do)

Seguimiento de Performance de cada área

Una vez que los objetivos han sido establecidos dentro del ciclo de Deming, el siguiente paso se basa en dar el seguimiento a cada uno de los KPI's o métricas establecidas, la persona encargada de realizar el seguimiento y registro de los desempeños es el Ingeniero de Calidad del área de pintura en compañía del Asistente o Controlador de Calidad.

Las responsabilidades que tiene el área impactada como es la planta de pintura será medir la cantidad de suciedad que ingresa al sistema, algunos indicadores tienen una medición diaria y otros mensual por esta razón deben ser llenados a diario para el seguimiento correspondiente a cada uno.

Suelda

Recolección de suciedades metálicas en piso de unidades

Figura 41

Recolección de suciedades metálicas



Nota: La figura muestra la recolección de suciedad metálica, Fuente: Propia

Para obtener los pesos de suciedad metálica que es retirada de las unidades se tomará la cantidad acumulada de suciedad que es recogida por las aspiradoras en el área de carrocerías suelda, al ser un trabajo en equipo el responsable de Calidad del área de Suelda entrega toda la suciedad metálica recogida en el mes por el sistema de aspirado al controlador de Procesos de Calidad pintura quien se encarga de pesar y registrar el peso recolectado.

Los registros deben ser llevados de manera mensual con el fin de poder comparar los resultados mes a mes.

Figura 42

Base para registro de datos suciedad metálica

ENTER DATA - WASTE METAL FINISH																																								
MACHINE	DATA TABLE																														TOTAL	FILTERS	% WASTE	WEIGHT (KG)	WEIGHT (gr)	NETWEIGHT				
	1/7/2021	2/7/2021	3/7/2021	4/7/2021	5/7/2021	6/7/2021	7/7/2021	8/7/2021	9/7/2021	10/7/2021	11/7/2021	12/7/2021	13/7/2021	14/7/2021	15/7/2021	16/7/2021	17/7/2021	18/7/2021	19/7/2021	20/7/2021	21/7/2021	22/7/2021	23/7/2021	24/7/2021	25/7/2021	26/7/2021	27/7/2021	28/7/2021	29/7/2021	30/7/2021							31/7/2021			
Aspiradoras - Suelta																																			0,00	0	0	0,00	0	0
Hidrociclón																																			0,00	1	0	0,00	0	0
Etapa 0_ Portafiltros																																			0,00	8	0,4	0,00	0	0
Etapa 1_ Portafiltros																																			0,00	10	0,4	0,00	0	0
Etapa 2_ Portafiltros																																			0,00	8	0,4	0	0	0
Enjuague Portafiltros																																			0,00	3	0,25	0	0	0
Hidrociclón 2																																			0,00	1	0	0	0	0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1	1,45	-1	0	1,45	

TYPE	WEIGHT (NO FILTER)
FILTRO P025	0,56

Nota: La figura muestra la base en la cual se recolecta datos de pesajes y mediciones de suciedades metálicas, Fuente: Propia

Auditoria de Suciedad Metálica Exteriores e Interiores unidades

Figura 43

Formato de registro de defectos encontrados (Auditoria)

PROTECTORAMA	UNID	ITEM	EQUIPO REGISTRADO (SERIAL)	DESCRIPCION DEL DEFECTO	NUMERO	FECHA	TMO	SEGUIMIENTO					PREVENCIÓN / REPARACIÓN					
								+	-	+	-	+	+	+	+			
																		
																		
																		

Nota: La figura muestra el formato de seguimiento y auditoria de defectos, Fuente: Propia

Las auditorías diarias de limpieza en metal de carrocerías es realizada por el controlador de proceso de pintura en la primera estación donde se receipta la unidad en el formato establecido para este proceso (Anexos Formato de Auditoría), la muestra puede ser tomada en cualquier horario aleatoriamente cumpliendo la cantidad de 10 unidades revisadas en el área, la inspección visual debe ser rigurosa y detallista.

El registro de novedades debe realizarse a diario y se reporta a los involucrados del área con el fin de alcanzar mejoras en el día a día sobre las falencias encontradas en los diferentes paneles de la carrocería.

Cumplimiento de trabajo estandarizado limpieza de unidades

Figura 44

Auditoria de limpieza de unidades



Nota: La figura muestra la auditoría realizada de trabajo estandarizado, Fuente:

Propia

El cumplimiento de la secuencia de aspirado en los pisos de las unidades de suelda debe también ser auditada mínimamente 1 vez al día, se evaluará por

medio del formato establecido para este fin el cumplimiento en el paso a paso con el fin de garantizar que el personal operativo conozca y este entrenado para cumplir a cabalidad esta actividad estandarizada en el proceso de suelda.

Proveedor Local (Balde, chasis)

Suciedad metálica

Las auditorias diarias para la limpieza de baldes y roll bar en metal es realizada por el controlador de proceso de pintura en la primera estación donde se receipta el material en el formato establecido para este proceso (Anexos Formato de Auditoria), la muestra puede ser tomada en cualquier horario aleatoriamente cumpliendo la cantidad de 5 baldes y 5 roll bar revisados en el área, la inspección visual realizada debe ser rigurosa y detallista.

Figura 45

Formato de auditoria

SEGUIMIENTO DE DEFECTOS ENTRE AREAS																	
PICTOGRAMA	NATURAS	FECHA	EQUIPO INSPECCION (AREA)	DESCRIPCION DEL DEFECTO	INSPECCION	AUDITORIA	TIPO	SEGUIMIENTO					PRODUCCION (PERIFERICOS)				
								1	2	3	4	5	AREA/ EQUIPO	NOMBRE	FIRMA		
																	
																	
																	

Nota: La figura muestra el formato de seguimiento y auditoria de defectos,

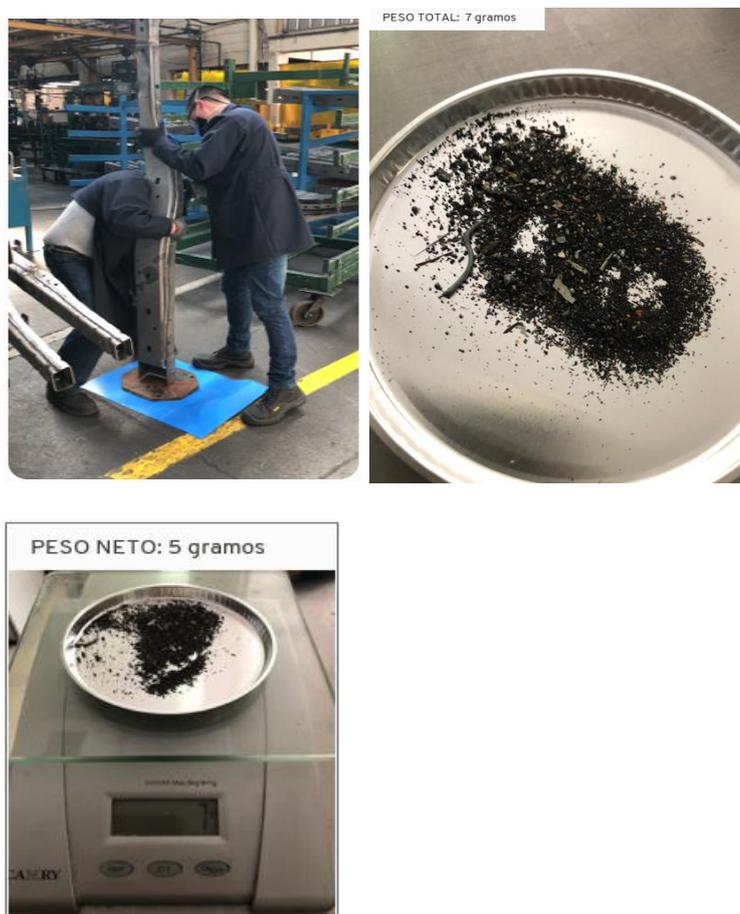
Fuente: Propia

Proveedor Local (Chasis)

Suciedad metálica

Figura 46

Recolección de suciedad metálica chasis



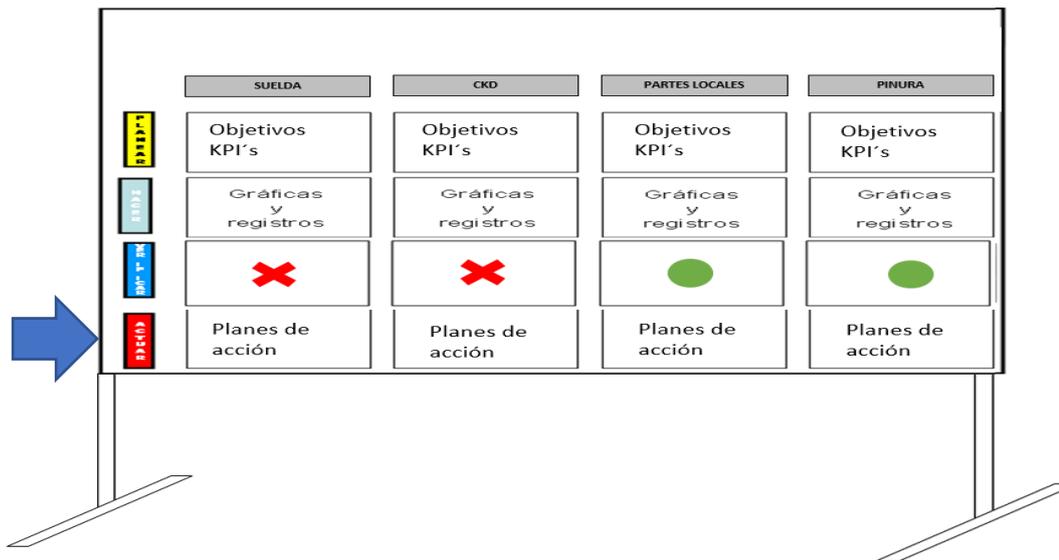
Nota: La figura muestra la recolección de suciedad metálica de chasis y su registro. Fuente: Propia

Para la medición y seguimiento de suciedades metálicas que aporte el chasis metálico, se toma una muestra al azar en instalaciones del proveedor, esta muestra se recolecta toda la suciedad desprendida del chasis considerando el

desprendimiento de suciedad metálica que caiga por gravedad al colocar los travesaños de manera vertical.

Figura 47

Tablero de mejora continua y control de proceso



Nota: La figura muestra la ubicación de los seguimiento diario y mensual en el tablero de control. Fuente: Propia

Verificar (Check)

Dentro de la etapa de verificar del ciclo PHVA evaluamos nuestros resultados finales del mes contra los objetivos o KPI's planteados en la etapa de PLANEAR y con ello entender cómo se encuentra el progreso en lograr las metas para cada una de las áreas responsables, para la calificación de esta etapa se considera los siguientes criterios:

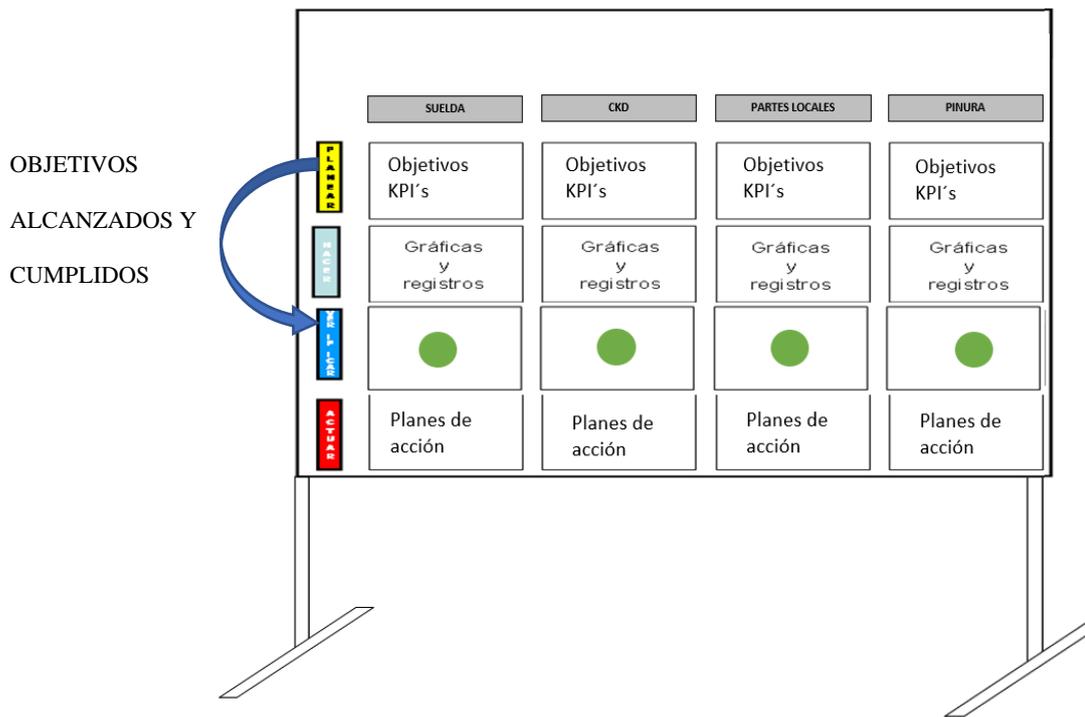
Indicador Color Verde

Si todos los objetivos dentro de la etapa del PLANEAR se cumplieron acorde a lo determinaron colocaremos un círculo en color verde en toda la columna del área,

esto facilita la administración visual ya que en un solo vistazo podemos observar el desempeño de los responsables.

Figura 48

Cumplimiento de objetivos



Nota: La figura muestra en VERIFICAR la calificación de objetivos. Fuente:

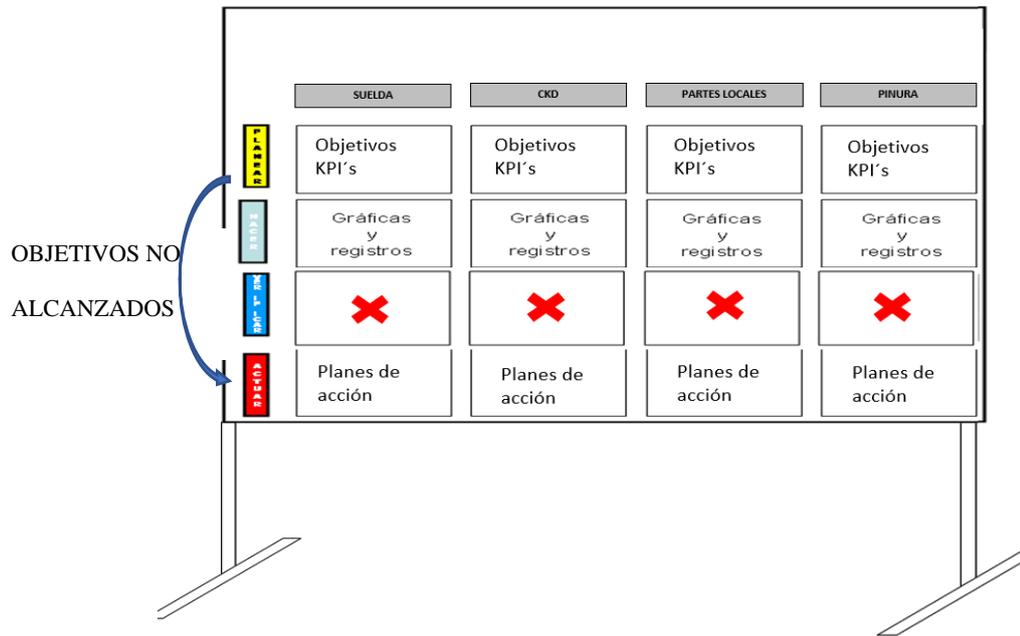
Propia

Indicador Color Rojo

Si alguno de los objetivos colocados dentro de la etapa del PLANEAR no se cumplió o tuvieron un bajo desempeño acorde a como se determinaron colocaremos una cruz en color rojo en toda la columna del área, esto facilita a administración visual ya que en un solo vistazo podemos observar el desempeño de los responsables.

Figura 49

No Cumplimiento de objetivos



Nota: La figura muestra en VERIFICAR la calificación de objetivos. Fuente:

Propia

Actuar (Act)

Dentro de la fase de Actuar basados en los resultados de la etapa de VERIFICAR se elaborará el análisis correspondiente a los indicadores, si este se encuentra en verde los controles se mantienen, al contrario, si el indicador muestra un rojo como resultado del mes se deberán establecer planes o acciones revisando el indicador o KPI afectado utilizando herramientas como:

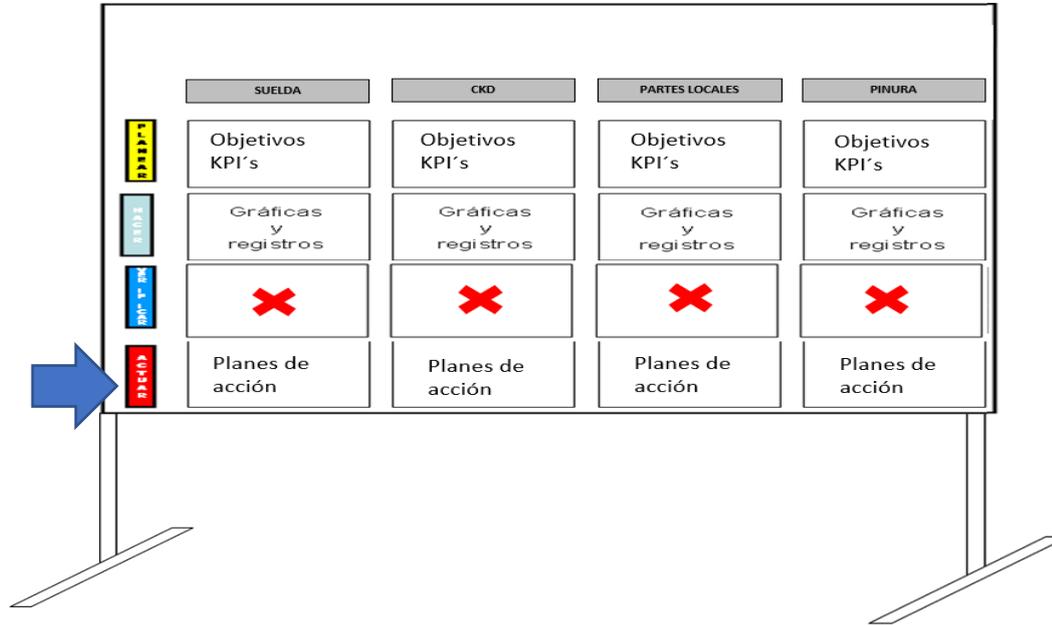
- Lluvia de Ideas
- Matriz Causa- Efecto
- 5 porqués

Estas herramientas nos permitirán determinar la causa raíz y establecer los planes de acción para que en el siguiente mes nos permitan alcanzar los objetivos planteados, el análisis debe ser realizado en el formato definido que permite realizar el análisis y proponer acciones que cierren el ciclo, la lluvia de ideas permite obtener la mayor cantidad de información respecto a las causas de los problemas encontrados, posterior a esto ubicamos cada una de las diferentes ideas dentro de nuestro diagrama de pescado ubicando cada una acorde a las 5M, finalmente realizaremos el análisis de los 5 porques a la causa más probable para encontrar la causa raíz del problema, a esta causa se implementa los planes y nuevamente se evalúa el desempeño de cada área el siguiente mes con el objetivo de tener una trazabilidad que los planes de acción colocados sean efectivos y correctamente implementados.

Los planes de acción deberán acumularse y mantenerse como histórico de acciones realizadas e implementadas.

Figura 50

Tablero de mejora continua y control de proceso



Nota: La figura muestra la ubicación de los planes de acción el tablero de control.

Fuente: Propia

Figura 51

Formato de Plan de acción

PLAN DE ACCION							
AREA:							
MES	LLUVIA DE IDEAS	ANÁLISIS CAUSA RAÍZ			ANALISIS DE CAUSA RAIZ		
		<p>Método Máquina Materiales</p> <p>Mano de obra Medio</p> <p>Causas</p> <p>Efecto o problema</p> <p><small>aprendiendo calidad y más</small></p>			PROBLEMA: 5 POR QUÉ CAUSA RAIZ		
	ACCIONES				RESP.	FECHA	ESTATUS
							⊕
							⊕
							⊕
							⊕
							⊕

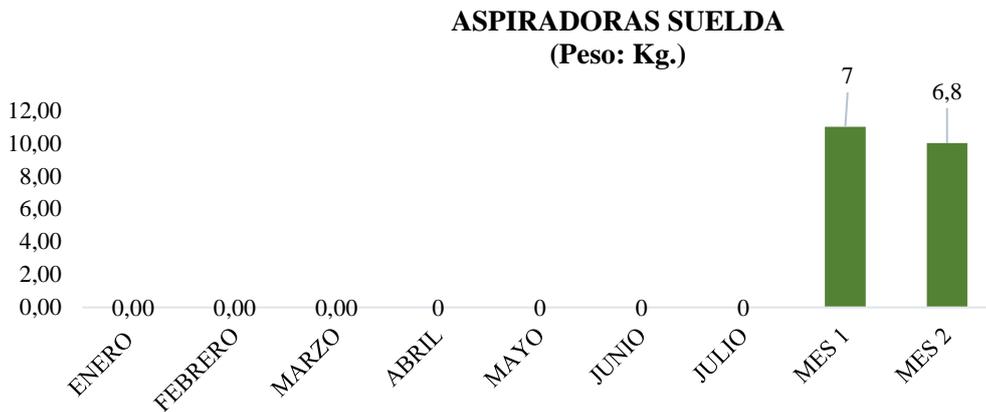
Nota: La figura muestra el formato en el cual se debe realizar el análisis cuando no se cumple los objetivos planteados, Fuente: Propia

Verificación de la Mejora

En la implementación de los controles propuestos se tendrá que en la recolección de suciedad metálica por medio de aspirado de pisos, limpieza de paneles y partes CKD se proyecta retirar 7 kilos promedio de las unidades en suelda en los meses de evaluación acorde al forecast de unidades a producir, evitando que esta alta cantidad de suciedad metálica sea depositada al ingresar al sistema de pretratamiento.

Figura 52

Recolección proyectada de aspiradoras área suelda y limpieza paneles CKD

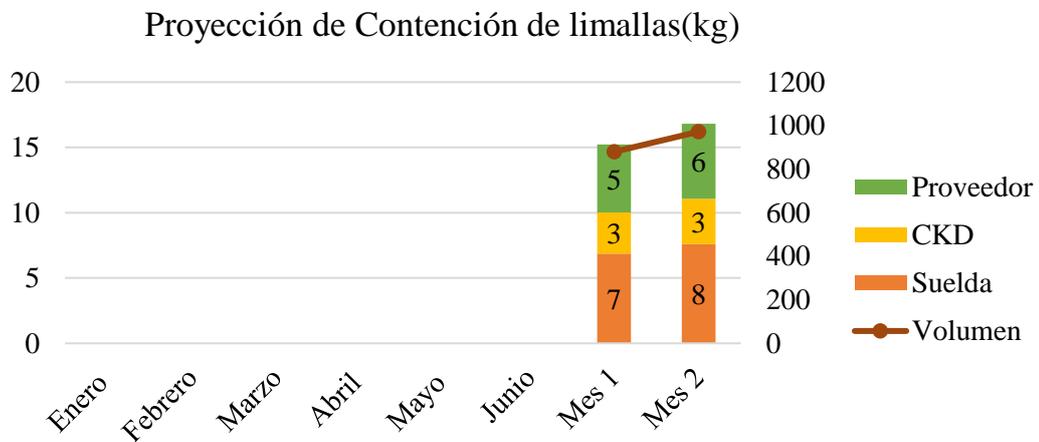


Nota: La figura muestra la recolección de suciedad metálica en el área de suelda al aspirar pisos de vehículos, Fuente: Propia

En la comparación de mediciones del Sistema de filtrado de pretratamiento y pintura Elpo considerando la aplicación de la metodología y los controles en cada área se obtiene que en los meses de seguimiento e implementación existe una disminución del 62% (aprox. 15 kg del promedio de medición inicial) de suciedades metálicas que ingresan y contaminan el sistema de pintura, mismo que se refleja en la siguiente figura.

Figura 53

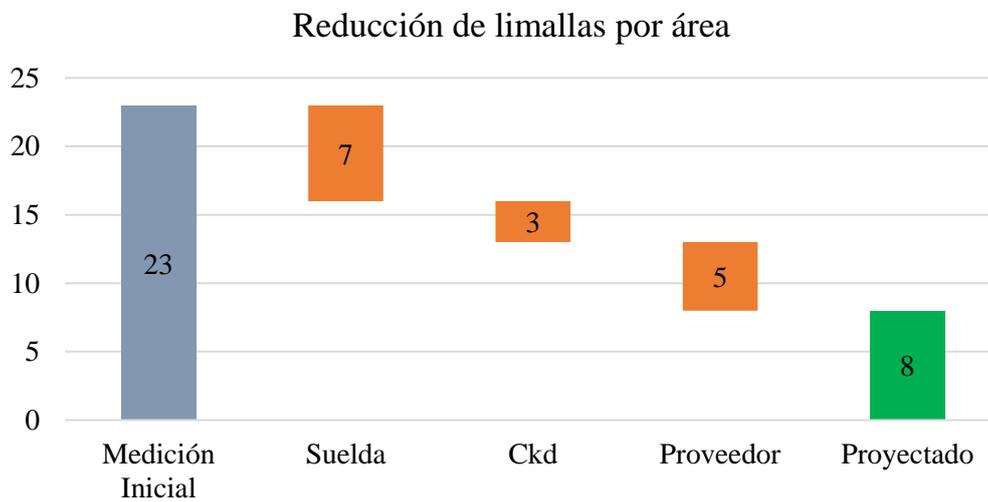
Retención proyectada de suciedad metálica en sistema de Filtrado



Nota: La figura muestra la recolección proyectada de suciedad metálica en el sistema de filtrado área pintura Elpo, Fuente: Propia

Figura 54

Reducción de limallas por área

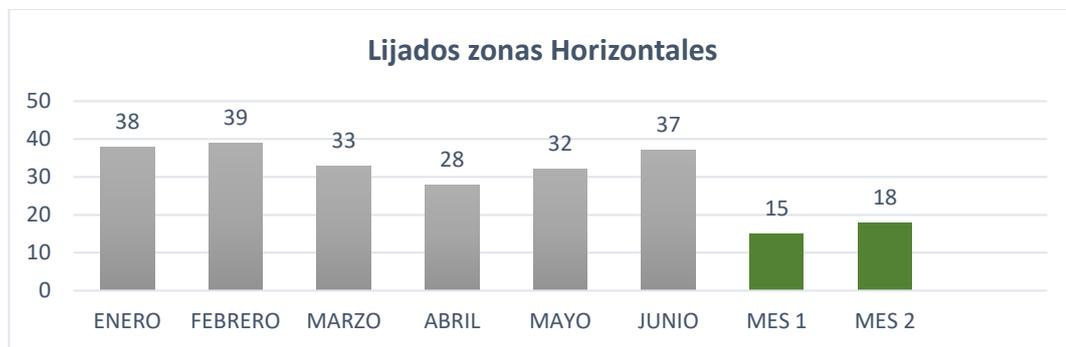


Nota: La figura muestra la reducción de suciedad metálica en el sistema de filtrado área pintura Elpo por cada área aportante, Fuente: Propia

Los resultados propuestos a obtener en reparaciones en zonas verticales y horizontales deberán mostrar una mejora del 52%, debido a que las suciedades metálicas disminuyen en la capa de pintura por ende las reparaciones también disminuirán mejorando la calidad del vehículo y evitando la acumulación de polvo por efecto del exceso de lijado que se tenía en la condición anterior.

Figura 55

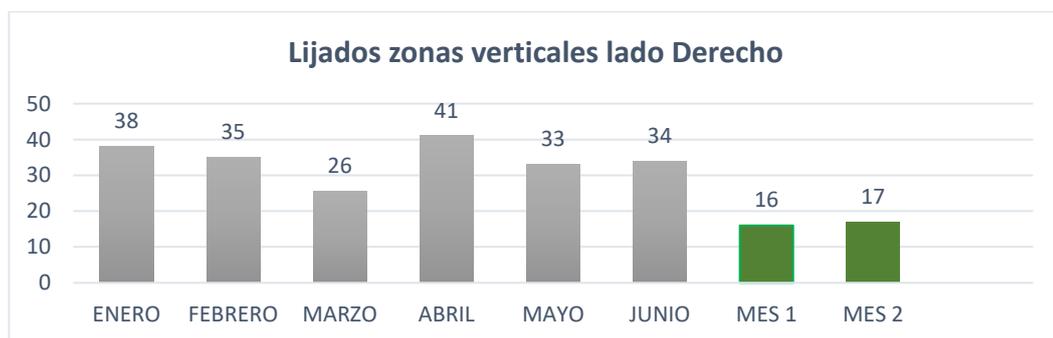
Cantidad de reparaciones Zonas Horizontales



Nota: La figura muestra la cantidad de reparaciones realizadas (lijados) en los vehículos zonas horizontales, Fuente: Propia

Figura 56

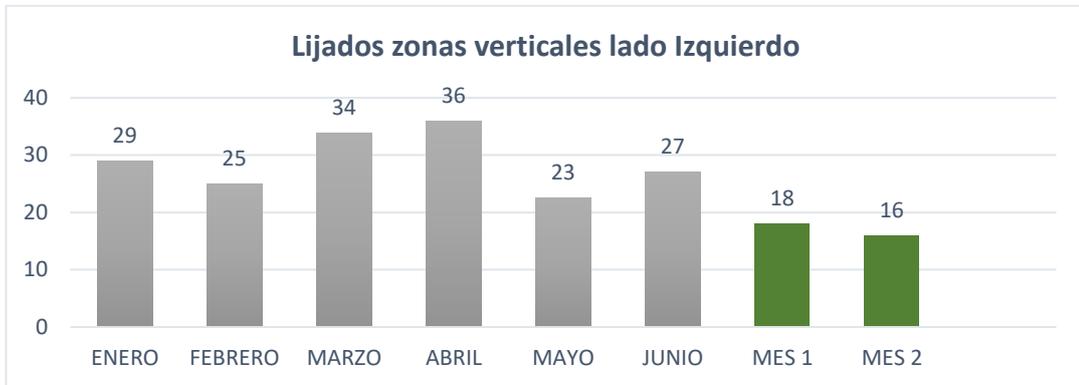
Cantidad de reparaciones Zonas Verticales lado derecho



Nota: La figura muestra la cantidad de reparaciones realizadas (lijados) en los vehículos zonas verticales lado derecho, Fuente: Propia

Figura 57

Cantidad de reparaciones Zonas Verticales lado izquierdo



Nota: La figura muestra la cantidad de reparaciones realizadas (lijados) en los vehículos zonas verticales lado izquierdo, Fuente: Propia

Cronograma de actividades

Tabla 25

Cronograma de Actividades

Actividad	Semana de Inicio	Duración (Semana)	PERIODO												
			Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	
Presentación de la propuesta al área	1	1													
Revisión de la propuesta por Staff del área	2	1													
Aprobación del proyecto por parte de Superintendente del área	3	1													
Reunión de socialización del plan de control con áreas internas y proveedores	4	1													
Construcción de Tablero para control de calidad	5	1													
Despliegue de formatos en tablero	6	1													
Reunión de lineamientos con áreas internas y proveedores	7	1													
Inicio de Plan Piloto de la propuesta	11	4													
Revisión de resultados	12	1													

Nota: La tabla muestra el cronograma de implementación, Fuente: Propia

Análisis de costo

Tabla 26

Costo pago empleados

	Controlador / Asistente de Calidad		Ingeniero de Calidad		TOTAL
Salario Mínimo Vital (2022)	\$	425,00	\$	425,00	
Sueldo	\$	620,00	\$	1.400,00	\$ 2.020,00
IESS Patronal (11,35%)	\$	70,37	\$	158,90	\$ 229,27
Décimo Tercero	\$	51,67	\$	116,67	\$ 168,33
Décimo Cuarto	\$	35,42	\$	35,42	\$ 70,83
Fondos de Reserva	\$	51,67	\$	116,67	\$ 168,33
Vacaciones	\$	25,83	\$	58,33	\$ 84,17
Desahucio	\$	12,92	\$	29,17	\$ 42,08
Total Mensual	\$	867,87	\$	1.915,15	\$ 2.783,02

Nota: La tabla muestra información del costo de mano de obra indirecta. Fuente:

Propia

$$\text{Sueldo mensual} / \text{Días laborables} * \text{Jornada laboral} = \$ \text{Costo } h \quad (2)$$

/hombre

Tabla 27

Costo de Hora Extra

ITEM	Controlador / Asistente de Calidad		Ingeniero de Calidad	
Costo Hora	\$	5,42	\$	11,97

Nota: La tabla muestra el cálculo de valores de horas extras. Fuente: Propia

Tabla 28*Análisis de costo de implementación*

Descripción de la actividad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Tareas de recolección de datos e información (Controlador de calidad)	22	\$ 5,42	\$ 119,24
Reunión de revisión de datos y análisis (Ingeniero de Calidad)	11	\$ 11,97	\$ 131,67
Reunión de revisión de datos y análisis (Controlador de Calidad)	11	\$ 5,42	\$ 59,62
Acrílico 200cm x 200cm	1	\$ 120,00	\$ 120,00
Bolsillos Plásticos	20	\$ 0,75	\$ 15,00
Estructura metálica para tablero	1	\$ 80,00	\$ 80,00
Papel Bond (Resma)	1	\$ 4,80	\$ 4,80
Impresiones (Color)	8	\$ 0,40	\$ 3,20
Impresiones (B/N)	16	\$ 0,10	\$ 1,60
TOTAL			\$ 535,13

Nota: La tabla muestra el cálculo de valores por costo de implementación. Fuente:

Propia

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- A través del análisis de los datos recolectados por el área de inspección de pintura, se logró identificar que el defecto de mayor incidencia es la suciedad con un aporte del 51% del total de problemas registrados, con lo cual al realizar el análisis por cada capa se obtuvo que en el área de pintura el po se concentra el mayor aporte de este defecto con una concentración del 85% de toda la suciedad en el sistema de pintura, lo que facilita una mejor focalización de los esfuerzos de mejora.
- Mediante auditorías a los vehículos pintados en el proceso (ELPO), se pudo determinar que el origen del defecto identificado previamente como suciedad son las limallas al ubicarse en el 80% de aporte que es generado por los procesos de soldadura, partes CKD y proveedores de partes sub ensambladas, se logró entender cómo este defecto afecta la calidad de las unidades en el área de pintura al generar más del 60% de reparaciones en los paneles del vehículo.
- Como parte de un enfoque de mejora continua, la implementación de indicadores de desempeño como son el cumplimiento del 100% del aspirado de los pisos en las carrocerías, limpieza de componentes CKD y subensambles de proveedor (chasis y balde), permite minimizar la introducción de partículas indeseadas en los sistemas de pretratamiento, como consecuencia se presenta una reducción del 62% de ingreso de suciedad metálica al proceso, lo que contribuye a mejorar la calidad general de la pintura y reducir la incidencia del defecto identificado en la estación de verificación.

Recomendaciones

- Dado que la suciedad es el defecto más común en las capas de pintura, es recomendable establecer protocolos de limpieza y control exhaustivos en las etapas previas al proceso de pintura, como soldadura, partes CKD y proveedores de partes sub ensambladas, esto ayudará a reducir la generación de limallas y otros contaminantes antes de que los vehículos ingresen al proceso de pintura ELPO.
- Colaborar con los procesos de soldadura y con los proveedores de partes CKD para minimizar la generación de limallas y otros residuos metálicos será crucial. Implementar mejores prácticas en la soldadura y establecer pautas más estrictas en la selección y manipulación de componentes CKD puede ayudar a reducir la entrada de partículas metálicas en el proceso de pintura.
- La implementación de medidas de control como el aspirado de pisos y la limpieza frecuente de componentes en todas las etapas del proceso es esencial, mantener un ambiente limpio y libre de partículas metálicas ayudará a prevenir la acumulación de contaminantes y reducirá la posibilidad de que ingresen al proceso de pintura.
- Mantener y monitorear regularmente los indicadores de desempeño establecidos, como la cantidad de suciedad recolectada y la tasa de reducción de reparaciones en la capa de pintura ELPO, permitirá mantener el enfoque en la mejora continua y ajustar las estrategias según sea necesario.

BIBLIOGRAFÍA

- Anh Chi Phan, M. H. (2016). *ISO 9000 implementation and performance: empirical evidence from Vietnamese companies*.
- BAEZA, M. (12 de Mayo de 2018). *El Motor*. Obtenido de <https://motor.elpais.com/actualidad/el-ultimo-record-mundial-del-automovil/#:~:text=El%20total%20de%20producci%C3%B3n%20mundial,8%20millones%20de%20autom%C3%B3viles%20vendidos>.
- Bruno, C. (2020). *Impacto de COVID-19 en la industria automotriz*. Obtenido de KPMG: <https://home.kpmg/ar/es/home/insights/2020/04/impacto-de-covid-19-en-la-industria-automotriz.html>
- Cárdenas Gordón, L. F. (2019). *Propuesta de mejoramiento del área de ensamblaje basado en las herramientas de calidad*. Quito.
- Columnadigital.com*. (27 de 07 de 2023). Obtenido de <https://columnadigital.com/aumento-en-produccion-global-de-vehiculos/>
- Hernández, L. (s.f.). *Autocosmos*. Obtenido de <https://noticias.autocosmos.com.co/2020/03/02/perspectivas-del-mercado-automotor-de-america-latina>
- ISO. (2018). *ISO 9000: 2015*. Bruselas: European Committee for Standardization.
- José Morelos Gomez, T. J. (2018). *Behaviour of Productivity Indicators and Financial*. Cartagena: Enterprises Ltd.

- Karl-Christian Göthner, S. R. (2019). Impacto de la infraestructura de la calidad en América Latina: Instituciones, prácticas y desafíos para las políticas públicas. *Impacto de la infraestructura de calidad en América Latina*, 12.
- OPB. (2015). *Plataforma de navegación en línea, ISO 9000:2015(es)*. Obtenido de Sistemas de gestión de la calidad:
<https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed4:v1:es>
- Ríos, C. O. (2019). *Defectos de procesos del sector pintura de una ensambladora nacional de motocicleta*. Quito.
- Roa, M. M. (27 de Marzo de 2023). *Statista*. Obtenido de <https://es.statista.com/grafico/29579/evolucion-anual-del-numero-de-vehiculos-producidos-a-nivel-mundial/>
- Ronald Jefferson Carriel Palma, C. K. (2017). Sistema de gestión y control de la calidad Norma ISO 9001:2015. *Dialnet*, 622-644.
- Tiffyn, U. (3 de Enero de 2023). <https://global.tiffin.edu>. Obtenido de <https://global.tiffin.edu/noticias/el-control-de-calidad-en-la-manufactura>

ANEXOS

Anexo 1

Cartelera de control



