

CIATEQ, A. C. Centro de Tecnología Avanzada
Gerencia de Posgrado



*Rediseño de la línea de ensamble Long Block ISV 5.0L V8
manteniendo los requerimientos de calidad*

TESIS QUE PRESENTA

Ing. Omar Annuar Guel Quiroz
Asesor: Mtro. David Arenas Islas

Para obtener el grado de

Maestro en
Manufactura Avanzada

San Luis Potosí, S.L.P.
noviembre, 2023

CARTA DE LIBERACIÓN DEL ASESOR



San Luis Potosí, SLP. 01 de Diciembre del 2022.

Mtro. Geovany González Carlos
Coordinador Académico de Posgrado
CIATEQ, A.C.

Los abajo firmantes, miembros del Comité Tutorial del Omar A Guel Quiroz, una vez revisado su Proyecto Terminal de tesis/tesina, titulado "REDISEÑO DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE LONG BLOCK ISV 5.0L V8 MANTENIENDO LOS REQUERIMIENTOS DE CALIDAD" autorizo que el citado trabajo sea presentado por el alumno para su revisión, con el fin de alcanzar el grado de Maestría en Manufactura Avanzada.

Sin otro particular por el momento, agradezco la atención prestada.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'David Arenas', written over a horizontal line.

Doctor David Arenas
Asesor Académico

Sergio R. Cisneros Digitally signed by
Sergio R. Cisneros
Date: 2023.01.11
08:05:00 -06'00'

Sergio Roberto Cisneros Aguilera
Gerente de Manufactura
Asesor en Planta

CARTA DE LIBERACIÓN DEL REVISOR



Toluca, Estado de México, 19 de octubre del 2023.

Mtro. Geovany González Carlos
Coordinador Académico
CIATEQ, A.C.

Por medio de la presente me dirijo a usted en calidad de Revisor del proyecto terminal del alumno Ing. Omar Anuar Guel Quiroz, cuyo título es:

**"Rediseño de la línea de ensamble long block ISV 5.0L V8 manteniendo los
requerimientos de calidad"**

Después de haberlo leído, corregido e intercambiado información con el alumno, y realizado los cambios que le fueron sugeridos, puede ser autorizada su impresión, a fin de que se inicien los trámites correspondientes para su defensa.

Sin otro particular por el momento, y en espera de que mis sugerencias sean tomadas en cuenta en beneficio del estudiante y la Institución, agradezco la atención prestada.

Atentamente,

Firma

M. en C. Luis Dante Meléndez Morales
Construction Services Inspector
A&B Projects Technical
luis_melendez@tcenergy.com

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi familia quienes fueron los que me apoyaron en todo momento a lo largo de este proyecto de vida dentro de mi estadía en la maestría, además de estar conmigo en momentos en donde necesitaba su ayuda, apoyo y opiniones a base de su experiencia en la vida.

Sin embargo, fueron ellos quienes me impulsaron que a base de esfuerzos y dando lo mejor de sí cada día se es posible tener un buen resultado, es por eso que les doy gracias a ellos quienes me impulsaron a cumplir esta meta para poder así tener una mejor calidad de vida.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento al Dr. David Arenas Islas asesor de la tesis por su motivación y apoyo, así como recomendaciones para poder realizar el correcto cumplimiento de la tesis desarrollado de este trabajo de investigación.

El autor desea agradecer a los profesores y profesoras del centro de tecnología avanzada (CIATEQ) por sus amplios conocimientos en las materias impartidas que sirvieron como base principal y de conocimiento para realizar la tesis con una buena orientación a los objetivos establecidos a lo largo del programa.

El autor agradece la asistencia económica otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a través del otorgamiento de una beca para estudios de maestría; así como el soporte económico adicional y las facilidades otorgadas.

* * *

RESUMEN

Desde hace tiempo, el ser humano ha sido capaz de realizar procesos de manufactura para poder cumplir la necesidad que hoy en día muchos de nosotros vivimos tales como la fabricación de un producto o incluso la recuperación de este, aquí es donde entra la remanufactura de partes de ciertos productos terminados para poderlos salvar y posteriormente volverlos a usar dando como resultado el incremento de lo que nosotros conocemos como vida útil del producto. Durante la recuperación de partes de un motor de combustión interna se encuentran diferentes componentes tales como el monoblock, cigüeñal, pistones, bielas, cabezas de cilindro entre otros. Para llevar a cabo la recuperación de estos componentes deben de pasar ciertas pruebas tanto por calidad como durante el proceso de retrabajo. Algunos de ellos como el cigüeñal deben cumplir ciertas expectativas y ciertos estándares de limpieza que este componente se encuentra en el corazón del motor por lo que es uno de los componentes más importantes que se deben de cuidar ya que cualquier contaminación o rebaba metálica puede causar que el motor se amarre o bien, que su función principal sea deficiente. Es por ello por lo que se emplean procesos de limpieza como el lavado de componentes de diferentes tipos en base a las condiciones en las que se encuentran estos componentes usando agua, químicos especiales y un tiempo de ciclo definido para completar esta limpieza. Viéndolo por otro lado el departamento de calidad deberá de asegurarse que estos componentes estén en buenas condiciones mediante pruebas y análisis que se someten después de un proceso de manufactura establecido para poder llevar el control del proceso tales como las pruebas millipore. La inclusión de las pruebas millipore se encuentran en las principales pruebas ya que ellas ayudan a detectar el peso de partículas, así como el tipo de partículas. La integración de estas pruebas asegura que los componentes críticos de un motor estén en buenas condiciones ya que fortalece la aceptación del material a usar en la línea de ensamble y evitar reclamos de calidad o bien retrabajos en línea posteriores.

Palabras clave: Manufactura; Trazabilidad; Millipore.

ABSTRACT

For a long time, the human being has been able to perform manufacturing processes to meet the need that many of us live today such as the manufacture of a product or even the recovery of this, this is where the remanufacturing of parts of certain finished products to save them and then reuse them resulting in the increase of what we know as product life. During the recovery of parts from an internal combustion engine there are different components such as the monoblock, crankshaft, pistons, connecting rods, cylinder heads, among others. In order to carry out the recovery of these components, they must pass certain tests both for quality and during the remanufacturing process. Some of them, such as the crankshaft, must meet certain expectations and standards of cleanliness. This component is located in the heart of the engine, so it is one of the most important components that must be taken care of, since any contamination or metallic burr can cause the engine to bind or its main function to be deficient. That is why cleaning processes such as washing of different types of components are used based on the conditions in which these components are found using water, special chemicals and a defined cycle time to complete this cleaning. On the other hand, the quality department must ensure that these components are in good condition by testing and analyzing them after an established manufacturing process in order to control the process such as millipore testing. The inclusion of millipore testing is one of the main tests that help to detect particle weight as well as particle type. The integration of these tests ensures that the critical components of an engine are in good condition as it strengthens the acceptance of the material to be used in the assembly line and avoids quality claims or subsequent line rework.

Keywords: Manufacturing; Traceability; Millipore.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
GLOSARIO	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	2
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5 HIPÓTESIS	4
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 NORMA IATF 16949:2016	6
2.1.1 Enfoque de procesos.....	7
2.1.2 Ciclo Planear-Hacer-Checar-Actuar (PHCA)	8
2.2 MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	9
2.2.1 Elementos de un motor de combustión interna.....	9
2.3 PARTES DE UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	11
2.3.1 Junta de culata.....	11
2.3.2 Cilindros.....	12
2.3.3 Pistones.....	13
2.3.4 Anillos.....	13
2.3.5 Cigüeñal	14
2.3.6 Bielas.....	16
2.4 PROCESOS DE LAVADO INDUSTRIALES.....	17
2.4.1 Lavadora de oscilación de piezas	18
2.4.2 Tipos de lavadoras para el sector industrial.....	20

2.4.3	Lavadora de piezas del tipo inmersión	21
2.4.4	Lavadora de piezas para el sector industrial con gabinete de rociado	21
2.4.5	Lavadora de tipo aspersion	22
2.5	DENSEGRASANTES INDUSTRIALES	23
2.5.1	Aplicaciones de desengrasantes para el sector industrial.....	24
2.5.2	Desengrase tipo manual	25
2.5.3	Desengrase por hidro-limpiadora	26
2.5.4	Desengrase por inmersión	26
2.5.5	Desengrase por aspersion	27
2.6	PRUEBAS MILLIPORE	28
3.	PROCEDIMIENTO	31
3.1	METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....	31
3.2	ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN EN EL AMBIENTE	32
3.3	PROPUESTAS DE DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA	36
3.4	SELECCIÓN DE MÁQUINAS, DISPOSITIVOS Y QUÍMICOS	39
4	RESULTADOS	55
4.1	GENERALIDADES	55
4.2	SISTEMA DE LAVADO IMPLEMENTADO	56
4.3	PRUEBAS DE LONG BLOCK EN MÁQUINAS IPV	58
	CONCLUSIONES	59
	RECOMENDACIONES	61
	APORTACIÓN DE LA TESIS.....	62
	APORTACIÓN SOCIAL DE LA TESIS.....	63
	REFERENCIAS	64
	ANEXO A	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mejora continua del sistema de gestión de la calidad.	8
Figura 2. Partes de un motor de combustión Interna.....	11
Figura 3. Junta de la culata de un motor de combustión interna.....	12
Figura 4. Block de cilindros.....	13
Figura 5. Pistón de un motor	13
Figura 6. Anillos de pistones	14
Figura 7. Cigüeñal de un motor de combustión interna	15
Figura 8. Localización de las galerías de enfriamiento en el cigüeñal	16
Figura 9. Biela y cabeza de cilindros de un pistón	17
Figura 10. Lavadora de oscilación de piezas	18
Figura 11. Lavadora por Inmersión.....	21
Figura 12. Lavadora de piezas industriales con gabinete de rociado	22
Figura 13. Lavadora tipo aspersión.....	23
Figura 14. Proceso de desengrase manual.....	25
Figura 15. Proceso de lavado, Hidro-limpiadora	26
Figura 16. Máquina para realizar desengrase por aspersión	28
Figura 17. Filtros Millipore	30
Figura 18. Metodología para introducción de nuevos productos químicos	32
Figura 19. Ubicación de filtros Operación 100.....	32
Figura 20. Ubicación de Filtros Operación 300	33
Figura 21. Ubicación de filtros Operación 500.....	33
Figura 22. Ubicación de filtros operación 700.....	33
Figura 23. Opción #1 para la distribución de la línea ISV 5.0 Litros.....	37
Figura 24. Opción #2 para la distribución de la línea ISV 5.0 Litros.....	37
Figura 25. Opción final de ubicación para proceso de limpieza en cigüeñal.....	39
Figura 26. Lavadora de aspersión Torrent 700	40
Figura 27. Dispositivo para colocar el cigüeñal dentro de la zona de lavado	40
Figura 28. Listado de químicos prohibidos en Cummins #1.....	43
Figura 29. Listado de químicos prohibidos en Cummins #2.....	44
Figura 30. Listado de químicos prohibidos en Cummins #3.....	44

Figura 31. Listado de químicos prohibidos en Cummins #4.....	45
Figura 32. Listado de químicos prohibidos en Cummins #5.....	45
Figura 33. Formato hoja rosa para validaciones e introducciones de nuevos químicos hoja 1.....	47
Figura 34. Formato hoja rosa para validaciones e introducciones de nuevos químicos hoja 2.....	48
Figura 35. Formato Instrucciones de proceso.....	51
Figura 36. Formato Hoja de trabajo estándar.....	52
Figura 37. Formato para alta de material en planta Cummins.....	54
Figura 38. Estado actual del registro de pruebas millipore por peso en las galerías de enfriamiento de en el cigüeñal.	56
Figura 39. Estado actual del registro de pruebas millipore por peso en las galerías de enfriamiento de en el cigüeñal después del proceso de limpieza.....	57
Figura 40. Máquina de validación Torque giro, IPV 1310.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Definición de etapas PHCA	9
Tabla 2. Resultados de la contaminación del ambiente en operación 100	34
Tabla 3. Resultados de la contaminación del ambiente en operación 300	34
Tabla 4. Resultados de la contaminación del ambiente en operación 500	35
Tabla 5. Resultados de la contaminación del ambiente en operación 700	35
Tabla 6. Tabla comparativa para seleccionar la opción correcta de acuerdo con las necesidades del proyecto.....	38
Tabla 7. Resultados de limpieza en cigüeñales sin proceso de limpieza	55
Tabla 8. Evidencias de cigüeñales lavados después de la intervención con químicos Torrent 1101	57

GLOSARIO

Check List: Lista de puntos a revisar después de haber terminado una actividad y/o proceso en alguna institución con el objetivo de revisar los puntos importantes antes de enviar el producto final con cliente.

Ergonomía: Es la disciplina científica que estudia el hombre en la actividad de trabajo.

Hoja de trabajo estándar: Documento el cual señala un resumen de la instrucción de proceso que se realiza en una operación de trabajo mostrando actividades secuenciales.

IPV: Proceso interno para validación de algún punto en el proceso, validación de algún parámetro importante para el ensamble de un componente o producto final.

Long Block: Tipo de configuración de nivel de ensamble de un motor, la configuración de un Long Block incluye el ensamble de un bloque de cilindros, cigüeñal, pistones, cojinetes (metales), árboles de levas, seguidores de levas, cárter, cabeza de cilindros, carcasa de balancines e inyectores.

Manufactura: Es el proceso de convertir la materia prima en productos incluyendo el diseño de productos, selección de materia prima y la secuencia pasos de proceso a través de los cuales será manufacturado el producto.

Miligramos (mg): Medida de masa, de símbolo mg, que es igual a la milésima parte de un gramo.

MSDS: Es una ficha de datos de seguridad que están destinadas a proporcionarles a trabajadores y personal de emergencia procedimientos para un manejo o trabajo seguro con esa sustancia e incluye información como datos físicos, toxicidad, efectos sobre la salud, primeros auxilios, reactividad, almacenamiento, eliminación, equipo de protección y procedimientos para el manejo de derrames.

Milímetros (mm): Medida de longitud, de símbolo mm, que es igual a la milésima parte de un metro.

Pruebas millipore: Pruebas realizadas para detectar el peso y tipo de partículas alojadas en un líquido.

Torque: Se refiere a la fuerza de rotación o giro generada por el cigüeñal del motor.

Trazabilidad: Son aquellos procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través de herramientas determinadas.

TTT: Torque to turn, es la fuerza que se necesita para superar la fricción y la inercia en un sistema giratorio.

µm: micrómetro unidad de longitud equivalente a la milésima parte de un milímetro.

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto expondrá nuevos procesos de limpieza para el correcto funcionamiento de un LB ISV para el cliente Nissan, así como también la puesta en marcha de la línea de ensamble que anteriormente se encontraba en Indianápolis con todos sus requerimientos tanto de ensamble como de limpieza.

Se estarán usando químicos y métodos de lavado y secado de componentes críticos tales como el block, cigüeñal, cojinetes, bielas y ensamble entre componentes tales como el cárter con block y carcasa frontal con el mismo block asegurando el correcto sellado en un espacio designado y teniendo una correcta estrategia de flujo de materiales conservando la limpieza y el cuidado entre componentes críticos al llegar a línea.

Se estarán usando 2 IPV's (internal process validation) para asegurar la calidad del producto en cada nivel de ensamble.

1.1 ANTECEDENTES

El desarrollo de nuevos procesos ha dado un impulso notable en los negocios para tener una mayor rentabilidad en base a las demandas de los clientes quienes nos ofrecen recursos económicos para lograr un producto final correctamente ensamblado y funcional.

Dado el caso nuestra organización tiene un nuevo proyecto el cual consta de ensamblar un motor a nivel LB para nuestro cliente Nissan quienes tienen estándares de limpieza mayores a los que estamos regulados en la planta Cummins SLP.

Este proceso se importa desde Indianápolis EUA desde la planta CEP (Columbus Engine Plant) quienes nos dan la oportunidad de tener este proceso en nuestras manos para realizarlo teniendo en cuenta dichos estándares de limpieza enfocados en los componentes críticos.

Anteriormente la planta CEP producía 120 motores diarios ya que para la planta Cummins motores la demanda era de 2 motores diarios, esto nos hace pensar en

los espacios de la línea nueva para que nuestro proyecto sea rentable asegurando la calidad y la producción diaria para estos motores.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente la empresa Cummins motores de SLP ubicada en el eje 122 de la zona industrial se encuentra en la necesidad de ensamblar un LB ISV 5.0L el cual requiere un estándar de limpieza mayor al estándar que se maneja en la empresa ya que los procesos de maquinado generan partículas que contaminan el aire. Esto puede perjudicar al motor ya que dichas partículas pueden llegar a dañar el motor internamente si se encuentra expuesto por un tiempo prolongado, lo que se lleva a solicitar pruebas millipore en los componentes críticos para poder detectar la presencia de estos contaminantes, dicha prueba proporciona la cantidad, tamaño y tipo de partícula que se presenta en el Long Block. Uno de los componentes críticos de un motor es el cigüeñal y por lo tanto debe encontrarse en las mejores condiciones de trabajo, por ello las pruebas se deben centrar en este elemento.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la organización Cummins se tiene un área de oportunidad en la línea de ensamble ISV para motores ISV 5.0 L ya que se encuentran cigüeñales nuevos contaminados de los cuales no logran ser aceptados en las pruebas millipore y por ende se tiene una pérdida 13 mil dólares por long block no ensamblado debido a estas condiciones. Esto lleva a la organización a realizar pruebas dentro de sus instalaciones de manera individual lo que conlleva a tiempos muertos hasta tener la prueba aceptada, de no ser así se corre el riesgo de tener un reclamo de garantía con él cliente al recibir un motor contaminado o bien un motor con probabilidad de bajo desempeño en cuanto a bloqueos en cigüeñal.

Esta investigación desarrollara un proceso de lavado en donde las pruebas millipore que se realizan en Cummins para motores ISV nuevos estén dentro de especificación enfocado al componente del cigüeñal y sus galerías de

enfriamiento eliminando el 25 por ciento de rechazo en las pruebas millipore reduciendo el scrap y las horas de retrabajo mediante el proceso de limpieza.

1.4 OBJETIVOS

Implementar un proceso de limpieza para eliminar el 25 por ciento de los rechazos de los cigüeñales en la línea de ensamble ISV 5.0 litros, usando como validaciones en planta las pruebas millipore en las galerías de enfriamiento.

1.4.1 Objetivo general

Mantener los estándares de calidad y limpieza en el cigüeñal de un Long Block ISV 5.0L V8 en la línea nueva de ensamble ISV dentro de las instalaciones de Cummins motores SLP mediante un proceso de lavados químicos para la reducción de rechazos de los cigüeñales en las pruebas millipore.

1.4.2 Objetivos específicos

- 1) Analizar los procesos que actualmente se aplican, para la identificación de fallas que generan el incumplimiento de las pruebas millipore y a su vez infringen la funcionalidad correcta del cigüeñal.
- 2) Crear funciones, procedimientos, y responsabilidades con el fin de mantener el proceso dentro de especificaciones para tener una repetibilidad estable en el proceso.
- 3) Definir mediante un proceso de limpieza que las pruebas de millipore estén dentro de especificación en los ductos de enfriamiento en el cigüeñal para el peso y tamaño de partículas.

1.5 HIPÓTESIS

Mediante la implementación de un proceso químico específico en aceros se prevé una limpieza la cual eliminara el 25 por ciento de rechazos en las pruebas millipore de los cigüeñales de un Long block ISV 5.0 litros para tener una repetibilidad de un 90 por ciento disminuyendo la contaminación máxima proveniente de proveedor en la cual no deberá de sobrepasar 5.0 mg (miligramos) en peso de partículas así como no deberán de sobrepasar 0.85 mm (milímetros) en tamaño de partículas de acuerdo con el estándar en la planta Cummins motores de SLP durante el año 2021.

2. MARCO TEÓRICO

En la década de 1980 se tomó conciencia de la importancia de generar una estrategia para lograr la calidad como herramienta para lograr la satisfacción del cliente.

Deming define calidad de la siguiente manera “Calidad es traducir las necesidades futuras de los usuarios en características medibles, solo así un producto puede ser diseñado y fabricado para dar satisfacción a un precio que el cliente pagará; la calidad puede estar definida solamente en términos del agente” (Deming, 1989).

Otro gurú importante como Crosby define la calidad como la conformidad con los requerimientos. Los requerimientos tienen que estar claramente establecidos para que no haya malentendidos; las mediciones deben ser tomadas continuamente para determinar conformidad con esos requerimientos; la no conformidad detectada es una ausencia de calidad (Crosby, 1995).

Fue en el año de 1999 donde fue creada el estándar de gestión de calidad ISO/TS 16949 la cual fue preparada por el grupo de trabajo automotriz internacional (IATF) y la asociación de fabricantes de automóviles japoneses (JAMA), y el soporte de ISO/TC 176, Administración y Aseguramiento de Calidad.

Teniendo como principal objetivo incrementar la satisfacción del cliente, procesos de mejora continua.

Dicha norma está pensada para que, las organizaciones que la apliquen puedan garantizar su capacidad de ofrecer productos y servicios que cumplen con las exigencias de sus clientes, gracias a una certificación internacional que les brinde prestigio y garantías de calidad.

En base a esta norma y la información que contiene, las empresas crean objetivos para la mejora de sus procesos operativos con la finalidad de controlar los aspectos más importantes de sus actividades de producción o prestación de servicios.

Conforme el paso de los años se vio en la necesidad de evolucionar la ISO/TS 16949 a la norma IATF 16949, la cual fue creada por el grupo de fabricantes automotrices como:

- BMW Group
- FCA US LLC
- Daimler AG
- FCA Italy Spa
- Ford Motor Company
- General Motors Company
- PSA Group
- Renault
- Volkswagen AG and the vehicle manufacturers respective trade associations – AIAG (U.S.)
- ANFIA (Italy)
- FIEV (France)
- SMMT (U.K.)
- VDA (Germany)

2.1 NORMA IATF 16949:2016

El objetivo de la norma IATF 16949:2016 es el desarrollo de un sistema de gestión de calidad (SGC) que proporciona una mejora continua, haciendo hincapié en la prevención de errores y en la reducción de la variación y de los residuos en la cadena de suministro automotriz.

Teniendo como beneficios potenciales los siguientes:

- La capacidad de ofrecer de una forma consistente productos y servicios que cumplan con los requerimientos de los clientes, así como los legales y reglamentarios aplicables.
- Facilitar oportunidades de incrementar la satisfacción del cliente.
- Abordar riesgos y oportunidades asociados con su contexto y objetivos.

- La capacidad de demostrar la conformidad con requerimientos de los sistemas de administración/gestión de calidad especificados.

Esta norma de calidad emplea el enfoque de procesos e incorpora el ciclo PLANEAR-HACER-CHECAR-ACTUAR (PDCA) y el pensamiento basado en riesgos (International Automotive Task Force, 2023).

2.1.1 Enfoque de procesos

Es frecuente que las organizaciones con bajo desempeño se enfoquen a los resultados, en lugar de enfocarse a las diferentes actividades que los generan. Esto último se conoce como enfoque basado en procesos, sobre que la norma ISO 9000, señala: **“Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso”**.

Un proceso se entiende como un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Por lo general, en una organización interactúan muchos procesos para al final producir o entregar un producto o servicio, de tal forma que los elementos de entrada para un proceso son generalmente resultado de otros procesos.

Por ellos es importante enfocarse en las actividades que producen los resultados, en lugar de limitarse a los productos finales.

Un sistema de gestión con enfoque a los procesos significa identificar y gestionar sistemáticamente los procesos empleados en la empresa y, en particular las interacciones entre tales procesos.

Así cuando se quiera corregir un problema de calidad o productividad, más que limitarse a esperar el resultado, la tarea será centrarse en los procesos que originan tal resultado, analizando las actividades que realmente agregan valor al producto: materiales, métodos, criterios y flujos de trabajo máquinas, etc. (Carrera Endara, Ligña Cumbal, Moreno Cueva, & Morales Carrera, 2018).

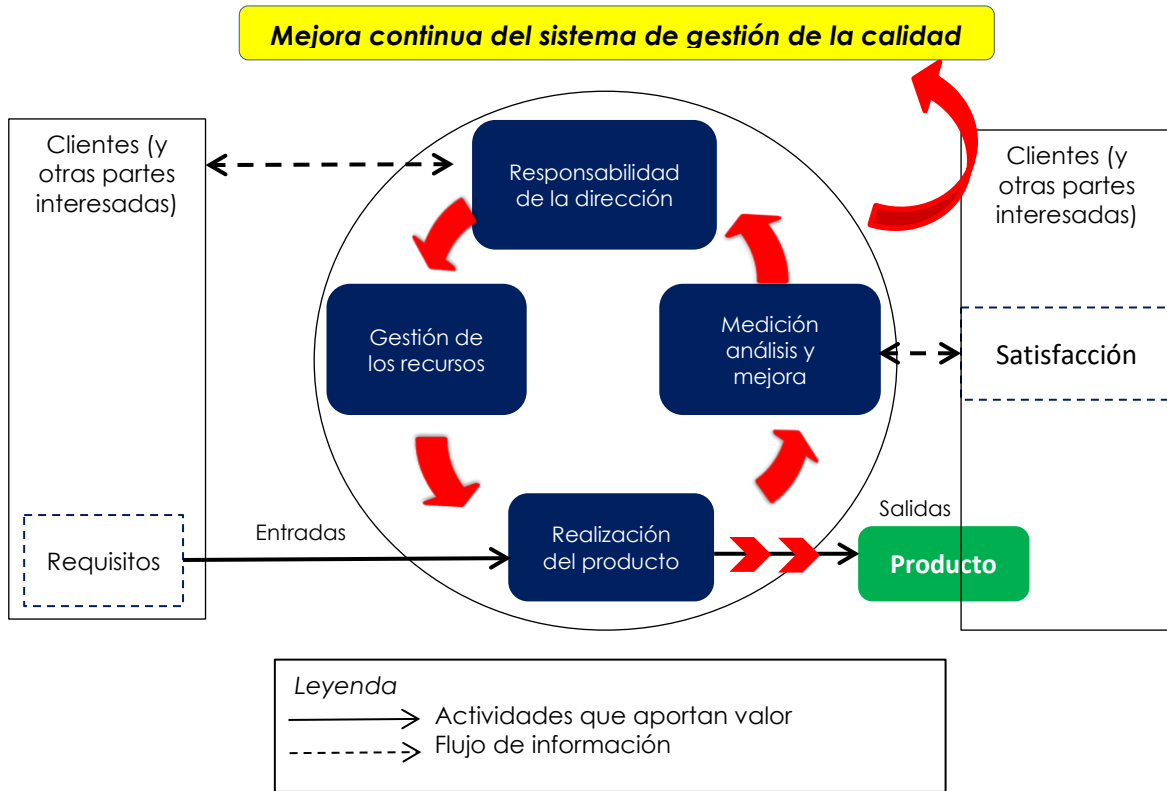


Figura 1. Mejora continua del sistema de gestión de la calidad. (Laoyan, 2022)

En la ilustración 1, se puede observar que los clientes o las partes interesadas proporcionan los elementos de entrada a la organización. Hay que evaluar las salidas o productos del proceso para verificar si satisfacen al cliente al cumplir con sus necesidades y expectativas, como se muestra en la ilustración los aspectos centrales de un SGC son la medición, análisis y mejora, estos son la base para que la dirección cumpla su responsabilidad por la calidad y mejora continua.

2.1.2 Ciclo Planear-Hacer-Checkar-Actuar (PHCA)

El ciclo PHCA conocido como el círculo de Deming es una herramienta de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de calidad en cualquier nivel jerárquico en una organización (Jimeno Bernal, 2013).

Dicho ciclo se desarrolla en 4 etapas, los cuales son:

- Planear
- Hacer
- Verificar
- Actuar

En la tabla 1, se muestra las etapas del ciclo PHCA y su definición.

Tabla 1. Definición de etapas PHCA

Etapa del ciclo	Definición
Planear	Establecer los objetivos del sistema y sus procesos, así como los recursos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con los requerimientos del cliente y las políticas de la organización, e indentificar y abordar los riesgos y oportunidades.
Hacer	Implementar lo planeado
Verificar	Realizar el seguimiento y (cuando sea aplicable) la medición de los procesos y los productos y servicios resultantes respecto a las políticas, los objetivos, los requerimientos y las actividades planeadas, e informar sobre los resultados
Hacer	Tomar acciones para mejorar el desempeño, conforme lo necesario

Elaboración propia

2.2 MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

El motor de combustión interna prácticamente es un modelo de motor que recaba la energía mecánica usando la energía química como por ejemplo los combustibles. Uno de los procesos que rigen este sistema se encuentra en el interior de los cilindros del monoblock.

2.2.1 Elementos de un motor de combustión interna

Normalmente los motores de combustión interna son usados mayormente en el sector automovilístico. Para ello, es de suma importancia, conocerlos elementos que lo conforman, así como también la función principal de cada uno de ellos. (Harry, 2004) Los componentes básicos de un motor de combustión interna son:

El block de cilindro o monoblock

Es la pieza principal que da lugar a la forma estructural y la forma de todo lo que impulsa el mecanismo principal del motor. Una característica principal de este componente es el alojamiento inferior ya que en ella podemos encontrar lo que conocemos como carter, en este componente podemos identificar que se aloja el aceite el cual tiene la función de lubricar los elementos que están en constante esfuerzo.

Las cámaras de combustión

Mayormente conocidos como cilindros, las cuales las identificamos en el block ya que son piezas que se encuentran cerradas el cual tiene su función principal guiar el pistón en sus movimientos lineales.

Cabeza de los cilindros

Es una de las piezas principales del motor ya que en ella en la parte superior de este componente se realiza la combustión entre los químicos. Adicional a esto, posee en su composición con válvulas y los árboles de levas, los cuales se encuentran interconectados al cigüeñal, gracias a una correa, para poder abrir y cerrar válvulas al realizar la mezcla del químico y finalmente dejar salir los gases por el sistema de escape.

Los pistones

Su principal objetivo es modificar el volumen en las cámaras cerradas de los cilindros, esto da como resultado un vacío que posteriormente introduce una mezcla de aire y combustible en donde será comprimida después para provocar su explosión. Esto da como resultado un movimiento que ayudara a la movilización del vehículo.

El cigüeñal

Es el elemento mecánico que sincronizara los movimientos de todos los pistones, el cual garantizara la generación de energía potencial.

En la siguiente ilustración 3 se muestran algunas de las partes de un motor de combustión interna de forma gráfica.

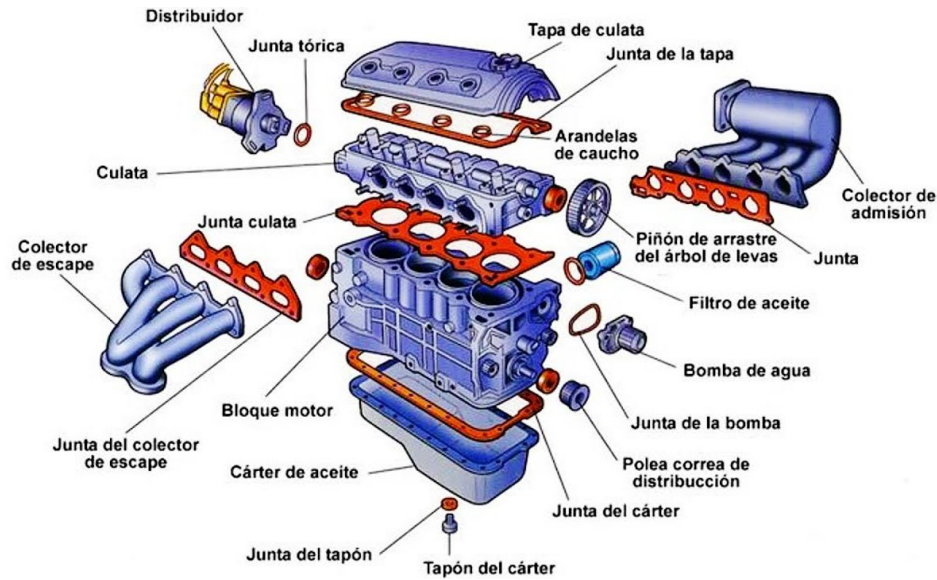


Figura 2. Partes de un motor de combustión Interna (Salinas, 2023)

2.3 PARTES DE UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

En el block de cilindros de un motor se encuentran los siguientes componentes:

- Junta de culata
- Cilindros
- Pistones
- Anillos
- Cigüeñal
- Bielas

2.3.1 Junta de culata

El principal objetivo de una junta de culata es realizar la función de un sellador entre la culata y el block de cilindros. Es un componente de material laminado de forma fina compuesta principalmente de acero, aunque también se puede encontrar con materiales tales como latón, caucho y bronce.

Este componente posee las cortes y formas que el block del motor, la de los pistones, los espárragos de sujeción y los sistemas de refrigeración y lubricación (González Said, 2007).



Figura 3. Junta de la culata de un motor de combustión interna (Plaza, 2021)

2.3.2 Cilindros

En las cavidades de cilindros es el lugar donde los pistones realizan sus desplazamientos de admisión, compresión, expansión y escape. Se asemeja a una forma cilíndrica dentro del block los cuales sus paredes tienen un acabado liso. Uno de los procesos principales para llegar a este componente con estas especificaciones en cuanto a dimensiones es la fabricación en base a procesos de fundición de aceros, así como también aceros aleados con diferentes materiales metálicos tales como níquel, molibdeno y cobre. Para algunas aplicaciones se les alea con cromo para mejorar la resistencia al desgaste. En el caso de no tener alguna especificación acertada se les adapta una camisilla los cuales son colocados usando un proceso en base a la presión entre el block y el cilindro, este proceso se le conoce como remanufactura ya que así se puede recuperar el block de cilindros para incrementar su vida útil (Kalpakjian, S., 2008).

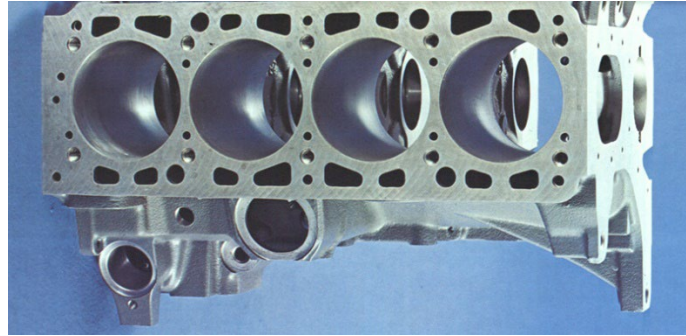


Figura 4. Block de cilindros
(León, 2019)

2.3.3 Pistones

Los pistones, también reciben el nombre de émbolos, son piezas de suma importancia en un vehículo de combustión interna. Su función principal es cambiar el volumen y la presión del fluido para conseguir movimiento.

La función de los pistones es realizar un proceso de compresión entre la mezcla de aire y el combustible, posteriormente recibe el proceso de combustión el cual mueve hacia abajo para posteriormente tener una fuerza de forma de impulso directamente al cigüeñal a través del cuerpo de la biela (Brun, 1984).



Figura 5. Pistón de un motor
(León, 2019)

2.3.4 Anillos

Los llamados anillos de pistón son instalados en la parte de la cabeza de pistón, esto da como resultado una buena compresión eliminando las fugas en el motor.

Su principal función es mantener de forma constante la compresión en la zona de la cámara de combustión, esto es con el fin de evitar algún posible escape de vapores a presión en la cámara como resultado de la combustión.

Los anillos de pistón suelen ser fabricados de material metálico como el Fe (Hierro) Silicio (Si), Ni (níquel) y/o Mn (Manganeso).

El objetivo de los anillos de pistón es reducir las posibles fugas durante el proceso de combustión, así como también suministrar la máxima cantidad de aceite durante los movimientos lineales que se tienen en las cámaras de cilindros. Los anillos de pistones en los cilindros de un motor de combustión deben de cumplir 3 funciones principales para considerar este proceso como funcionalmente correcto, estas funciones son las siguientes:

- Deberán de mantener una distancia entre el pistón y el cilindro del block
- Mantener el flujo correcto para la correcta lubricación en los movimientos lineales.
- Sellado correcto del cilindro para evitar fugas de gases después de realizar el proceso de combustión.

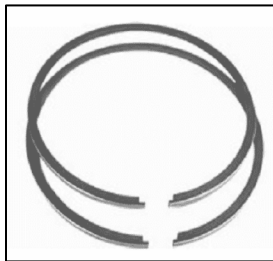


Figura 6. Anillos de pistones
(Partes del motor: las 3 divisiones vitales; bloque motor, culata y cárter, 2018)

2.3.5 Cigüeñal

Es un componente previamente maquinado en donde su característica principal es la naturaleza del componente ya que es considerado un eje giratorio el cual es capaz de convertir los movimientos de forma alternativa de los pistones a un movimiento de la forma circular este movimiento mecánico permite al vehículo que junto con las ruedas impulsen de forma significativa al vehículo que tiene acoplados el sistema.

Hablando un poco del proceso de combustión, el combustible tiene un papel importante ya que al ser activado con oxígeno y una chispa producida dentro de las cámaras, el pistón sale directamente disparado o empujado hacia abajo dentro de las cámaras de cilindros del block.

En este caso el cigüeñal parte de este movimiento para convertir el movimiento del pistón que ya tiene una fuerza de empuje a una fuerza con movimiento circular o rotativo, una vez que el cigüeñal realiza los 360° el pistón vuelve a llegar a su posición superior teniendo las condiciones iniciales y listo para realizar el mismo proceso (Shoup & Spotts, 1999).



Figura 7. Cigüeñal de un motor de combustión interna
(Blázquez, 2020)

En referencia a la naturaleza del componente físicamente cuenta con orificios y/o perforaciones en los muñones del mismo de los cuales su función principal es lubricar de forma correcta las zonas de desgaste con aceite dando como resultado el enfriamiento para evitar daños futuros, para algunos departamentos en las industrias también son conocidos como galerías de enfriamiento o bien orificios que realizan el engrase de partes en movimiento.

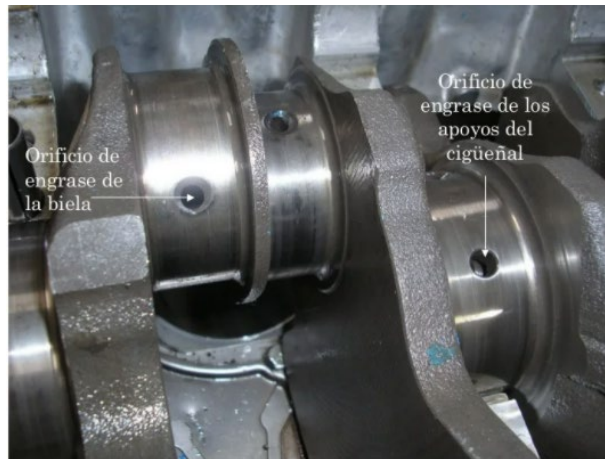


Figura 8. Localización de las galerías de enfriamiento en el cigüeñal (Rodríguez Guarín, 2019)

2.3.6 Bielas

Consideran que el sistema mecánico también es importante para el movimiento de un motor se tiene las bielas que son elementos de gran importancia. Una de las funciones principales es el poder transmitir la fuerza de presión generado en las cabezas de cilindros y poder soportar el esfuerzo constante que es producido en las cámaras de combustión, posteriormente esta fuerza es transmitida al cigüeñal para realizar el cambio de fuerza lineal a circular.

Por ende, las bielas deben de soportar grandes esfuerzos mecánicos de igual o mayor magnitud que las demás piezas de un motor de combustión interna ya que el objetivo principal es el movimiento mecánico de un vehículo el poderlo mover como resultado de estos cambios de fuerzas.

Una de las desventajas que se tiene para este componente es que es un elemento que, por su posición y distribución para estos movimientos, no es tan fácil de lubricar, por ende, debe de tener un buen diseño así como también un buen método de fabricación (Norton, 1999).



Figura 9. Biela y cabeza de cilindros de un pistón
(Cuidando mi moto con Servimotos, 2017)

2.4 PROCESOS DE LAVADO INDUSTRIALES

Un proceso de lavado es un dispositivo fabricado con el único objetivo de eliminar los contaminantes de las piezas ya sean arena, aceite suciedades o pintura. Esto se realiza con el fin de poder reusar las piezas ya sea en montaje de nuevos o componentes remanufacturados para extender su vida útil sin degradar las propiedades mecánicas de las piezas.

Algunas lavadoras direccionadas al sector industrial varían según el proceso a usar, así como también las piezas que van a colocarse en el proceso seleccionado, así como también el contaminante que se requiere eliminar o remover.

Estos tipos de proceso se tienen como los más populares las lavadoras de alta presión, algunos como gabinetes de lavado, lavadoras de cesta giratoria, desbarbadoras.

Para el diseño de una lavadora para el sector industrial, el factor predominante que se debe de usar para la selección de este maquina es el modelo en función al tamaño, forma y el tipo de configuración de los componentes que se pretenden limpiar.

Considerando los aspectos anteriores para la selección de la maquinaria también es importante considerar el diseño de las piezas, así como también el peso, los

ángulos y formas de las piezas a trabajar, en caso de que se tengan secciones cerradas en las piezas.

Para que un proceso de limpieza se tenga de forma eficiente y completa en las piezas a trabajar, todos estos factores deben ser considerados, así como la temperatura, tiempo ciclo y el químico o químicos a usar durante el proceso, sin mencionar los cambios rutinarios de químicos para tener una buena repetibilidad en el proceso.

2.4.1 Lavadora de oscilación de piezas

Para el caso de las piezas que han pasado por un proceso de manufactura que han pasado por maquinas tales como CNC, fresadoras, tornos convencionales tienen una similitud entre ellas ya que el término del proceso de manufactura se encuentran basadas en químico como refrigerantes, aceites o bien productos químicos en donde finalmente tienen residuos metálicos tales como polvo abrasivos, rebabas metálicas y posteriormente antes de pasar al siguiente proceso, estos contaminantes deben de estar limpias sin impurezas, con este requerimiento viene el proceso de lavado químico el cual tiene como objetivo eliminar los contaminantes sin afectar las propiedades mecánicas de los componentes previamente manufacturados.

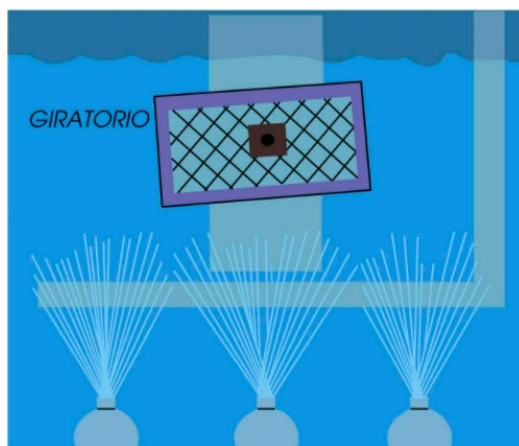


Figura 10. Lavadora de oscilación de piezas
(IQS Directory, 2022)

Al identificar las características principales para la selección de una maquina viene también ligado los componentes que cuentan con una gran importancia tales como el calentador de agua, algunas bombas, depuradores, resistencias eléctricas para calentar el agua con el químico seleccionado y en ocasiones sistemas de control para poder controlar tanto movimientos y tiempos de exposición de los componentes al químico de las lavadoras industriales.

Los siguientes elementos son descritos a continuación:

Calentador de agua

Una de las características principales de un calentador es llevar el agua a una temperatura aceptable usando diferentes métodos como es el calentamiento a gas, por resistencia eléctrica o bien por medio del vapor, la función principal es llevar el líquido a una temperatura que pueda ser aceptable para el proceso de lavado y así poder disminuir el tiempo de proceso de limpieza.

Al calentar el líquido el cual contiene químicos mezclados con aditivos y agua se logra realizar una reacción química en la cual tiene como objetivo principal acelerar la reacción durante el proceso.

Sistema o unidad de filtración

En algunas lavadoras industriales poseen un sistema de filtración la cual tiene como objetivo atrapar partículas tanto grandes o pequeñas durante el proceso de lavado, esto se realiza mediante el flujo de agua que pasa por la unidad de filtrado para poder eliminarlas durante el proceso de lavado para evitar mezclas con el componente a lavar.

Bomba

Cabe mencionar que la mayor parte de las lavadoras industriales cuentan con una bomba el cual tiene el propósito de bombear químicos al tanque de limpieza, normalmente algunas de ellas se implementan para disminuir el contacto de químicos ya que esta solución final va dirigida al tanque de lavado.

2.4.2 Tipos de lavadoras para el sector industrial

La finalidad de implementar un proceso de lavado para el sector industrial es llevar a cabo las piezas a unas condiciones significativas en cuanto a la limpieza de componentes para operaciones posteriores ya sean piezas nuevas o piezas de las cuales se requiere reutilizar.

Existen dos tipos de sistemas de las cuales se pueden hablar:

- Limpiadores acuosos o de agua.
- Limpiadores solventes.

Lavadoras con limpiadores acuosos

Este tipo de lavadoras son de gran importancia en el ambiente hoy en día ya que utilizan mezclas y/o soluciones que son agradables para el medio ambiente sin mencionar que son a base de agua.

Lavadoras con limpiadores a base de solventes

Este tipo de lavadoras se utilizan en el sector industrial ya que mediante químicos a base de alcoholes minerales o petróleo logran realizar la limpieza esperada en la versión manual, así como también el uso de nuevas tecnologías como la automatización tiene lugar en este tipo de procesos (Yamazen Mexicana, 2022).

- Lavadora del tipo manual: Uno de los procesos más simples puesto que en ella se utiliza una tina para limpiar las piezas de forma manual.
- Lavadora semiautomática: Las lavadoras semiautomáticas tienen como característica principal cargar y descargar de forma manual sin embargo este proceso se realiza por sí solo ya que contiene un sistema de control automatizado para realizar el lavado de forma automática.
- Lavadora automatizada: Este tipo de lavadoras son las más completas puesto que llevan un transportador que alimenta la máquina con piezas para lavar, sumando las características de una lavadora semiautomatizada, este tipo de lavadoras es capaz de realizar el proceso de limpieza de forma efectiva teniendo como resultado una mayor salida de piezas contra las de tipo manual y semiautomáticas.

2.4.3 Lavadora de piezas del tipo inmersión

Este tipo de lavadoras poseen un sistema de agitación dentro del contenedor para limpiar las piezas mediante la mezcla del químico, posteriormente una vez que las piezas hayan estado cubiertas por el químico, la maquina genera una vibración la cual sacude la pieza sin dañarla, así ayuda a limpiar las piezas en un tiempo definido en las pruebas consideran temperatura, químico, tiempo y dimensiones de la pieza o piezas a lavar.

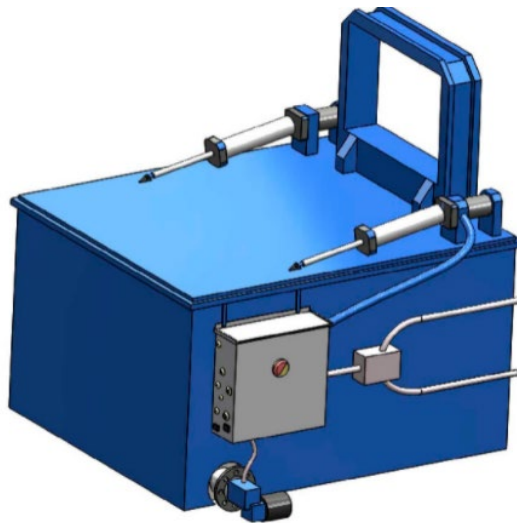


Figura 11. Lavadora por Inmersión
(IQS Directory, 2022)

2.4.4 Lavadora de piezas para el sector industrial con gabinete de rociado

Este tipo de lavadoras debe de utilizar un método del tipo rociado acuoso a una temperatura establecido que sumando el factor presión en el rociado logra eliminar las impurezas de piezas grandes en cuanto a dimensiones, así como también piezas pesadas puesto que el nivel de soportes dentro del gabinete está diseñado para soportar grandes cargas.

Para alimentar el gabinete, las piezas deberán entrar desde la parte frontal del mismo en una cesta, posteriormente estas piezas giran sobre la cesta en donde son rociadas a alta presión con la mezcla del químico o aditivos que eventualmente limpiarán la pieza en un tiempo establecido.



Figura 12. Lavadora de piezas industriales con gabinete de rociado (IQS Directory, 2022)

2.4.5 Lavadora de tipo aspersion

Esta máquina del tipo aspersion es capaz de eliminar y retirar los contaminantes que se encuentran en las piezas de las cuales se derivan las piezas que más contaminantes tienen impregnadas en las superficies de las piezas a retrabajar.

Este tipo de máquinas se usan más frecuentemente ya que posee un alto grado de vertibilidad y al porcentaje de eficiencia en los resultados de limpieza en las piezas a retrabajar.

El proceso de lavado es simple ya que usa igualmente una solución amigable para el medio ambiente la cual normalmente están a una temperatura de 60 a 70 grados centígrados dependiendo de las pruebas realizadas y el tipo de contaminante a retirar, posteriormente se usa utiliza una pistola del tipo hidrojet la cual tiene como función lanzar el químico de forma rápida y precisa, para este tipo de procesos se requiere equipo de protección personal puesto que el químico puede ser dañino para el ser humano o bien evitar accidentes en cuanto al contacto o salpicaderas hacia la persona.

Adicional al equipamiento anterior de la maquina también suelen venir con una pistola que es capaz de rociar aire comprimido que es capaz de secar los restos de soluciones químicas usados en el componente a lavar.

Finalmente se encuentra una protección a base de plástico y en ocasiones ventanas con altas resistencias a los químicos que permite el trabajo y la visibilidad de la actividad dentro de la lavadora.



Figura 13. Lavadora tipo aspersion
(Dalmar Protecciones y Pinturas, 2015)

2.5 DENSEGRASANTES INDUSTRIALES

Para que un proceso de limpieza sea eficiente también se deben considerar los químicos, mezclas o soluciones que interactúan en el proceso durante el proceso de lavado, este tipo de químicos pueden tener sustancias del tipo acidas, neutras o alcalinas. El resultado del uso de un buen químico durante el proceso de lavado es las eliminaciones de contaminantes tanto de aceites o grasas sin afectar las superficies de las piezas a tratar.

La mayor parte de los desengrasantes pueden ser obtenidos de la naturaleza de forma natural o artificial y su objetivo principal es utilizar la formulación correcta para activar la reacción que eliminar los aceites contaminantes de las piezas.

Existen dos tipos de formulación conocidas en el mercado más populares de las cuales son:

- **Desengrasante formulado con base disolvente:** Este tipo de desengrasante va en función al desengrasante directamente mediante la disolución de grasas o aceites que dan lugar a una reacción químico que eliminara y retirara los contaminantes de las piezas.
- **Desengrasante a base agua:** Una de las acciones sobre los contaminantes (grasas y aceites) serán mediante el proceso de emulsión, esta acción resalta en las moléculas de algún desengrasante que actuara directamente sobre las moléculas de los contaminantes de la pieza para posteriormente

desprendiéndolas de la superficie dando como resultado piezas sin contaminantes.

Generalmente los desengrasantes se destacan por tener dos divisiones o sectores los cuales son tanto domésticos como del tipo industrial.

En función al contaminante que se requiera remover se deberá hacer un estudio para la selección del químico o tipo de desengrasante para la aplicación.

Para el caso de los desengrasantes industriales son más agresivos que los domésticos, así como más eficaces.

Si los comparamos con los desengrasantes domésticos, los industriales son capaces de retirar los contaminantes más incrustados en las piezas que las que encontramos en las áreas domésticas.

- **Desengrasante doméstico:** este tipo de desengrasante está específicamente diseñado para ser utilizado en los domicilios, ya sea para un hogar como para oficinas o comercios. La capacidad desengrasante de estos productos es moderada, ya que las manchas a eliminar también lo son. Este tipo de productos no son muy agresivos dado que el aceite o grasa que nos podamos encontrar no está tan incrustado, y además, un producto más fuerte dañaría las superficies.
- **Desengrasante industrial:** este tipo de producto está especialmente diseñado para eliminar la suciedad más resistente de todo tipo de superficies. La capacidad de limpieza de estos desengrasantes es mucho mayor que la de cualquier otro, ya que debe eliminar manchas de aceite y grasa muy difíciles de eliminar y de productos muy fuertes. Debemos tener en cuenta que únicamente se utilizan en el sector industrial.

2.5.1 Aplicaciones de desengrasantes para el sector industrial

Hoy en día la industria ha investigado el campo para solventar sus requerimientos utilizando diferentes formas de lavado, así como también el uso aplicaciones y formas de uso de los desengrasantes para el sector industrial.

- **Aplicación de forma manual:** Su uso principal es mediante el uso de artículos tales como trapos con el fin de limpiar y eliminar los contaminantes de las superficies.
- **Aplicación con uso de hidro limpiadora:** En esta aplicación el proceso consta de una máquina que expulsa el solvente a presión considerando la temperatura que se desea implementar en el proceso.
- **Aplicación tipo inmersión:** básicamente consta de una lavadora a una temperatura que se mantiene a lo largo del proceso en donde las piezas son sumergidas durante un tiempo establecido.
- **Aplicación tipo aspersion:** Es un sistema capaz de lanzar chorros de solvente durante el proceso de lavado, una de las principales características de esta aplicación es que en este sistema consta de un conveyor que transporta las piezas para su posterior lavado durante todo el trayecto.

2.5.2 Desengrase tipo manual

El factor predominante que se presenta en este proceso es el realizar un cambio de tensión superficial para que los aceites queden desplazados, para que posteriormente se acoplen a los diferentes aditivos de los solventes, esto se logra usualmente con el uso de herramientas que ayudan a desprender los contaminantes sin afectar la pieza.

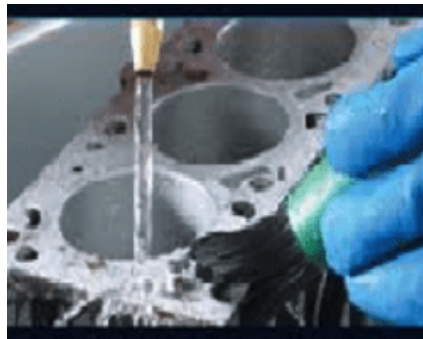


Figura 14. Proceso de desengrase manual
(Dalmar Protecciones y Pinturas, 2023)

2.5.3 Desengrase por hidro-limpiadora

Esta aplicación recibe el nombre ya que se usa mediante una pistola de alta presión la cual deberá ser definida en base a los requerimientos para las piezas a descontaminar.

Las maquinarias para usar esta aplicación pueden ser divididas en 2 secciones en base a método a usar:

- Función con agua a temperatura ambiente.
- Con sistema de calefacción.

Normalmente se usa los métodos con calefacción para activar las ventajas de los solventes al retirar los contaminantes de una forma más fácil y dinámica ya que se usa diferentes tipos de herramientas y/o pistolas que ejercen presión para dispararla y dirigirla a la pieza de forma segura sin dañar las propiedades mecánicas.



Figura 15. Proceso de lavado, Hidro-limpiadora (Dalmar Protecciones y Pinturas, 2017)

2.5.4 Desengrase por inmersión

Hablando del proceso de desengrase por inmersión sus principales cualidades van desde el ahorro energético en los proyectos, así como el proceso de lavado sin exponer al usuario estando en contacto con el químico mientras el sistema ejecuta el proceso de lavado.

Existen sistemas con estas características que requieren el uso de temperatura para realizar el proceso de desengrase más eficiente puesto que activa el solvente y ayuda a eliminar la suciedad más incrustada en las piezas.

Un baño por inmersión deberá estar entre los 55°C y 75° C.

2.5.5 Desengrase por aspersion

Los procesos de desengrase o limpieza de componentes son las actividades más utilizadas en el sector industrial relacionadas al sector automotriz, ya que en estos sectores el riesgo de tener un proceso inestable puede representar una suma significativamente para las organizaciones que mantengan estos procesos productivos.

Este método que normalmente utiliza tecnología e instalaciones necesarias para llevar a cabo el cumplimiento de los requerimientos del cliente, normalmente usando procesos de desengrase fosfatado por el método de aspersores o bien por el método de inmersión, esta decisión toma lugar en base al tipo de componentes y la cantidad que se requiere realizar la limpieza en base a las dimensiones físicas de los componentes ya sean de material de acero o de aluminio.

El método por aspersion, para llevar a cabo la finalidad de la limpieza en los componentes, usualmente está conformada por aspersores que suministran chorros de agua que, al realizar la mezcla con los químicos, logra retirar la grasa de los materiales procesados en este tipo de maquinarias teniendo como ayuda principal el tiempo ciclo en donde el tiempo de la maquina estará operando, así como la temperatura correcta de la mezcla antes de iniciar el proceso.

Este método se estará usando para el proyecto ya que debido al tiempo de implementación y al volumen de producción lo hace un proceso tanto amigable para el operador como para la justificación financiera para llevar a cabo la ejecución del proyecto en tiempo y forma.

Actualmente las industrias llevan a cabo el uso de estas máquinas en donde el personal operativo lleva directamente el material y lo coloca en una base previamente diseñada para evitar el daño entre componentes por el contacto metal-metal y posteriormente cierra la tapa principal de la lavadora, una vez cerrada el operador lleva a cabo el proceso de aspersion de forma manual en donde estará rociando el componente por las áreas más contaminadas, cabe mencionar que estas máquinas trabajan a una temperatura establecida por el fabricante y a una presión que se designa desde los manuales de equipo.

Una vez que el personal realiza esta actividad, el proceso siguiente es la remoción del excedente del químico mediante una pistola de aire previamente instalada en la máquina la cual tiene el objetivo de secar completamente el componente para evitar escurrimientos y problemas de calidad en operaciones posteriores.



Figura 16. Máquina para realizar desengrase por aspersion
(Compresores y Aire Comprimido Airtalde, 2018)

2.6 PRUEBAS MILLIPORE

Las pruebas millipore a través de un filtro con membranas muy delgadas pueden eliminar las partículas deseadas de un líquido, estas partículas pueden ser materia inorgánica como el polvo o materia orgánica como bacterias. Los filtros varían en diámetro desde 13 milímetros (mm), o 0.5 pulgadas, hasta 293 mm (11.5 pulgadas) y están hechos de materiales como nitrocelulosa o polietersulfona.

Cada tipo tiene un tamaño de poro específico, lo que evita que las partículas de cierto tamaño atraviesen el filtro. El tamaño de los poros varía desde 0.2 micrómetros (μm) hasta 12 μm . Un tamaño de poro de 0.45 μm (0.45 micrómetros) atrapa las bacterias y los tamaños de poro más pequeños se utilizan para las muestras químicas. Los tamaños de poro más grandes son adecuados para los pasos de fabricación que no necesitan eliminar los microbios del líquido (¿Qué Es Un Filtro Millipore? - Spiegato, n.d.).

Algunas características de la membrana de filtración son las siguientes:

- **Compatibilidad química:** Este concepto se refiere a que el material de filtración debe ser compatible en donde la naturaleza química sea compatible con el fin de evitar errores en las pruebas de filtrado o bien para eliminar la probabilidad de tener un fallo estructural.
- **Humectabilidad:** Eso conlleva a la parte de la filtración de líquidos de las cuales, las membranas deben ser humectadas con el líquido que se desea filtrar, siendo así las membranas hidrófobas una de las más usadas en el ambiente de las pruebas millipore ya que se humedecen fácilmente con el agua tendiéndolas como el primer lugar para realizar pruebas de disoluciones acuosas. Para la ventilación se encuentra la opción de ser humedecidas en disolventes orgánicos usando el metanol que permite el proceso de filtración de líquidos acuosos y disolventes.
- **Tamaño del poro:** Es una característica del diámetro del poro que se relaciona la capacidad de las membranas para poder filtrar las partículas en base al diámetro del poro con el fin de asegurar que se haya pasado la prueba correctamente. Algunos de los métodos más usados para el tamaño de los poros son por la prueba de punto burbuja y de retención bacteriana.
- **Diámetro:** Es el tamaño y el aspecto o forma del filtro que se selecciona en base a la función del aparato utilizado para el proceso de filtrado o la recolección de muestras.
- **Caudal:** Se define como el tiempo necesario para que la corriente pueda atravesar un filtro, el caudal puede ser medido para el aire o los líquidos.

- **Adsorción de analito:** La adsorción de analitos se basa en la pérdida de analitos durante el proceso de filtrado filtración, esto da como resultado a un proceso de filtrado con una composición a nivel molecular diferente a la que se estaba esperando. El analito es un componente de interés analítico de una muestra que se separa de una matriz.
- **Propiedades ópticas:** Estas se definen como el método de obtención de imágenes de tal manera que proporcionan un fondo uniforme que sea capaz de dar a conocer la muestra y no crear ruido al momento de que se realiza el análisis para la recolección de datos.
- **Extraíbles:** Es el material que se presenta después del proceso de filtrado que se originó en las pruebas. También llamadas partículas extraíbles de las sustancias químicas residuales que se desprenden del filtro.
- **Retentividad:** Esta definido como la capacidad de una membrana de poder retener las partículas que se requieren analizar en las pruebas millipore (Merck, 2022).



Figura 17. Filtros Millipore
(Merk, 2022)

3. PROCEDIMIENTO

Como se mencionó anteriormente, el objetivo de este proyecto es mejorar la limpieza en el cigüeñal mediante un proceso de limpieza para poder eliminar el 25% de rechazos de cigüeñales por pruebas millipore, debido a que en las máquinas de validaciones de torque el valor que arroja esta fuera de especificaciones lo cual representa una restricción en el funcionamiento correcto de un motor de combustión interna, por ende esto afecta a las áreas funcionales tales como el departamento de ingeniería, manufactura, calidad y producción.

Para desarrollar este proyecto se realizará un estudio de contaminación en el ambiente para poder detectar cuanta contaminación existe el proceso de limpieza, así como también se seleccionará el químico en el proceso de limpieza a instalar en función a los recursos y tiempo que se tienen para el proyecto, adicional a esto se seleccionara el químico a evaluar en base a las restricciones que se contemplan en las instalaciones de Cummins.

Se evaluarán las opciones finales para determinar la que más favorezca el objetivo del proyecto sin daño a terceros teniendo como puntos clave la optimización de estaciones, máquinas y procesos para realizar el ensamble de una forma correcta y segura una vez que salga de limpieza.

Se estandarizará las variables para tener una repetibilidad en el proceso y posteriormente se realizará la implementación de check list en donde sea necesario para mantener el estándar.

Se realiza un diagrama de flujo de proceso en la cual tiene como objetivo la identificación del problema principal, así como el conocimiento y detección del momento en donde se encuentran los rechazos como se muestra a continuación.

3.1 METODOLOGÍA DEL PROYECTO

A continuación, se describe la metodología para la introducción de productos químicos, así como también el procedimiento para ejecutar un proceso en línea.



Figura 18. Metodología para introducción de nuevos productos químicos
Elaboración propia

3.2 ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN EN EL AMBIENTE

Se colocan filtros en diferentes áreas para cuantificar el nivel de contaminación por área para identificar el área menos contaminada, estos filtros se dejan en el área dentro de 24 hrs, 72 hrs y 1 semana para posteriormente ser enviados al laboratorio para su posterior prueba y poder así identificar el área con mayor contaminación.



Figura 19. Ubicación de filtros Operación 100
Elaboración propia



Figura 20. Ubicación de Filtros Operación 300
Elaboración propia



Figura 21. Ubicación de filtros Operación 500
Elaboración propia




Figura 22. Ubicación de filtros operación 700
Elaboración propia

Una vez transcurrido el tiempo para cada uno de los filtros se dieron a disposición del laboratorio dentro de las instalaciones de Cummins para obtener tanto el peso







de partículas como el resultado de las pruebas millipore que se muestran las siguientes tablas.

Tabla 2. Resultados de la contaminación del ambiente en operación 100

	Imagen	Evidencia	Tiempo de exposición	Resultados
Operación 100			24 horas	Resultado Millipore: 0.5 mg. Tamaño de Partícula: 130 µm
			72 horas	Resultado Millipore: 1.0 mg. Tamaño de Partícula: 150 µm
			1 semana	Resultado Millipore: 1.7 mg. Tamaño de Partícula: 190 µm


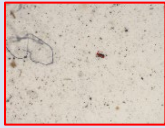

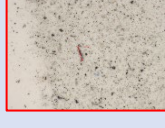


Elaboración propia

Tabla 3. Resultados de la contaminación del ambiente en operación 300

	Imagen	Evidencia	Tiempo de exposición	Resultados
Operación 300			24 horas	Resultado Millipore: 1.0 mg. Tamaño de Partícula: 195 µm
			72 horas	Resultado Millipore: 1.4mg. Tamaño de Partícula: 252 µm
			1 semana	Resultado Millipore: 3mg. Tamaño de Partícula: 845 µm




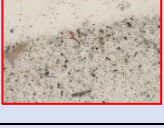

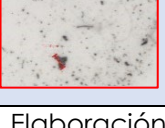
Elaboración propia

Tabla 4. Resultados de la contaminación del ambiente en operación 500

	Imagen	Evidencia	Tiempo de exposición	Resultados
Operación 500			24 horas	Resultado Millipore: 0.4 mg. Tamaño de Partícula: 149 µm
			72 horas	Resultado Millipore: 1.2 mg. Tamaño de Partícula: 269 µm
			1 semana	Resultado Millipore: 3,6 mg. Tamaño de Partícula: 2139 µm

Elaboración propia

Tabla 5. Resultados de la contaminación del ambiente en operación 700

	Imagen	Evidencia	Tiempo de exposición	Resultados
Operación 700			24 horas	Resultado Millipore: 0.6 mg. Tamaño de Partícula: 113 µm
			72 horas	Resultado Millipore: 1.2 mg. Tamaño de Partícula: 166 µm
			1 semana	Resultado Millipore: 3.0 mg. Tamaño de Partícula: 481 µm

Elaboración propia

Inicialmente se sabe que se tiene un problema en la aceptación del cigüeñal ya que el área de calidad se ve forzado a rechazar el producto evitando el ensamble de componentes en mal estado para productos terminados, sin embargo, con los datos obtenidos previamente podemos realzar 2 opciones viables que nos

ayudaran a mantener el componente limpio una vez que se haya implementado el proceso de limpieza.

3.3 PROPUESTAS DE DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA

En base a los resultados obtenidos en los filtros se detecta una mayor contaminación del ambiente la parte inferior el cual estaremos descartando para instalar nuestro proceso de limpieza.

Considerando el caso contrario, tenemos una menor contaminación en la parte superior esto hace sentido ya que no se tiene un movimiento de equipos o máquinas que estén trabajando cerca del área para expulsar las partículas al ambiente.

Considerando estas variables obtenidas se contemplan los análisis y temas de instalación del proceso de limpieza en el cual será en las ubicaciones donde no exista el riesgo de contaminación una vez que el producto haya pasado correctamente por el proceso de limpieza.

Primeramente, se toman las dimensiones físicas para realizar la transferencia de medidas que no estarían ocupando a un software de diseño 2D (Autocad). Una vez que se tienen las medidas establecidas se procede a modelarlo en un espacio el cual tenemos como designado en el área de operación. Para llevar a cabo la mejor opción se realizan juntas de equipo con el equipo funcional designada para el área y poder así elegir la mejor opción, las variables a considerar, así como los puntos importantes para una buena opción en cuento al lay out son las siguientes:

- **Calidad en la limpieza:** El proceso deberá de tener un buen flujo para eliminar el contaminante del cigüeñal sin contaminarlo una vez que haya pasado por el proceso de limpieza.
- **Flexibilidad para incremento de volumen:** La línea deberá ser capaz de incrementar el volumen si así se desea en un futuro próximo.
- **Optimización de espacios:** La distribución de la línea deberá de tener en cuenta los espacios libres ya que el área únicamente cuenta con 17.5 metros x 13 metros.

- **Evitar el tiempo prolongado a materiales lavados:** Al mover el material el cual haya pasado satisfactoriamente por las pruebas millipore, no deberá de exponerse no más de 15 minutos al ambiente.
- **Gastos al proyecto:** Los movimientos de máquinas, así como también no deberán de caer en gastos excesivos a la línea ya que el proyecto cuenta con poco capital para la implementación.

Una vez realizando juntas de acercamiento al equipo se logran identificar 2 opciones de lay out a analizar los cuales son los siguientes.

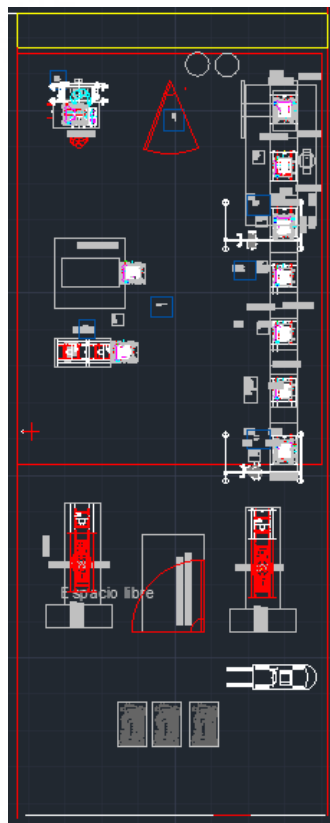


Figura 24. Opción #2 para la distribución de la línea ISV 5.0 Litros
Elaboración propia

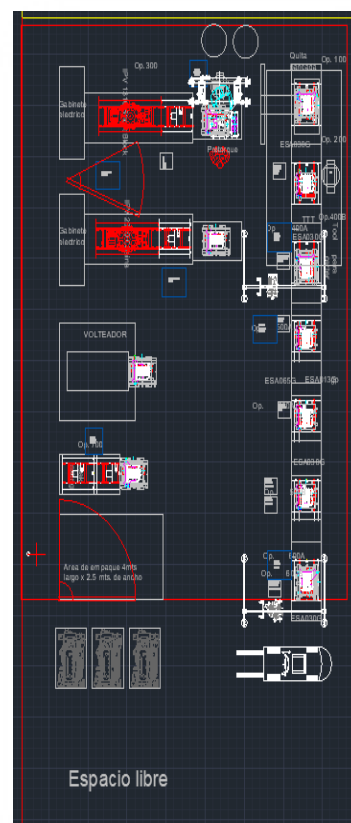


Figura 23. Opción #1 para la distribución de la línea ISV 5.0 Litros
Elaboración propia

Posteriormente al tener las opciones que se estarán trabajando a lo largo del proyecto se presenta con el equipo funcional para retirar cualquier duda o en su defecto, si se requiere revisar un punto en específico ya sea por seguridad, calidad, o producción para llevar a cabo las implementaciones.

Una vez teniendo ambas opciones a considerar se realiza una tabla comparativa para seleccionar la mejor opción que cumpla con las características más importantes para efectuar el proyecto de tal manera que se obtengan los resultados esperados sin afectar a las demás áreas funcionales.

Para llevar a cabo la mejor opción se realiza una tabla comparativa en la cual se colocan las variables y se seleccionan las casillas de acuerdo con las opiniones del equipo analizando cada una de ellas desde el rol que desempeña en el equipo.

Tabla 6. Tabla comparativa para seleccionar la opción correcta de acuerdo con las necesidades del proyecto

	Opción 1	Opción 2
Aceptación de pruebas millipore	X	X
Incrementos de Capacidad	X	X
Peligro de contaminación omitido	X	X
Optimización de espacio	X	
Menor tiempo de exposición al ambiente	X	X
Tack Time acorde con demanda	X	
Calidad de Ensamble	X	X

Elaboración propia

Posteriormente se selecciona la opción más apta en función a la productividad y a los alcances del proceso como la facilidad de incrementar el volumen de producción, así como también la optimización de espacio en el área, esta selección fue la opción #1 para la implementación del proceso de limpieza para el cigüeñal ISV 5.0 litros.

La lavadora requiere una toma de aire entre 90 y 145 PSI para su funcionamiento correcto, así como también una toma eléctrica de 230 Volts, 60 Hertz y 9 amperes designadas por el fabricante.



Figura 26. Lavadora de aspersión Torrent 700
Elaboración propia

Considerando la estación de lavado para el cigüeñal se analiza el requerimiento de realizar un nido para poder manipular el cigüeñal dentro de la lavadora, este dispositivo se diseña y se fabrica de tal manera que no dañe los muñones de este y que son de suma importancia para el funcionamiento del motor por lo que se realiza de la siguiente manera (Véase en el anexo A).

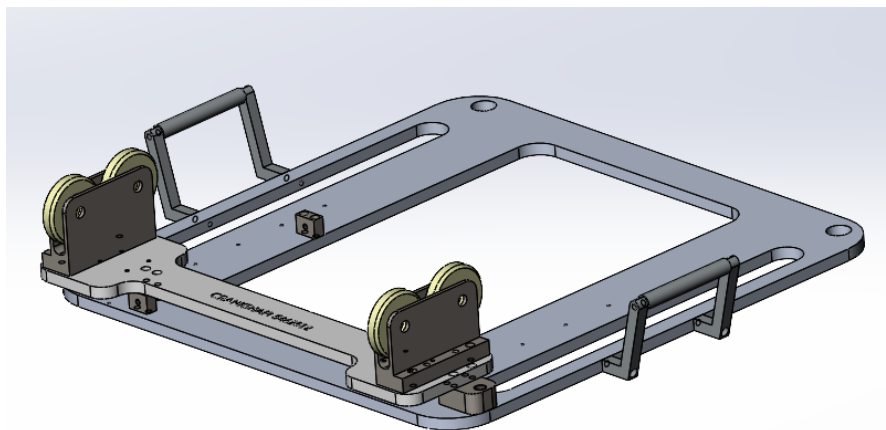


Figura 27. Dispositivo para colocar el cigüeñal dentro de la zona de lavado
Elaboración propia

Una vez que se tenga el equipo instalado, así como el dispositivo previamente fabricado, se coloca dentro de la zona de lavado se procede a validar el químico a prueba para realizar la limpieza.

Puesto que el procedimiento con Cummins menciona que cualquier químico nuevo deberá de pasar un flujo de aprobaciones, la primera parte deberá ser aceptada por el área de ambiental los cuales deberán de analizar las hojas de seguridad y hojas de datos del químico (MSDS) a ingresar para su posterior aprobación.

Una vez obtenida la validación por el área de ambiental se procede a realizar el procedimiento para generar las pruebas en campo con el soporte de las siguientes áreas funcionales los cuales tienen las siguientes responsabilidades en el área:

- **Calidad:** Aplica los principios de planificación, evaluación y control de la calidad del producto en apoyo de las operaciones de fabricación e instalación de la organización. Facilita las actividades de mejora continua de la calidad para reducir el potencial de defectos y garantiza la mejora continua en el diseño de procesos y productos. Garantiza que el desarrollo de productos y procesos cumpla con los estándares de calidad. Identifica problemas, prioriza acciones, lidera o participa en proyectos Six Sigma. Participa en actividades de gestión del cambio mediante la verificación de productos y procesos, el desarrollo de medidas clave, el análisis de datos para el apoyo a la toma de decisiones y la presentación de resultados al liderazgo de la planta.
- **Manufactura:** Ayuda con el trabajo de proyectos específicos para crear e implementar todos los aspectos de una fabricación de un proceso para garantizar los requisitos de seguridad, los objetivos de fabricación, los objetivos comerciales y el producto se cumplen las especificaciones. Contribuye aplicando el conocimiento o el uso de los principios y prácticas de fabricación para mejorar equipos y procesos de fabricación. Ayuda con el desarrollo de estándares de fabricación y métodos de trabajo mediante el uso continuo herramientas de mejora. Trabaja con recursos internos y externos en asignaciones de proyectos específicos. Aprende el

conocimiento de los principios y prácticas de fabricación a medida que se aplican a Cummins.

- **Operaciones:** Responsable de las actividades diarias de múltiples equipos de producción, incluida la gestión de los miembros del equipo, la limpieza y el cumplimiento de los objetivos de producción, trabaja funcionalmente para recomendar y participar en la mejora de la seguridad, la productividad, la calidad y la eficiencia de las operaciones brinda orientación y retroalimentación a los miembros del equipo para lograr tareas y objetivos; establece expectativas y aclara responsabilidades. Entrenadores y mentores de los miembros del equipo, identifica las necesidades de formación; desarrolla e implementa planes de capacitación.
- **Ingeniería:** Este puesto centrado en el producto realiza tareas técnicas establecidas en el subsistema y/o nivel de componente para productos actuales y futuros dentro de una unidad de negocios o área corporativa determinada. Esta implica trabajo a través de muchos pasos en el ciclo de vida del producto. Debido a la naturaleza centrada en el producto de esta posición, son muy a menudo un punto central de coordinación y toma de decisiones entre ingenieros de línea de productos, equipos de clientes, ingenieros de sistemas, compras, proveedores y fabricación.
- **Seguridad:** Una de las funciones principales de un ingeniero de seguridad es la de evaluar los equipos y procesos para encontrar áreas potencialmente riesgosas. Esta evaluación es posible mediante el estudio de incidentes ocurridos, como incendios, enfermedades o toxicidad química asociada al uso de un equipo o a un proceso particular. Por medio de inspecciones periódicas y observaciones a los procesos de trabajo como el que hacen los operadores, los ingenieros de seguridad identifican defectos que tienen el potencial de causar daños o lesiones. En algunos casos, puede ser necesario evaluar algún nuevo diseño que se está desarrollando para garantizar que no va a haber peligro.

El procedimiento de Hojas rosas se requiere para notificar al equipo multifuncional se ingresará un químico nuevo para un proceso en específico el cual consta de una descripción breve del químico, como se usa, con qué y en qué operación, así como también el campo de aprobación de las áreas funciones para realizar esta prueba.

El objetivo principal de este procedimiento es solicitar el soporte necesario antes y después de realizar las pruebas en campo para evitar cualquier contingencia al momento de realizar dicha prueba.

Posteriormente el área de seguridad y ambiental requiere también validar el producto químico comparándolo contra las sustancias prohibidas que se establecen en Cummins.

A continuación, se establecen algunos químicos que están restringidos para su uso en planta Cummins motores año 2021.

Cummins Site Related Prohibited Substances

LISTADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS PROHIBIDOS REV. 07							
Nombre químico (Inglés)	Nombre químico (Español)	No. De CAS	NTP (hyperlink)	IARC (hyperlink)	SVHC (hyperlink)	Otros	Comentarios
1,1,1, trichloroethane	Tricloroetano	71-55-6	No Evaluado	No Evaluado	No Listado	Disolvente clorado	Desengrasante solvente; limpiadores de líneas de freno; desmoldeo
4,4'-methylene(bis)-2-chloroaniline (MOCA)	bencenamina 2,2-Dicloro-4,4-metilendianilina	101-14-4	Razonablemente Previstos para ser un carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	NA	Agente de Curado, Epoxy
Alkanes, C10-13, chloro (Short Chain Chlorinated Paraffins)	Alcanos, C10-13, Cloro (parafinas cloradas de cadena corta)	85535-84-8	Razonablemente Previstos para ser un carcinógeno humano	Grupo 2B	Ambientales	Chlorinated Compound	Mecanizado de fluidos / refrigerantes
Alumosilicate Refractory Ceramic Fibres	Alumosilicato de fibras de cerámica refractaria	Varies, Review Comments	Razonablemente Previstos para ser un carcinógeno humano	Grupo 2B	Carcinógeno	NA	Materiales aislantes (altas temperaturas)
Asbestos	Asbestos CRISOTILO Asbestos serpentina Asbesto blanco Mg ₃ Si ₄ H ₈ O ₁₈ /Mg ₆ (Si ₄ O ₁₀)(OH) ₈	12001-29-5	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	NA	Materiales de juntas, materiales de construcción / aislamiento
Benzene	Benzeno Ciclohexatrieno Benzol C ₆ H ₆	71-43-2	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	No Listado	NA	Disolventes, presentes en productos derivados del petróleo como la cantidad de trazas de trazas
Boric acid	Ácido Bórico	10043-35-3	No Evaluado	No Evaluado	Tóxico para la reproducción	NA	Refrigerantes, lubricantes; soldadura fuerte
Boric acid	Ácido Bórico	11113-50-6	No Evaluado	No Evaluado	Tóxico para la reproducción	NA	Refrigerantes, lubricantes; soldadura fuerte
Cadmium (all forms)	Cadmio	7440-43-9	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	NA	Pigmentos, gran número de productos
Calcium chromate	Cromato de Calcio	13765-19-0	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1		NA	Cromo hexavalente
Carbon tetrachloride	TETRACLORURO DE CARBONO Tetraclorometano Perclorometano CCl ₄	56-23-5	Razonablemente Previstos para ser un carcinógeno humano	No Evaluado	No Listado	Chlorinated Solvent	Solvente, desengrasante

Figura 28. Listado de químicos prohibidos en Cummins #1
Elaboración propia

Cummins Site Related Prohibited Substances

Chlorinated paraffins (> 60% chlorine)	Parafinas clorinadas o cloradas (>60% chlorine)	63449-39-8	Razonablemente Previstos para ser un carcinógeno humano	Grupo 2B	Ambientales	Chlorinated Compound	Otros Numeros de CAS # pueden cubrir esta descripción también. Hay potencialmente más de 40 compuestos. Utilizado en algunos fluidos de mecanizado.
Chromic acid	Ácido crómico	7738-94-5	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	N/A	Trióxido de cromo en solución de ácido sulfúrico
Chromium trioxide	Trióxido de cromo	1333-82-0	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	NA	Soluciones ácidas
Cobalt (II) carbonate	Cobalto (II) de carbonato	513-79-1	No Evaluado	Grupo 2B	Cancerígeno y tóxico para la reproducción	NA	Inorganic Pigment and catalyst
Cobalt (II) denigrate	Cobalto (II) dinitrato	10141-05-6	No Evaluado	Grupo 2B	Cancerígeno y tóxico para la reproducción	NA	Pigmento inorgánico y el catalizador
Cobalt (II) sulphate	Cobalto (II) Sulfato	10124-43-3	No Evaluado	Grupo 2B	Cancerígeno y tóxico para la reproducción	NA	Pigmento inorgánico y el catalizador
Cobalt dichloride	Dicloruro de Cobalto	7646-79-9	No Evaluado	Grupo 2	Cancerígeno y tóxico para la reproducción	NA	Como una sal soluble por IARC
Diarsenic trioxide	Trióxido de Diarsenico	1327-53-3	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	NA	Puede ser utilizado en algunas pinturas
Dibutyl phthalate	Ftalato de dibutilo	84-74-2	No Evaluado	No Evaluado	Tóxico para la reproducción	NA	Plastificante
Dichromic acid	Ácido dicrómico	13530-68-2	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	NA	Relacionado con el cromo hexavalente
Diglycidyl resorcinol ether (DGRE)	ETER DICLORIDO DEL RESORCINOL 1,3- Diglicidiloxibenceno m-bis(2,3-Epoxi)propxi) benceno	101-90-6	Razonablemente Previstos para ser un carcinógeno humano	Grupo 2A	No Listado	NA	Agente de Curado, Epoxy
Diisobutyl phthalate	Disobutilo Ftalato	84-69-5	No Evaluado	No Evaluado	Tóxico para la reproducción	NA	Plastificante
Sodium tetraborate, pentahydrate	Tetraborato de sodio anhidro	1279-04-3	No Evaluado	No Evaluado	Tóxico para la reproducción	NA	Detergentes; retardante de fuego
Sodium tetraborate, anhydrous	Tetraborato de sodio anhidro	1330-43-4	No Evaluado	No Evaluado	Tóxico para la reproducción	NA	Detergentes; retardante de fuego

Figura 29. Listado de químicos prohibidos en Cummins #2
Elaboración propia

Cummins Site Related Prohibited Substances

Disodium tetraborate, decahydrate	Tetraborato de sodio anhidro	1303-96-4	No Evaluado	No Evaluado	Tóxico para la reproducción	NA	Detergentes; retardante de fuego
Ethoxyethanol acetate, 2- (Eihyl Cellosolve Acetate)	Ethoxyethanol acetate, 2- (Eihyl Cellosolve Acetate)	111-15-9	No Evaluado	No Evaluado	Tóxico para la reproducción	NA	Solvente
Ethoxyethanol, 2- (Eihyl Cellosolve)	ETER MONOETILICO DEL ETILEN GLICOL 2-Etoxi)etanol Monoetil glicol éter Oxitol EGEE C ₆ H ₁₀ O ₂ /CH ₃ OCH ₂ CH ₂ OH	110-80-5	No Evaluado	No Evaluado	Tóxico para la reproducción	NA	Solvente
Formaldehyde	Formaldeido	50-00-0	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	NA	Excepciones relacionadas con gas de escape de procesamiento en medios de filtración en los sitios ECU.
Hexavalent chromium and compounds	Cromo Hexavalente	18540-29-9	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	N/A	Hay muchos otros compuestos específicos con distintos Numeros de CAS #. El más común también se enumeran.
Inorganic arsenic (all forms)	Arsénico	7440-38-2	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	N/A	Numerosos procesos industriales
Lead and compounds	Plomo	7439-92-1	Razonablemente Previstos para ser un carcinógeno humano	Grupo 2A	Tóxico para la reproducción (Teratógeno)	NA	Pinturas e Imprimadores; soldadura
Lead chromate (as lead)	Cromato de Plomo	7758-97-6	Razonablemente Previstos para ser un carcinógeno humano	Grupo 2A	Carcinógeno	NA	Pinturas e Imprimadores; soldadura
Lead chromate molybdate sulphate red (C.I Pigment - Red 104)	Plomo Cromato molibdato Sulfato rojo (CI Pigmento - Rojo 104)	12656-85-8	Razonablemente Previstos para ser un carcinógeno humano	Grupo 2A	Carcinógeno	NA	Los pigmentos en pinturas e imprimadores
Lead naphthenate	Plomo Naftenato	61790-14-5	Razonablemente Previstos para ser un carcinógeno humano	Grupo 2A	No Listado	NA	Lubricantes de alta presión de aditivos
Lead sulfocromate yellow (C.I. pigment Yellow 34)	Sulfocromato de Plomo amarillo (CI Pigmento Amarillo 34)	1344-37-2	Razonablemente Previstos para ser un carcinógeno humano	Grupo 2A	Carcinógeno	NA	Los pigmentos en pinturas e imprimadores

Figura 30. Listado de químicos prohibidos en Cummins #3
Elaboración propia

Cummins Site Related Prohibited Substances

Methoxyethanol acetate, 2- (Methyl Cellosolve Acetate)	Acetato de metoxietanol, 2- (metil Cellosolve Acetato)	110-49-6	No Evaluado	No Evaluado	Tóxico para la reproducción	NA	Solvente Industrial
Methoxyethanol, 2- (Methyl Cellosolve)	ETER MONOMETILICO DEL ETILEN GLICOL 2-Etoxi-etanol Monoetil glicol éter Oxitol EGEE $C_{10}H_{18}O_2/CH_3CH_2OCH_2CH_2OH$	109-86-4	No Evaluado	No Evaluado	Tóxico para la reproducción	NA	Solvente Industrial
Methylene chloride (dichloromethane)	Cloruro de metilo DICLOROMETANO Cloruro de metilo Dicloruro de metilo DCM CH_2Cl_2	75-09-2	Razonablemente Previstos para ser un carcinógeno humano	Grupo 2A	Carcinógeno	Chlorinated Solvent	Disolvente de limpieza industrial; limpiador tubo de freno; desmoldante
Oligomers of chromic acid and dichromic acid	Oligómeros de ácido crómico y ácido dicrómico	Several	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	NA	En relación con el cromo hexavalente
Perchloroethylene (PERC)	TETRACLOROETILENO Percloroetileno Tetracloroeteno 1,1,2,2-tetracloroetileno $C_2Cl_4/Cl_2C=CCl_2$	127-18-4	Razonablemente Previstos para ser un carcinógeno humano	Grupo 2A	No Listado	Chlorinated Solvent	Solvente, Desengrasante, agente de liberación junta; limpiador tubo de freno
Potassium chromate	Cromato de Potasio	7789-00-6	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	NA	Pigmentos, ácidos
Potassium dichromate	Dicromato de Potasio	7778-50-9	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	NA	Cromo hexavalente; ácidos inorgánicos; pigmentos
Sodium chromate	Cromato de Sodio	7775-11-3	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	NA	Cromo hexavalente; ácidos inorgánicos; pigmentos
Sodium dichromate, dihydrate	Dicromato de sodio, dihidrato	7789-12-0	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	NA	Cromo hexavalente; ácidos inorgánicos; pigmentos
Strontium chromate	Cromato de Estroncio	7789-06-2	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	NA	Cromo hexavalente; ácidos inorgánicos; pigmentos
Tetraboron disodium heptaoxide, hydrate	Tetraboro disódico heptaoxido, hidrato	12267-73-1	No Evaluado	No Evaluado	Tóxico para la reproducción	NA	Numerosas aplicaciones industriales, incluyendo fibras cerámicas, vidrio, detergentes, limpiadores, etc.

Figura 31. Listado de químicos prohibidos en Cummins #4
Elaboración propia

Cummins Site Related Prohibited Substances

Trichloroethylene	TRICLOROETILENO 1,1,2-Tricloroetileno Tetracloroeteno Tricloruro de etileno $C_2HCl_3/ClCH=CCl_2$	79-01-6	Razonablemente Previstos para ser un carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	Chlorinated Solvent	Solvente industrial; disolvente de limpieza para algunos isocianatos
Tris(2-chloroethyl)phosphate	Tris(2-cloroetil) fosfato	115-96-8	No Evaluado	Grupo 3	Tóxico para la reproducción	NA	Retardante de llama
Zinc chromate	Cromato de Zinc	13530-65-9	Conocido como carcinógeno humano	Grupo 1	Carcinógeno	NA	Pinturas e Imprimadores
Zirconia Aluminosilicate Refractory Ceramic Fibres	Zirconia aluminosilicato de Fibras Cerámicas refractarias	Various	Razonablemente Previstos para ser un carcinógeno humano	Grupo 2B	Carcinógeno	NA	Aislante de altas temperaturas

Figura 32. Listado de químicos prohibidos en Cummins #5
Elaboración propia

Posteriormente al seleccionar un químico nuevo para el uso en un proceso se requiere realizar un procedimiento, así como el llenado de un formato establecido y regido por la planta Cummins motores.

Este formato apoya y controla el seguimiento a las pruebas principalmente para el uso de químicos el cual tiene la información específica de cuando se estarían realizando las pruebas, así como la fecha de finalización de cada una de ellas. Posteriormente también proporciona áreas de consentimiento para el uso de los químicos en las pruebas por cada una de las siguientes áreas funcionales:

- Manufactura
- Calidad
- Seguridad
- Ambiental
- Compras
- Producción

El formato para poder controlar las pruebas químicas que se usa en las instalaciones de Cummins y poder llevar a cabo el procedimiento de forma correcta es el siguiente:

FORMATO DE REQUERIMIENTO PARA SELECCIÓN Y PRUEBA DE PRODUCTOS QUÍMICOS

FOLIO: _____

REQUERIMIENTO DE PRODUCTO QUÍMICO (Debe ser llenado por el usuario)	
FECHA: _____	SOLICITANTE: _____
ÁREA: _____	OPERACIÓN: _____
<input type="checkbox"/> 1. INTRODUCCIÓN DE NUEVO PRODUCTO QUÍMICO (Se debera completar además el formato SLP-08-03-01-00/02)	
<input type="checkbox"/> 2. CAMBIO O IMPLEMENTACIÓN DE UN PRODUCTO QUÍMICO YA USADO EN PLANTA	
<input type="checkbox"/> 3. CAMBIO EN LAS CONDICIONES ACTUALES DEL PRODUCTO (Concentración, Temperatura, Reformulación, etc).	
NOMBRE DEL PRODUCTO A UTILIZAR: _____	
MOTIVO DE LA SOLICITUD (Descripción del Problema): _____	
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Y EQUIPO EN DONDE TRABAJARÁ EL PRODUCTO: (Describe: capacidad del equipo, método de aplicación, producción y todas las características que considere importantes para la selección del producto químico). _____	
ADJUNTE LA HOJA TÉCNICA Y LA HOJA DE SEGURIDAD MSDS A LA PRESENTE SOLICITUD.	
_____	_____
Firma y Nombre del Usuario	Firma y Nombre Laboratorio

PROPUESTA TÉCNICA DE LABORATORIO (Debe ser llenado por laboratorio)		
Condiciones actuales de la Operación	Propuesta	
Producto: _____	Producto: _____	
Concentración: _____	Concentración: _____	
Temperatura: _____	Temperatura: _____	
pH: _____	pH: _____	
Método de Aplicación: _____	Método de Aplicación: _____	
Otro: _____	Otro: _____	
Otro: _____	Otro: _____	
Otro: _____	Otro: _____	
PARÁMETROS Y CARACTERÍSTICAS QUE SERÁN EVALUADAS PARA DETERMINAR EL ÉXITO DE LA PRUEBA:		

_____	_____	_____
Firma y Nombre de Laboratorio	Firma y Nombre de Calidad	Firma y Nombre de Usuario

Figura 33. Formato hoja rosa para validaciones e introducciones de nuevos químicos hoja

FORMATO DE REQUERIMIENTO PARA SELECCIÓN Y PRUEBA DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Premisas:

1. Para toda prueba de Producto Químico se deberá adjuntar la Hoja Técnica y la Hoja de Seguridad MSDS
2. Cualquier modificación en productos químicos involucra un cambio en el proceso; por lo tanto, deberá ser documentado por medio de un MCR al finalizar la prueba y esta sea exitosa.
3. Deberá seguir el Procedimiento de Administración del Cambio para Seguridad y Medio Ambiente completando la Guía (previo al cambio) SLP-09-02-00-52/02 y la Liberación de seguridad y protección ambiental para nuevas instalaciones SLP-09-02-00-52/01.

PRUEBA DE PRODUCTO QUÍMICO (Debe ser firmado por todas las áreas involucradas)		
Período de la Prueba Del: _____ al: _____		
Producto químico: _____ Área y Operación: _____		
AUTORIZACIÓN DE LA PRUEBA		
MANUFACTURA	PRODUCCIÓN	CALIDAD
_____ Nombre y Firma	_____ Nombre y Firma	_____ Nombre y Firma
COMPRAS / PLANEACION INI	SEGURIDAD	PROTECCIÓN AMBIENTAL
_____ Nombre y Firma	_____ Nombre y Firma	_____ Nombre y Firma
RESULTADOS DE LA PRUEBA		
INDICAR DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS Y CARACTERÍSTICAS EVALUADAS SI LA PRUEBA HA RESULTADO EXITOSA:		
PRUEBA EXITOSA: <input type="checkbox"/>	PRUEBA NO EXITOSA: <input type="checkbox"/>	
FINALIZACIÓN DE LA PRUEBA E IMPLEMENTACIÓN DEFINITIVA		
MANUFACTURA	PRODUCCIÓN	CALIDAD
_____ Nombre y Firma	_____ Nombre y Firma	_____ Nombre y Firma
COMPRAS / PLANEACION INI	SEGURIDAD	PROTECCIÓN AMBIENTAL
_____ Nombre y Firma	_____ Nombre y Firma	_____ Nombre y Firma

Figura 34. Formato hoja rosa para validaciones e introducciones de nuevos químicos hoja

2

Elaboración propia

Una vez que las pruebas hayan sido aceptadas, el equipo funcional se reúne para poder realizar las validaciones correspondientes por cada una de ellas siendo seguridad, manufactura, calidad, y producción interactúan entre si para entregar el proceso sin ningún tipo de riesgo.

A continuación, se lavan cigüeñales empleando la máquina de aspersion usando una saturación previamente establecida por el equipo de laboratorio entre un 4 a 6 % de la saturación en la mezcla del químico que contiene el sistema de lavado.

Una vez terminada la prueba de lavado se envía al laboratorio en donde se somete a realizar pruebas millipore para poder detectar tanto el peso de las partículas, así como la magnitud de ella.

Para finalizar el equipo de manufactura se encarga de tener parametrizado tanto el proceso como las actividades de cada uno de los movimientos en el proceso para asegurar la repetibilidad en cada cigüeñal, estas acciones las garantiza mediante:

- **Instrucciones de proceso:** Asegurar los pasos a seguir de la actividad que posteriormente se va a realizar usando las herramientas y movimientos necesarios para evitar errores en la operación.
- **Capacitación:** Asegurar que las personas hayan recibido la capacitación correcta antes de recibir el proceso e interactuar con él.
- **Hojas de trabajo estándar:** Su objetivo es generalizar las operaciones y actividades a realizar en la estación para poder identificar las actividades que consumen más tiempo, así como también identificar los movimientos o interacciones en el proceso con mayor riesgo o de mayor dificultad para el personal operativo.

Así como al implementar un proceso nuevo y dirigirse al personal operativo para llevar a cabo un entrenamiento en sus instalaciones se deberá de proporcionar un documento oficial que marque y especifique los pasos que deberán de realizar para completar el proceso.

Cabe mencionar que este documento llevar un formato específico y controlado por el área de manufactura para efectuar las instrucciones acordes a la capacitación efectuada de manera presencial en la operación.

Cummins motores lleva a cabo esta actividad mediante el siguiente formato.



HOJA DE PROCESO

Página 1 de 1

NOMBRE DE LA OPERACIÓN:		Nº. DE DOCUMENTO Y REVISIÓN:	
Nº. DE OPERACIÓN:		LÍNEA	
MODELO:		FECHA DE REVISIÓN:	
NO. DE MAQUINA PARA MANFRA			
ELABORÓ:		REVISÓ ING. DE CALIDAD:	
FIRMA ING. DE MANUFACTURA:		REVISÓ COOR. DE PRODUCCIÓN:	

Figura 35. Formato Instrucciones de proceso
Elaboración propia

Para liberar un proceso por el área de producción se deberán de entregar otro de los documentos que marca el trabajo estándar, como se explicó anteriormente, básicamente consta de un resumen de las actividades que se establecen en la operación, así como también una breve descripción y el uso de equipo personal al realizar las actividades.

Este formato conocido como hoja de trabajo estándar para liberar dichos procesos es el siguiente.



STANDARD WORK					Hoja	1 DE	1
Operación:	Proceso:	Area:	Fecha	Revision	Elaboro:	Reviso:	
				1			
1	2	3			4		
TRABAJO ESTÁNDAR Y PUNTOS CLAVE	TRABAJO ESTÁNDAR Y PUNTOS CLAVE	TRABAJO ESTÁNDAR Y PUNTOS CLAVE			TRABAJO ESTÁNDAR Y PUNTOS CLAVE		
Tiempo :	Tiempo :	Tiempo :			Tiempo :		
5	6	7			8		
TRABAJO ESTÁNDAR Y PUNTOS CLAVE	TRABAJO ESTÁNDAR Y PUNTOS CLAVE	TRABAJO ESTÁNDAR Y PUNTOS CLAVE			TRABAJO ESTÁNDAR Y PUNTOS CLAVE		
Tiempo:	Tiempo:	Tiempo:			Tiempo:		
Resumen de Proceso	Tiempo	Quality Alerts	EPP Requerido		Peligros para la seguridad y riesgos		
			 <ol style="list-style-type: none"> 1.- Lentes de seguridad 2.- Taponés auditivos 3.- Guantes Anticorrosivo 4.- Zapatos Industriales 		Simbolo  Proceso/Paso		
Tiempo Total=							

Figura 36. Formato Hoja de trabajo estándar
Elaboración propia

Se obtiene los resultados de las pruebas millipore del laboratorio del antes y después del proceso de lavado y se ejecuta el procedimiento para el alta del químico el cual consta de un formato que identifica el consumo mensual mínimo y máximo, así como su presentación, asignándole un numero interno para poderlo extraer de almacén mediante un recibo que previamente deberá firmar el área de producción para usarlo en línea cada vez que se requiera.

Una vez que el producto haya sido satisfactorio en las pruebas químicas se procede a realizar el alta a almacén, este ayuda al departamento de manufactura para evitar comprar el químico en fechas futuras.

Este procedimiento se lleva a cabo con la firma del cada uno de los que forman el equipo funcional para su conocimiento y validación, en Cummins motores se usa el siguiente formato para realizar el alta de nuevos químicos anteriormente validados por las áreas funcionales.

| FOLIO

SOLICITUD DE MATERIAL INDIRECTO

FECHA: _____

SOLICITANTE: Omar Annuar Guel Quiroz

WWID: _____

NEGOCIO: DCM DRC

ÁREA: _____

GERENTE DE ÁREA: _____

MATERIAL: _____

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: _____

MEDIDAS: _____ Ancho: _____ MARCA: _____

MODELO: _____

INFORMACIÓN TÉCNICA:

LÍNEA DE PRODUCCIÓN (Utilizará Material): _____

OPERACIÓN (Utilizará Material): _____

CATEGORÍA: _____ FAMILIA: _____

(Si es categoría de Químicos, Herramientas, Seguridad y Limpieza, favor de anexar las pruebas correspondientes)

PROYECTO O MCR: _____

CÓDIGO A SUSTITUIR (Total o Parcialmente): _____

PLANEADOR: _____

COMPRADOR: _____

MATERIAL: ESTÁNDAR NO ESTÁNDAR ALTA DURABILIDAD

(Si selecciona no estándar, tener el dibujo en formato PDF para ser adjuntado en la base)

(Si selecciona Alta durabilidad, llenar cuestionario de criticidad)

NOMBRE DEL DIBUJO: N/A

UNIDAD DE MEDIDA DE DESCARGO A LA LÍNEA: _____

CONSUMO POR PIEZA MAX: _____

_____(Sugerido mensual) MIN: _____

Figura 37. Formato para alta de material en planta Cummins
Elaboración propia

4 RESULTADOS

4.1 GENERALIDADES

Los requerimientos de un cigüeñal en buenas condiciones establecen que, dentro de las galerías de enfriamiento deberían estar dentro de especificación tal como en tamaño de partículas no deberán de rebasar 0.85 mm y el peso de partículas no deberá sobrepasar los 5.0 mg.

Considerando los datos anteriores se muestra en la siguiente tabla el comportamiento de los cigüeñales que no todos cumplen con el nivel requerido de limpieza por el área de calidad.

Tabla 7. Resultados de limpieza en cigüeñales sin proceso de limpieza

Fecha	Número de serie	Orden de trabajo	Peso de las partículas (miligramos)	Tamaño de las partículas (milímetros)	Estatus
12/7/2020	2163149L01	1099100	7.5	0.58	RECHAZADO
12/7/2020	1406468L01	1099156	2.2	0.48	ACEPTADO
12/8/2020	2402149L01	1099280	3.7	32	ACEPTADO
12/8/2020	2383149L01	1099279	3.4	0.62	ACEPTADO
12/8/2020	2163149L01	1099284	2.8	0.54	ACEPTADO
12/8/2020	2108149L01	1099286	7	0.45	RECHAZADO
12/9/2020	2280149L01	1099434	2.6	0.42	ACEPTADO
12/9/2020	2229149L01	1099434	6	0.28	RECHAZADO
12/9/2020	1925149L01	1099443	1.4	0,47	ACEPTADO
12/9/2020	2335149L01	1099443	5.5	0.38	RECHAZADO
12/10/2020	1200458L01	1099589	2.8	0.52	ACEPTADO
12/10/2020	2421149L01	1099589	2.5	0.43	ACEPTADO
12/11/2020	2311149L01	1099716	2.5	0.48	ACEPTADO
12/14/2020	1952149L01	1099902	4.7	0.56	ACEPTADO
12/14/2020	2439149L01	1099902	3.9	0.38	ACEPTADO

Elaboración propia

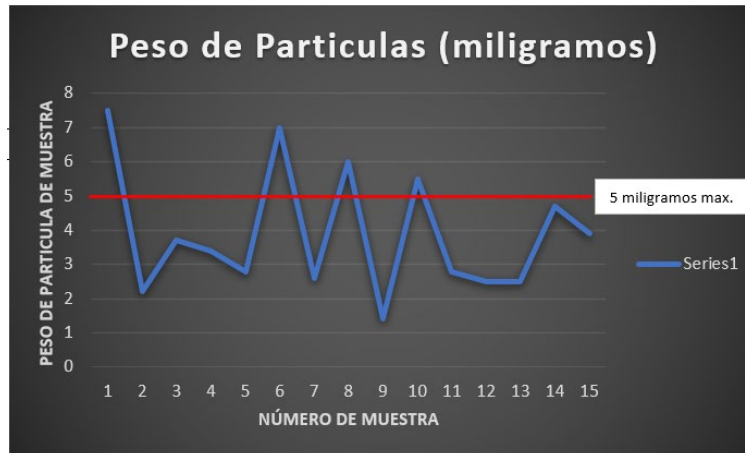


Figura 38. Estado actual del registro de pruebas millipore por peso en las galerías de enfriamiento de en el cigüeñal.
Elaboración propia

Como se puede observar en las imágenes anteriores, se identifica el problema está en la detección del peso de los contaminantes que contienen los cigüeñales antes de ensamblarlos.

Al realizar el proceso químico se establece por medio del laboratorio el uso del químico Torrent 1101 con una saturación del 4 al 6 % de la sustancia en el sistema controlado por medio de un registro diario al inicio de turno para controlar dicho estándar.

4.2 SISTEMA DE LAVADO IMPLEMENTADO

Al tener el proceso controlado se realizan las primeras pruebas en los cigüeñales que vienen del proveedor, se contempla el uso de una lavadora tipo aspersion con el químico establecido Torrent 1101 a una saturación de 4 a 6 % en un volumen de 80 Litros en el sistema para llevar a cabo un proceso acorde al estándar establecido entre laboratorio y manufactura.

Para el análisis se emplearon 13 Cigüeñales los cuales son los siguientes.

Tabla 8. Evidencias de cigüeñales lavados después de la intervención con químicos Torrent 1101

Fecha	Número de serie	Orden de trabajo	Peso de las partículas (miligramos)	Tamaño de las partículas (milímetros)	Estatus
Se establece estándar de químico en la fórmula 4 a 6 %.					
1/1/2021	1943149L01	1100021	2.1	0.52	ACEPTADO
1/1/2021	2326149L01	1100021	2.7	0.45	ACEPTADO
1/1/2021	2424149L01	1100033	4.9	0.42	ACEPTADO
1/4/2021	2216149L01	1100021	3.9	0.45	ACEPTADO
1/5/2021	2088149L01	1100021	5	0.58	ACEPTADO
1/5/2021	2290149L01	1100149	4.5	0.58	ACEPTADO
1/5/2021	2053149L01	1100149	3.8	0.46	ACEPTADO
1/6/2021	1951149L01	1100168	4.1	0.38	ACEPTADO
1/6/2021	2313149L01	1100168	4.1	0.21	ACEPTADO
1/6/2020	2015149L01	1100323	2.9	0.49	ACEPTADO
1/7/2021	1301458L01	1100640	3.5	0.76	ACEPTADO
1/7/2021	2086149L01	1100640	3.1	0.8	ACEPTADO
1/11/2021	1520468L01	1100893	2	0.45	ACEPTADO
1/11/2021	2164149L01	1100893	1.5	0.26	ACEPTADO
1/12/2021	2507159L01	1101177	1.2	0.66	ACEPTADO
1/12/2021	2197149L01	1101177	1	0.47	ACEPTADO

Elaboración propia

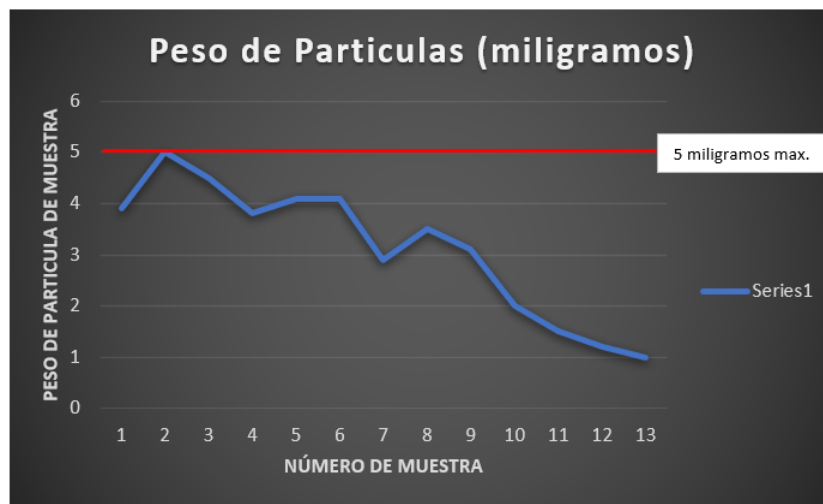


Figura 39. Estado actual del registro de pruebas millipore por peso en las galerías de enfriamiento de en el cigüeñal después del proceso de limpieza
Elaboración propia

Se puede observar que en las pruebas millipore tanto en peso como en el tamaño de partículas cumple con las especificaciones por parte del área de calidad para las muestras que se tomaron al momento de realizar el proceso de limpieza.

4.3 PRUEBAS DE LONG BLOCK EN MÁQUINAS IPV

En la línea de ensamble de un long block ISV 5.0 se tiene como validación del ensamble para los pistones y el cigüeñal una máquina llamada IPV 1310 esta cuenta con las herramientas y dispositivos para medir el torque giro o TTT del motor para poder detectar cualquier exceso de torque que se encuentre en el ensamble, esto lo realiza para evitar o rechazar algún Long block el cual tenga alguna rebaba o algún contaminante entre los ensambles del pistón con cigüeñal.

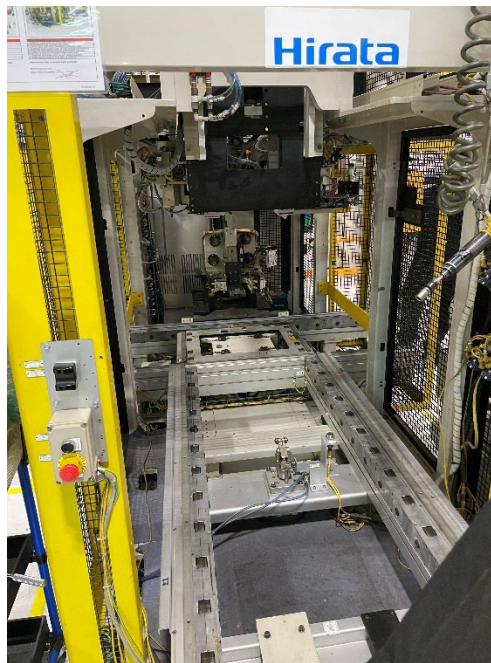


Figura 40. Máquina de validación Torque giro, IPV 1310
Elaboración propia

Se tiene contemplado por parte de las especificaciones de la maquinaria que el torque giro que deberá tener el long block deberá ser entre 18.2 y 27 Nm (Newton metro) por lo que las lecturas que marca la máquina para los cigüeñales que fueron usados para probar el proceso de limpieza están dentro de especificación como lo muestra la siguiente imagen.

CONCLUSIONES

Anteriormente se tenía un histórico en donde lotes de 15 piezas se tenía al menos 4 cigüeñales que eran rechazados después de las pruebas millipore en el laboratorio de las instalaciones de Cummins.

Considerando el tipo de componente y las condiciones en las que proviene de proveedor, es decir, el componente es meramente nuevo puesto que no es un componente remanufacturado no se considera el uso de variables que excedan los procesos estándares, así como también el grado de suciedad que contiene cada uno de los cigüeñales nuevos provenientes de proveedor, no justifica un proceso con complejidad que haga que se contemple una máquina o parámetros diferentes.

Se procede al uso de una máquina de aspersión la cual contiene especificaciones para su uso tanto eléctricas como neumáticas para el uso correcto de la maquinaria.

La aplicación de un proceso de lavado al cigüeñal del tipo aspersión usando el químico Torrent 1101 a una presión de 87 PSI a una saturación del 4 al 6 por ciento del contenedor (80 litros) resulto favorable ya que elimina por completo los residuos contaminantes del cigüeñal en las galerías de enfriamiento.

La concentración fue designada por el área de laboratorio en base a su experiencia con materiales contaminados y no contaminados por proveedor ya que se consideró este componente prácticamente nuevo debido a que lo estaría suministrando el proveedor como un componente nuevo.

Las mejoras en el proceso contemplando el lugar adecuado de la instalación de la maquinaria en donde se evaluó el nivel de contaminación de una semana arrojo como resultado que en la operación 100 se detecta una menor contaminación con respecto a la operación 300, 500 y 700 ya que arrojo como resultado un valor de las pruebas millipore de un 1.7 mg y un tamaño de partícula de 190 μm , esto fue representativo ya que aseguramos la manipulación del componente si

contaminaron así como la correcta distribución para evitar sobreexposición del cigüeñal al ambiente.

El uso de estas prácticas revelo la posibilidad de eliminar por completo el rechazo que se tenía en los cigüeñales antes de intervenirlos mediante un proceso de lavado.

Finalmente usando la última prueba o como se conoce en las instalaciones de Cummins, se validó esta práctica usando un IPV capaz de detectar el torque giro del cigüeñal teniendo como especificación las tolerancias de entre 18.2 Nm a 27 Nm los cuales la máquina acepta sin problema los long block después del proceso de lavado y ensamble sin problema alguno.

Finalmente analizando los historiales probados en las máquinas IPV y las pruebas millipore que se realizan semanalmente, se interpreta que se logró eliminar más del 25 por ciento de rechazos al mes lo cual es benéfico para la empresa ya que se evita el uso de retrabajos y tiempos muertos por esta medida. Por lo cual esto se traduce que se logró eliminar el 25% de los cigüeñales que eran rechazados al inicio del proyecto, hoy en día se siguen manufacturando estos motores y a la fecha del año 2022 no se ha tenido ningún reclamo de cliente por contaminación en el cigüeñal para las galerías de enfriamiento o en alguna otra parte del cigüeñal.

RECOMENDACIONES

Se ha realizado un proceso de limpieza en los cigüeñales de la línea de ensamble ISV el cual radica principalmente en asegurar el 100% de las pruebas millipore en estos componentes sin comprometer el tiempo ciclo de la línea.

Se recomienda mantener el flujo de presión en la lavadora del tipo aspersion con la finalidad de evitar retrabajos en procesos posteriores, así como mantener el nivel de saturación del químico en el tanque para poder tener el 100% del cumplimiento del proceso en correctas condiciones iniciales.

Se recomienda tener el control de las pruebas millipore ya que teniendo una buena tendencia en estas se podrá minimizar la frecuencia de inspección y por ende reducir el tiempo ciclo de la operación para aumentar la tasa de salida de la línea de ensamble.

APORTACIÓN DE LA TESIS

La aportación de poder realizar un proceso químico de limpieza no es solo para poder llegar a un estándar de remanufactura en los componentes de segunda mano, si no también se puede emplear para productos de carácter crítico para un motor de combustión interna tales como el cigüeña, bielas y pistones que requieran un estándar más estricto en cuanto a la limpieza antes de ser ensamblados, por lo que se requiere un proceso de retrabajo adecuado para poder solventar el resultado correcto en cada prueba, esto lleva a que se realicen pruebas para poder asegurar el estándar de calidad de los procesos mediante pruebas millipore que nos ayudan a detectar el nivel de contaminación que se encuentra en cada componente que haya sido sometido a esta prueba, este proceso establece tanto tiempo ciclo, tipo de químico y el % de solución que se encuentra en un tanque de agua como es el caso a una temperatura ya sea en frío o a una temperatura específica para realizar la correcta limpieza en los componentes a salvar, con ello el impacto que tiene este proyecto en el medio ambiente se centra en la eliminación de gases despedidos a la atmosfera puesto que el químico que se usa en este proceso es amigable al medio ambiente sin mencionar que al combinarse con el agua no despide agentes nocivos para el ser humano.

APORTACIÓN SOCIAL DE LA TESIS

La gran mayoría de componentes nuevos que son suministrados de los proveedores principales para el armado de un motor deberán de contar con los estándares de limpieza requeridos, sin embargo, de no ser así se podrá realizar un proceso de lavado del tipo aspersion ya que no requiere de una gran cantidad de capital sin mencionar que el químico que se estaría usando deberá ser amigable tanto el personal operativo como el ambiente. Para superar estas pruebas en cuanto a la contaminación que contienen estos materiales nuevos se emplearía un proceso que cumpla con los estándares requeridos y que posteriormente logren pasar satisfactoriamente las pruebas por las organizaciones en las que se encuentren para comenzar los ensambles requeridos por el cliente. La aportación social a la tesis radica en el método propuesto, así como el químico y tiempo ciclo para un cigüeñal nuevo que permitirá eliminar el rechazo del 25% por contaminación en las líneas de ensamble Long Block sin comprometer el tiempo ciclo que requiere manufactura para poder cumplir con la demanda del usuario final. Por otra parte, considerando que es un proceso manual el que se llevó a cabo, así como un proceso de limpieza fácil de aprender y comprender, es apto para considerarse para personas con capacidades especiales por lo que podemos decir que este tipo de métodos ayuda a la creación de empleos en las industrias remanufactureras.

REFERENCIAS

- Blázquez, L. (18 de septiembre de 2020). *Cigüeña: ¿qué es? ¿cómo funciona?*
Obtenido de Coches.com: <https://noticias coches.com/consejos/ciguena-motor/401352>
- Brun, R. (1984). *Ciencia y tecnología del motor diesel industrial y transporte*. Paris: Technip.
- Carrera Endara, C., Ligña Cumbal, C., Moreno Cueva, G., & Morales Carrera, R. (2018). *Sistemas de gestión de calidad*. Guayaquil, Ecuador: Grupo Compás.
- Compresores y Aire Comprimido Airtalde. (2 de febrero de 2018). *Lavadoras automáticas*. Obtenido de <https://www.airtalde.es/productos/limpieza/lavadoras-autom-ticas.html>
- Crosby, P. B. (1995). *Reflexiones de Philip Crosby sobre la calidad*. México: McGraw-Hill.
- Cuidando mi moto con Servimotos. (17 de octubre de 2017). *Pistón de 4 tiempos: ¡aprende a cuidarlo!* Obtenido de <https://servimotosjg.blogspot.com/2017/10/piston-de-4-tiempos-aprende-cuidarlo.html>
- Dalmar Protecciones y Pinturas. (11 de noviembre de 2015). *Lavadora de piezas manual Jematic 900*. Obtenido de Dalmar: <https://lavadorasdepiezas.proteccionesy pinturas.com/lavadora-de-piezas-manual/>
- Dalmar Protecciones y Pinturas. (6 de mayo de 2017). *Desengrase fosfatado por lanza de vapor: grandes superficies metálicas*. Obtenido de Dalmar: <https://proteccionesy pinturas.com/desengrase-fosfatado-por-lanza-de-vapor/>
- Dalmar Protecciones y Pinturas. (2 de abril de 2023). *Desengrasase manual*. Obtenido de Dalmar: <https://proteccionesy pinturas.com/desengrasase-manual/>
- Deming, W. (1989). *Calidad, productividad y competitividad a la salida de la crisis*. Madrid: Díaz de Santos.

- González Said, E. (2007). Motores de combustión interna. En E. González Said, *Principios básicos motores de combustión interna* (págs. 29-37).
- Harry, R. (2004). *The high-speed internal-combustion engine*.
- International Automotive Task Force. (26 de octubre de 2023). *International Automotive Task Force*. Obtenido de <https://www.iatfglobaloversight.org/>
- IQS Directory. (28 de abril de 2022). *Parts washer*. Obtenido de <https://www.iqsdirectory.com/articles/parts-washer.html>
- Jimeno Bernal, J. (23 de agosto de 2013). *Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar): el círculo de Deming de mejora continua*. Obtenido de PDCA Home El portal de la gestión, calidad y mejora continua: <https://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>
- Kalpakjian, S., S. (2008). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. México: Pearson.
- Laoyan, S. (8 de octubre de 2022). *Método Kaizen: la guía para la mejora continua en las empresas*. Obtenido de ASANA: <https://asana.com/es/resources/continuous-improvement>
- León, E. (18 de septiembre de 2019). *¿Cuáles son las piezas de un motor de coche?* Obtenido de Auto Bild España: <https://www.autobild.es/practicos/cuales-son-piezas-motor-coche-494409>
- Merck. (3 de abril de 2022). *Membranas de filtración de Millipore*. Obtenido de <https://www.sigmaaldrich.com/MX/es/products/filtration/laboratory-filter-membranes/millipore-filter-membranes>
- Merk. (3 de abril de 2022). *Membranas de filtración de Millipore*. Obtenido de Merk: <https://www.sigmaaldrich.com/MX/es/products/filtration/laboratory-filter-membranes/millipore-filter-membranes>
- Norton, R. L. (1999). *Diseño de máquinas*. Prentice Hall.
- Partes del motor: las 3 divisiones vitales; bloque motor, culata y cárter*. (5 de abril de 2018). Obtenido de Mundo del motor.net: <https://www.mundodelmotor.net/partes-del-motor/>
- Plaza, D. (23 de enero de 2021). *¿Qué es la culata?* Obtenido de Motor.es: <https://www.motor.es/que-es/culata>
- Rodríguez Guarín, D. F. (22 de marzo de 2019). *Sistemas de lubricación*. Obtenido de SlideShare:

<https://www.slideshare.net/DiegoFernandoRodrigu10/sistemas-de-lubricacion-diego>

Salinas, M. (17 de mayo de 2023). *Componentes del motor de combustión interna*.

Obtenido de Mundo Tuerca: <https://mundotuerca.cl/componentes-del-motor-de-combustion-interna/>

Shoup, T., & Spotts, M. (1999). *Elementos de máquinas*. Prentice Hall.

Yamazen Mexicana. (14 de enero de 2022). *Lavadora de piezas: introducción y correcta selección*. Obtenido de

[https://www.yamazen.com.mx/blog/washing-machine/lavadora-de-piezas-industrial-introduccion-y-correcta-seleccion-](https://www.yamazen.com.mx/blog/washing-machine/lavadora-de-piezas-industrial-introduccion-y-correcta-seleccion-1.html#:~:text=Las%20lavadoras%20industriales%20por%20inmersi%C3%B3n,soluci%C3%B3n%20para%20limpiar%20las%20piezas)

[1.html#:~:text=Las%20lavadoras%20industriales%20por%20inmersi%C3%B3n,soluci%C3%B3n%20para%20limpiar%20las%20piezas](https://www.yamazen.com.mx/blog/washing-machine/lavadora-de-piezas-industrial-introduccion-y-correcta-seleccion-1.html#:~:text=Las%20lavadoras%20industriales%20por%20inmersi%C3%B3n,soluci%C3%B3n%20para%20limpiar%20las%20piezas)

ANEXO A

