



Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales

Escuela de Ingeniería Industrial



Implementación de mejora en
herramiental de proceso productivo para
eliminar principal reclamo de campo.

Alumno: Aznar, Eliseo José

Tutor: Funes, Raúl

Córdoba, Marzo 2015

Resumen:

El Proyecto Integrador consiste en un estudio de los reclamos de campo de una empresa autopartista de la ciudad de Córdoba. Se identificó el modo de falla que mayor cantidad de reclamos y costos generó, el cual consiste en pérdida de refrigerante del sistema de aire acondicionado por incorrecta soldadura de componentes del condensador. Se obtuvieron las causas raíces de no detección y ocurrencia dentro del proceso productivo y se diseñaron las acciones de contención y correctivas para eliminar el modo de falla.

La metodología utilizada para el desarrollo del trabajo se basó en el ciclo PDCA para la mejora continua, presentando un enfoque de calidad orientado a reducir los costos de no calidad provocados por los reclamos de garantía. El análisis de los reclamos de campo y el análisis de causas se ha realizado mediante el empleo de herramientas de calidad como diagramas de Pareto, diagrama causa – efecto y 5 ¿por qué? a través de las cuales ha sido posible determinar el modo de falla a eliminar y la causa raíz del mismo.

A partir de las modificaciones realizadas fue posible la eliminación del modo de falla identificado y consecuentemente se redujo la cantidad y los costos de garantía. Del mismo modo, mediante la implementación de distintas correcciones en el proceso productivo se eliminaron situaciones anómalas que se identificaron como oportunidades de mejora durante el análisis realizado.

Abstract:

The Integrator Project is a study of the warranty claims of an auto parts company from Córdoba. It was identified the failure mode that generated larger amount of claims and costs, which consist in leakage of refrigerant of the air conditioning system due to incorrect welding of components of the condenser. Root causes of non-detection and occurrence in the production process were obtained and containment and corrective actions were designed to eliminate the failure mode of the production process.

The methodology used to develop the Integrator Project is based on the PDCA cycle for continuous improvement, with a quality approach, focusing in the reduction of non-quality costs caused by warranty claims. The analysis of field complaints and root cause analysis was conducted by using quality tools such as Pareto charts, diagram cause - effect, and 5 why? through which it has been possible to determine the failure mode to eliminate and the root cause of it.

Based on the improvements made it was possible the elimination of the failure mode identified and consequently the reduction of the amount and costs of warranty claims. The same way by implementing various changes in the process many abnormal situations identified as improvements opportunities during the analysis were removed.

Índice de figuras:

1.	Ubicación de Denso Manufacturing Argentina.....	3
2.	Caja de aire o HVAC.....	6
3.	Condensador.....	6
4.	Masa radiante.....	7
5.	Reserve tank.....	7
6.	Air cleaner.....	7
7.	Polea tensora.....	8
8.	Intercooler.....	8
9.	Distribución productos Vs clientes.....	9
10.	Concepto de competencia ampliado según Michael Porter.....	18
11.	Representación de la cadena de valor según Michael Porter.....	20
12.	Matriz FODA aplicada a DNAR.....	23
13.	Disposición de elementos del sistema de refrigeración en automóvil.....	25
14.	Circuito de refrigeración del aire acondicionado.....	26
15.	Componentes del sistema de aire acondicionado: Compresor.....	29
16.	Embrague electromagnético del compresor.....	30
17.	Componentes del sistema de aire acondicionado: Condensador.....	30
18.	Componentes del sistema de aire acondicionado: Filtro.....	31
19.	Componentes del sistema de aire acondicionado: Válvula de expansión.....	32
20.	Componentes del sistema de aire acondicionado: Evaporador.....	33
21.	Componentes del sistema de aire acondicionado: Termostato.....	33
22.	A – Termostato mecánico. B – Termostato eléctrico.....	34
23.	Presostato.....	35
24.	Presostato triple.....	35
25.	Esquema de diagrama de Pareto.....	40
26.	Esquema del diagrama causa - efecto.....	40
27.	Fases del Círculo de Control de Calidad y su relación con la metodología PDCA.....	44
28.	Piezas manufacturadas con soldadura NOCOLOK en un automóvil.....	45
29.	Soldadura NOCOLOK en un condensador.....	47

30.	Diagrama de fase de fundente NOCOLOK.....	51
31.	Revestimiento en lámina de aluminio – Metalografía de soldadura tubo multiport - aleta.	53
32.	Diagrama de fase del revestimiento o cladding (Aleación Al-Si).	54
33.	Flujograma de operaciones de manufactura de condensadores.....	55
34.	Vista frontal e isométrica de un condensador 5A soldado.	57
35.	Corte transversal de tubo multiport.	57
36.	Vistas isométricas de racor – tubo distribuidor in-out – tubo distribuidor cuerpo filtro.	58
37.	Flujo del refrigerante en el condensador.....	58
38.	Inspección visual de los reclamos de campo.	69
39.	Análisis funcional de los reclamos de campo.....	70
40.	Lay-out del área de soldadura NOCOLOK.	71
41.	Secuencia de operaciones de estación de soldadura MIG.....	72
42.	Secuencia de operaciones en entrada al horno de soldadura CAB.	73
43.	Presencia excesiva de NOCOLOK en zona donde ocurre la fuga.	74
44.	Tapón de NOCOLOK consecuencia de la incorrecta utilización.	75
45.	Estación de soldadura MIG. Puesto de trabajo.....	77
46.	Disposición de componentes en estación de soldadura MIG: A) Fijaciones y tubos distribuidores - B) Racores - C) Fijaciones lado in – out.....	78
47.	Racor golpeado en estación de soldadura MIG.	79
48.	Tubo distribuidor con rebaba metálica en estación de soldadura MIG.....	79
49.	Disposición de productos terminados en estación de soldadura MIG. A – Lado cuerpo filtro. B – Lado in-out.	80
50.	Posicionamiento de las guías de esfuerzo en las bases de soldadura.	81
51.	Incorrecto posicionamiento racor - tubo distribuidor en condensador 5A compactado.	82
52.	Distancia entre racor y tubo distribuidor.....	83
53.	Corte transversal de tubo distribuidor con incorrecto acople.....	84
54.	Diagrama causa – efecto por defecto: “Pérdida por incorrecto acople racor- tubo distribuidor”.	86
55.	Sucesión de operaciones en puesto de soldadura MIG.	92
56.	Soporte para racor en dispositivo de soldadura MIG.	93
57.	Representación de componentes y fuerza en soporte de racor.....	94
58.	Diseño modificado del soporte para racor en dispositivo de soldadura MIG.....	94

59.	Prototipo de modificación de soporte de racor.....	95
60.	Implementación de modificación en base de soldadura.	96
61.	Acople racor – tubo distribuidor luego de soldadura MIG.	97
62.	Acople racor – tubo distribuidor luego de compactado.	97
63.	Distancia entre racor y tubo distribuidor luego de contramedida.	98
64.	Abastecimiento a línea de racores en embalaje original.	104
65.	Nueva herramienta para operación de perforado.....	104
66.	Correcta disposición de guías de esfuerzo en base de soldadura MIG.....	105
67.	Mantenimiento preventivo estación de soldadura MIG.....	106
68.	Ayuda visual: Condensador 5A, no aplicar Nocolok en racor a la entrada del horno CAB .	107
69.	Ayuda visual: Correcto posicionamiento guías de esfuerzo en base de soldadura MIG. ...	108
70.	Ayuda visual: Disposición de racores en línea de producción en embalaje original.....	109

Índice de tablas:

1.	Cantidades mensuales producidas en los años 2012 y 2013.	12
2.	Cantidades producidas por empresa en los años 2012 y 2013.	13
3.	Cantidades mensuales producidas por Toyota en los años 2012 y 2013.	14
4.	Cantidades mensuales patentadas en los años 2012 y 2013.	15
5.	Cantidades mensuales exportadas en los años 2012 y 2013.	16
6.	Cambios en la tecnología y el uso de soldadura del aluminio.	50
7.	Designación de las aleaciones de aluminio.	52
8.	Detalle del total de reclamos de campo debitados. Período Julio 2012 – Julio 2013.	61
9.	Reclamos de campo – Modelos Vs Modos de falla.	63
10.	Cantidad de reclamos y costos por modelo.	63
11.	Cantidad de reclamos y costos por modo de falla.	66
12.	Relación cantidades – débitos según modelo y modo de falla.	68
13.	Detalle del total de reclamos de campo debitados. Período Julio 2013 – Agosto 2014.	99
14.	Cantidades y costos de los reclamos por modelo. Período Julio 2013 – Agosto 2014.	100
15.	Cantidades y costos de los reclamos por modo de falla. Período Julio 2013 – Agosto 2014.	100
16.	Cantidad y costo de los reclamos por modo de falla modelo 5A. Período Julio 2013 – Agosto 2014.	101
17.	Datos de reclamos "Pérdida Tubo Distribuidor - Racor" en condensador 5A. Período Julio 2013 – Agosto 2014.	102
18.	Costos por pérdida Tubo distribuidor – Racor (según período de estudio).	110
19.	Costos por pérdida Tubo distribuidor – Racor (según implementación de contramedida)	110

Índice de gráficos:

1.	Composición del facturado DNAR FY2012.	10
2.	Composición del facturado DNAR primera mitad FY2013.	10
3.	Comparativo del facturado por cliente.	11
4.	Comparativo de cantidades mensuales producidas en los años 2012 y 2013.	12
5.	Porcentaje de la producción automotriz correspondiente a cada empresa.	13
6.	Comparativo de cantidades mensuales producidas por Toyota en los años 2012 y 2013. ..	14
7.	Comparativo de cantidades mensuales patentadas en los años 2012 y 2013.	15
8.	Comparativo de cantidades mensuales exportadas en los años 2012 y 2013.	16
9.	Crecimiento porcentual de radiadores de aluminio producidos en Europa, EE.UU y Japón.46	
10.	Ventas por campo de aplicación en 2012 de piezas con soldadura NOCOLOK.	48
11.	Cantidad de reclamos por modelo.	64
12.	Costos debitados por modelo.	65
13.	Cantidad de rechazos por modo de falla.	66
14.	Costos debitados por modo de falla.	67
15.	Situación actual: defectos detectados en banco de prueba durante semana 24 de 2013... 76	
16.	Cantidad de reclamos por modelo. Período Julio 2013 – Agosto 2014.	100
17.	Cantidad de reclamos por modo de falla. Período Julio 2013 – Agosto 2014.	101
18.	Cantidad de reclamos por modo de falla modelo 5A. Período Julio 2013 – Agosto 2014..	102
19.	Costos por pérdida Tubo distribuidor – Racor (según período de estudio).....	110
20.	Costos por pérdida Tubo distribuidor – Racor (según implementación de contramedida)	111
21.	Comparación de cantidades reclamadas según los principales modos de falla.	112

Índice:

Parte 1: Introducción

1.	Temática a desarrollar en el Proyecto Integrador.	1
1.1.	Objetivos del Proyecto Integrador.	1
1.1.1.	Objetivo General.	1
1.1.2.	Objetivos Específicos.	2
2.	Introducción a DENSO Manufacturing Argentina S.A.	3
2.1.	Clientes de Denso Manufacturing Argentina – Productos comercializados.	5
2.2.	Composición del facturado de la empresa por cliente.	10
2.3.	Entorno: Ambiente externo en el cual DENSO desarrolla su actividad comercial.	12
2.4.	Las 5 Fuerzas de Porter.	18
2.5.	Cadena de Valor.	19
2.6.	Matriz FODA.	22
3.	El ciclo de refrigeración.	24
3.1.	Introducción.	24
3.2.	Principio de funcionamiento.	25
3.2.1.	Paso 1 - Compresión.	26
3.2.2.	Paso 2 - Condensación.	27
3.2.3.	Paso 3 - Expansión.	27
3.2.4.	Paso 4 - Evaporación.	28
3.3.	Componentes del sistema de Aire Acondicionado.	29
3.3.1.	Compresor.	29
3.3.2.	Condensador.	30
3.3.3.	Filtro.	31
3.3.4.	Válvula de expansión.	31
3.3.5.	Evaporador.	32
3.3.6.	Termostato.	33
3.3.7.	Presostato.	34
3.3.8.	Refrigerante.	35

Parte 2: Marco Teórico

4.	Los costos de la calidad.....	37
4.1.	Costos de Calidad.....	37
4.2.	Costos de No Calidad.....	38
5.	Herramientas de calidad.....	39
5.1.	Diagrama de Pareto.....	39
5.2.	Diagrama de Ishikawa.....	40
5.3.	La técnica de los 5 ¿por qué?.....	41
5.4.	Genchi Gembutsu.....	41
5.5.	Brainstorming – Tormenta de ideas – Lluvia de ideas.....	41
6.	Introducción a los Círculos de Control de Calidad.....	42
7.	Soldadura con fundente NOCOLOK: NOOn COrrrosive LOKing.....	45
7.1.	Introducción al proceso de soldadura NOCOLOK.....	45
7.2.	Campo de aplicación de la soldadura NOCOLOK.....	47
7.3.	Cambios en la tecnología para la soldadura – Reseña histórica.....	48
7.3.1.	Soldadura con fundente de cloruro.....	48
7.3.2.	Soldado en vacío.....	49
7.3.3.	Soldadura con fundente NOCOLOK.....	49
7.4.	El fundente NOCOLOK.....	50
7.4.1.	Producción.....	50
7.4.2.	Características.....	51
7.4.3.	El rol del fundente.....	52
7.5.	Materiales utilizados en el proceso de soldadura.....	52
7.5.1.	Aleaciones base – aleaciones de aluminio.....	52
7.5.2.	Aleación de aporte – revestimiento (cladding).....	53
7.6.	Secuencia del proceso.....	54
7.7.	Partes y funcionamiento de un condensador.....	56

Parte 3: Desarrollo

8.	Análisis de los reclamos de garantía.	60
9.	Selección del tema.	68
10.	Descripción del Modo de Falla.	69
11.	Análisis de causas del Modo de Falla.	70
11.1.	Lay-out área de soldadura NOCOLOK:	71
11.2.	Estación de soldadura MIG: Operación 7 del proceso.	72
11.3.	Ingreso de la pieza al horno de soldadura CAB: Operación 10 del proceso.	73
11.4.	Causas de no detección.	74
11.4.1.	Acción de contención.	75
11.5.	Análisis de la situación actual.	76
11.6.	Causas de ocurrencia.	77
11.6.1.	Genchi Gembutsu.	77
11.6.1.1.	Elementos de entrada del Puesto de Soldadura MIG.	78
11.6.1.2.	Operaciones realizadas en el Puesto de Soldadura MIG.	80
11.6.1.3.	Elementos de salida del Puesto de Soldadura MIG.	82
11.6.2.	Brainstorming.	85
11.6.3.	Diagrama Causa – Efecto.	85
11.6.3.1.	Mano de Obra.	86
11.6.3.2.	Materiales.	87
11.6.3.3.	Máquina.	88
11.6.3.4.	Medio Ambiente.	89
11.6.3.5.	Método.	89
11.6.3.6.	Medición.	90
11.6.4.	5 ¿Por qué?.....	91
12.	Implementación de contramedidas.	92
12.1.	Análisis de dispositivos de soldadura actual.	92
12.2.	Propuesta de modificación de diseño.	94
12.3.	Prueba de funcionamiento con diseño modificado.	95
12.4.	Implementación de diseño modificado en línea de producción.	95

13.	Verificación de los resultados.	96
13.1.	Verificación de los resultados en el proceso productivo.	96
13.2.	Verificación de resultados en retornos de garantía en tiempo extendido.	98
14.	Implementación de las oportunidades de mejoras.	103
14.1.	Racores golpeados.	103
14.2.	Tubos distribuidores con rebabas.	104
14.3.	Presión inadecuada ejercida por las guías de esfuerzo.	105
14.4.	No se realiza mantenimiento a las bases de soldadura.	105
15.	Estandarización de mejoras.	106
16.	Impacto económico.....	109

Parte 4: Conclusión

17.	Conclusiones.....	112
18.	Bibliografía.	115

1. Temática a desarrollar en el Proyecto Integrador.

La temática del Proyecto Integrador consiste en realizar una mejora a un proceso productivo para eliminar el principal modo de falla causante de reclamos de campo, el cual provoca la pérdida de refrigerante del sistema de aire acondicionado de un automóvil. La mejora se basa en asegurar la correcta soldadura de dos componentes del condensador mediante una modificación del dispositivo utilizado para posicionar las piezas para su unión. Con la implementación de este cambio se logrará eliminar la ocurrencia de este modo de falla del proceso.

El desarrollo del trabajo fue realizado por un equipo interdisciplinario, que formaron parte de un círculo de calidad, conformado por dos personas de producción y un inspector de calidad, supervisados por un integrante del staff de calidad, el autor del Proyecto Integrador.

El tema a desarrollar surge de realizar un estudio de los reclamos de garantía recibidos durante el período comprendido entre Julio 2012 y Julio 2013. Se realizó una estratificación del total de los reclamos recibidos, teniendo en consideración dos factores de análisis: las cantidades reclamadas y los costos generados por reclamo. Comenzando por establecer qué tipo de producto genera la mayor parte de reclamos y costos, luego se determina a qué modelo de estos pertenecen la mayor cantidad y costos, para finalmente identificar qué tipo de defecto es de mayor importancia eliminar para reducir los costos de no calidad correspondientes a los reclamos de garantía. En base de este estudio se toma la decisión de trabajar sobre esta problemática.

1.1. Objetivos del Proyecto Integrador.

El Proyecto Integrador se enfoca desde una óptica de calidad, por lo que se busca como resultado una mejora tanto en la productividad del proceso como en la calidad final del producto, derivando en una reducción de los costos de no calidad y mayor satisfacción del cliente final. Por otro lado, al realizarse mediante un trabajo en equipo, se poseen metas a niveles personales.

1.1.1. Objetivo General.

Eliminar el modo de falla el cual es el causante de la mayor cantidad los reclamos de campos y costos asociados en el período en estudio. Detectar las causas de ocurrencia y no detección del defecto en el proceso productivo e implementar las contramedidas necesarias para evitar la reincidencia del mismo.

1.1.2. Objetivos Específicos.

- Reducir los costos de no calidad en la empresa. Abarca no solo los costos derivados por los débitos de las piezas reclamadas, sino los costos de las reparaciones, de la mano de obra del personal que realiza el análisis de las piezas, los costos de gestión, el scrap de las piezas rechazadas por el modo de falla, etc.
- Aumentar la productividad del proceso productivo. Al reducir el scrap producido por el defecto se incrementa la productividad, obteniendo más piezas OK con los mismos recursos utilizados.
- Incentivar el trabajo en equipo. La actividad de los círculos de calidad se desarrolla por grupos de personas integrados por personal, generalmente pertenecientes a distintas áreas. De esta manera se logra una mejor calidad de resultados, se estimula la creatividad y cooperación de los participantes, favoreciendo también a las relaciones interpersonales y mejora del ambiente laboral.
- Fomentar el compromiso del personal con la empresa. Es una actividad que se realiza de manera voluntaria, en horario extra laboral, en la cual los participantes se involucran en los problemas y dificultades presentes en la empresa, y se trabaja en la búsqueda de soluciones.
- Estimular la realización personal y motivar el personal involucrado. A todo el personal que presenta un círculo de calidad, se le remunera una P.I.M. (Propuesta Individual de Mejora) de segundo nivel, que es un estímulo monetario a las mejoras propuestas por el personal. Por otro lado, los círculos de calidad no solo tienen por objetivo un estímulo económico, sino que también se orientan a que el personal pueda contribuir a la mejora continua y que la empresa reconozca y recompense el esfuerzo. También se genera una competencia entre los grupos participantes y el grupo ganador viaja a Brasil a competir con los ganadores de las demás DENSO del Mercosur.

2. Introducción a DENSO Manufacturing Argentina S.A.

El trabajo se desarrollará en la empresa DENSO Manufacturing Argentina S.A. ubicada en la ciudad de Córdoba capital, en barrio Yofre Norte, en Av Las Malvinas Km. 4,5. La misma pertenece a DENSO Corporation, compañía multinacional fundada en Diciembre de 1949, separándose de Toyota Motor Co, la cual es proveedora líder de tecnología, sistemas y componentes para la industria automotriz, para los principales fabricantes de automóviles de mundo.

A nivel mundial, DENSO Co. está establecida en más de 30 países, contando con 183 filiales: 62 en Japón, 34 en Europa, 28 en Norte América, 53 en Asia/Oceanía y 6 en Sudamérica. Puede observarse en la figura 1 la distribución de todas las locaciones a nivel mundial y en particular la ubicación de Denso Manufacturing Argentina.

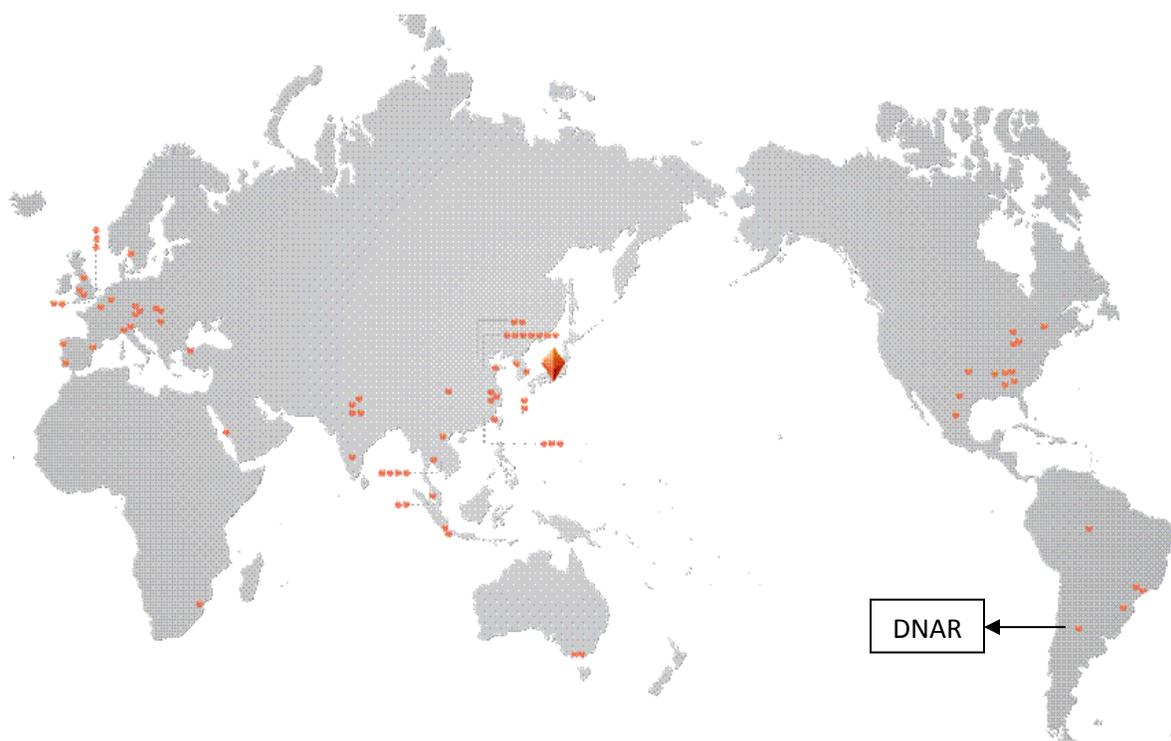


Figura 1: Ubicación de Denso Manufacturing Argentina. Fuente: Denso Manufacturing S.A.

DENSO Corporation cuenta con más de 130.000 empleados activos a nivel mundial en todas las unidades de negocios (ventas, desarrollo y diseño, fabricación de productos, etc.). La compañía se encuentra organizada en unidades de acuerdo con los productos que comercializa. Las principales unidades de negocios son:

Para industria automotriz:

- Sistemas de tren de potencia: Incluye el desarrollo y fabricación de componentes y motores nafteros y diésel, componentes del sistema de control de transmisión. Desarrollo de motores de arranque para vehículos híbridos y eléctricos y alternadores.
- Sistemas electrónicos: Incluye el desarrollo y manufactura de sensores semiconductores, dispositivos microelectrónicos como circuitos integrados, y productos electrónicos, incluyendo unidades de control de motor o ECU (por su sigla en inglés).
- Sistemas Térmicos: Incluye el desarrollo y manufactura de sistemas de aire acondicionado para automóviles y autobuses, purificadores de aire y productos relacionados con el acondicionamiento del aire, radiadores y sistemas de enfriamiento.
- Sistemas de Información y Seguridad: Incluye el desarrollo y manufactura de sistemas de navegación, productos ITS (Sistemas de Transporte Inteligente por su sigla en inglés), tableros, llaves inteligentes y productos de seguridad, como sistemas de airbags y pre-crash.
- Pequeños Motores: Incluye el desarrollo y manufactura de sistemas de limpiaparabrisas, sistemas de levanta-vidrios, motores para asientos, motores para puertas corredizas, y otros motores para industria automotriz.

Productos industriales y de consumo:

- Productos de consumo: Incluye el desarrollo y manufactura de sistemas de aire acondicionado residenciales y HEMS (Home Energy Management Systems).
- Sistemas industriales: Incluye el desarrollo y manufactura de identificadores automáticos de productos, como lectores de código de barras, y productos de automatización industrial, como robots industriales y sistemas de control lógicos programables.

Dentro de esta organización se encuentra DNAR, en la unidad de Sistemas térmicos. Denso Manufacturing Argentina S.A. se estableció en Córdoba en Abril de 1997. En el año 2013 cuenta con 441 empleados (327 corresponden a mano de obra Directa) y un total de 22.050 m² de superficie cubierta.

Siendo parte de esta estructura multinacional, DNAR comparte la llamada “filosofía DENSO”, la cual incluye:

Misión:

“Contribuir a un mejor mundo, mediante la creación de valor junto con una visión para el futuro”.

Principios de gestión:

1. Satisfacción del cliente a través de productos y servicios de calidad.
2. Crecimiento global a través de la anticipación del cambio.
3. Preservación del medio ambiente y armonía con la sociedad.
4. Respeto corporativo por la individualidad.

Espíritu Individual:

1. Ser creativo en el pensamiento y constante en la acción.
2. Ser corporativo e innovador.
3. Ser confiable mediante la mejora individual.

Formando parte de la estructura de DNAR, el autor del presente proyecto integrador es miembro del departamento de calidad de la empresa, cumpliendo como principal actividad la atención de los reclamos de garantía. Basándose en esta condición se realizará el desarrollo del proyecto integrador, orientándolo según la incumbencia del puesto de trabajo.

2.1. Clientes de Denso Manufacturing Argentina – Productos comercializados.

Dentro de la industria automotriz nacional, DNAR es proveedora de las principales terminales, como Fiat y Renault en Córdoba, y Toyota, Honda y Peugeot en Buenos Aires. Por otro lado, también es proveedora de autopartes para el mercado Brasileiro, a través de clientes intercompany.

La empresa provee una amplia gama de productos, de los cuales la gran mayoría son parte del sistema de aire acondicionado del automóvil, incluyendo radiadores, condensadores, cajas de aire y tubos y mangueras, como así también otros componentes como Reserve Tank, Air Cleaner y otras piezas plásticas, en especial para Toyota.

Los principales productos comercializados por DENSO Manufacturing Argentina S.A son:

- HVAC: Es la denominación que reciben las unidades o cajas de aire, por las siglas de Heater – Ventilator – Air Conditioner. Según el modelo, pueden ser ventilador, calefactor o aire acondicionado. En su interior están presentes el evaporador, masa radiante, motor forzador de aire, como así también la válvula de expansión, termostato, resistor y otros componentes del sistema de aire acondicionado. También cuentan con un sistema de

puertas, las cuales permiten direccionar el aire de acuerdo a lo seleccionado por el conductor. En la figura 2 puede observarse una caja de aire o HVAC.



Figura 2: Caja de aire o HVAC.

- Condensador: Es un intercambiador de calor, el cual forma parte del sistema de aire acondicionado del vehículo. Está ubicado en la parte frontal del automóvil, generalmente montado junto con el radiador de refrigeración del motor y el electroventilador. Un condensador recibe al agente refrigerante en estado gaseoso a alta presión y temperatura, el cual cede calor al medio ambiente, y cambia a estado líquido. En la figura 3 puede observarse un condensador producido en DNAR.



Figura 3: Condensador.

- Masas Radiantes: Es un intercambiador de calor mecánico, el cual forma parte del sistema de calefacción del vehículo. Está ubicado en la caja de aire y consta de un conjunto de tubos por donde circula agua a elevada temperatura. Cuando el motor forzador hace atravesar aire a través de la masa radiante hacia el habitáculo, al aire externo frío se le transfiere calor, favorecido por la presencia de aletas de aluminio, que aumentan la superficie de contacto para realizar el intercambio. . En la figura 4 puede observarse una masa radiante mecánica producida en DNAR.



Figura 4: Masa radiante.

- Reserve Tank: También llamado vaso o depósito de expansión, es un componente del sistema de refrigeración del automóvil, el cual tiene la función de almacenar el líquido refrigerante cuando este, al aumentar su temperatura, aumenta su presión y volumen. En el vaso de expansión se almacena el refrigerante y se enfría, y regresa al sistema cuando este lo requiere. En la figura 5 puede observarse un reserve tank producido en DNAR.



Figura 5: Reserve Tank.

- Air Cleaner: Es la pieza en la cual está alojado el filtro de aire del motor del vehículo. Su principal función es la de proteger al motor al retener las impurezas del flujo de aire que puedan acceder al circuito de admisión, asegurando la buena calidad de la mezcla aire-carburante. También evita la contaminación de la cámara de combustión y el degradado de las paredes de los cilindros. En la figura 6 puede observarse un air cleaner producido en DNAR.



Figura 6: Air cleaner.

- Polea tensora: Montada en conjunto con el soporte del compresor, esta pieza está ubicada en el motor del vehículo y cumple la función de brindar la tensión correcta a la correa de distribución. Esta pieza cumple un papel fundamental ya que si su funcionamiento no es correcto puede afectar el desempeño del motor. En la figura 7 puede observarse una polea tensora producida en DNAR.



Figura 7: Polea tensora.

- Intercooler: Es un intercambiador de calor, cuya función es la de enfriar el aire comprimido por el turbocompresor o sobrealimentador de un motor de combustión interna. El aire refrigerado posee mayor densidad que el caliente, por lo que los cilindros reciben más contenido de aire y mayor calidad de oxígeno. Esto tiene como resultado mejoras en la potencia del vehículo, extensión de la vida útil del motor y mayor aprovechamiento del combustible. En la figura 8 puede observarse un intercooler producido en DNAR.



Figura 8: Intercooler.

La comercialización de productos varía según el cliente, por lo que se detalla a continuación los componentes que se provee a cada uno:

- Toyota: proveedor de la caja de aire, Intercooler, polea tensora, Reserve Tank, Air Cleaner, Tubos de líquido de aire acondicionado, y otras piezas plásticas como el Shroud Fan, Cover timing belt, Bezel, Tray Battery entre otros.
- Honda: proveedor de la caja de aire.
- Peugeot: proveedor de la caja de aire y radiador.
- Fiat: proveedor de la caja de aire, el tablero y el módulo de refrigeración (condensador, radiador y electroventilador).
- Renault: es proveedor de la caja de aire y el condensador.
- Intercompany: proveedor de condensadores y masas radiantes.

De forma ilustrativa se muestra en la figura 9 a continuación distribución de los productos según los clientes:

Producto \ Cliente	 TOYOTA	 HONDA	 FIAT	 PEUGEOT	 RENAULT	Intergroup
HVAC Manual	✓	✓	✓	✓	✓	
HVAC Automático	✓	✓		✓		
Heaters	✓		✓	✓	✓	
Blowers			✓	✓	✓	
Tablero			✓			
Condensadores			✓		✓	✓
Intercooler	✓					
Masas Radiantes			✓	✓	✓	✓
Air Cleaner	✓					
Reserve Tank	✓					
Comando						✓
Polea	✓					
Radiador			✓	✓		

Figura 9: Distribución productos Vs clientes. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

2.2. Composición del facturado de la empresa por cliente.

Dada la diversidad de clientes y la variedad de productos vendidos a cada uno se analizará a continuación como inciden individualmente en el facturado de la empresa. Los datos corresponden al total facturado por Denso Manufacturing Argentina durante el año fiscal 2012 y primera mitad del año fiscal 2013. En el gráfico 1 se exponen los datos correspondientes al FY 2012 y en el gráfico 2 los correspondientes a la primera mitad del FY 2013.



Gráfico 1: Composición del facturado DNAR FY2012.

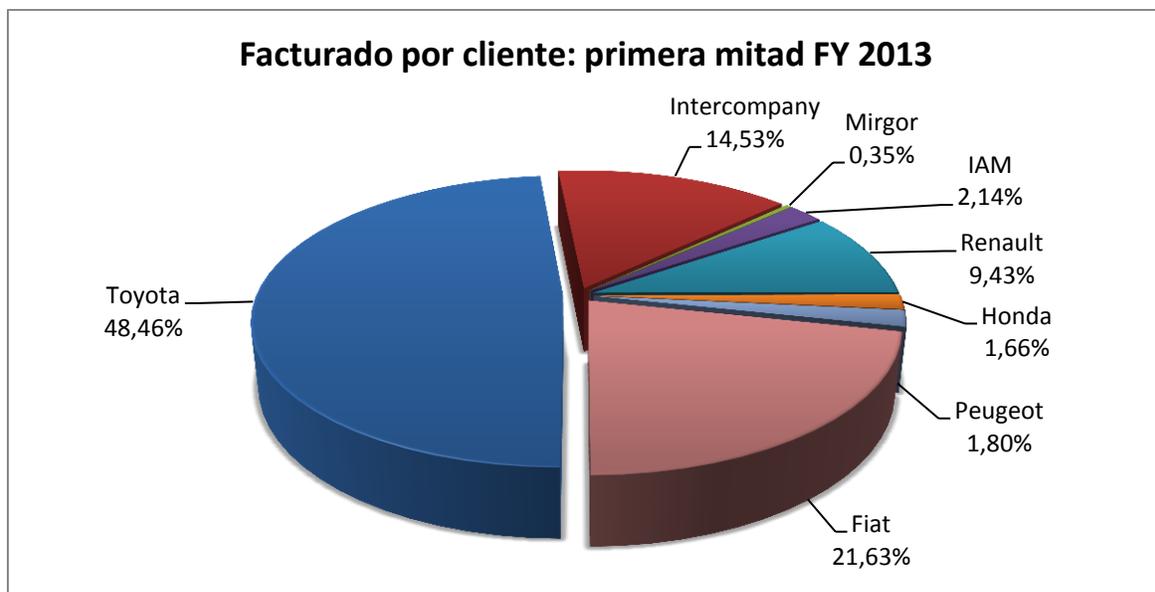


Gráfico 2: Composición del facturado DNAR primera mitad FY2013.

Se observa claramente la importancia de Toyota en el facturado de la empresa en ambos períodos, con más del 53 % durante el FY 2012 y el 48 % en la primera mitad del FY 2013. También se aprecia el aporte tanto de Fiat como de los clientes intercompany, que juntos componen más del 30% del facturado. El predominio de Toyota respecto al resto de los clientes radica en el volumen de producción y en la amplia gama de productos que se provee, para todos los modelos fabricados.

A modo de complemento del análisis se muestra en el gráfico 3 a continuación un comparativo del facturado por cliente en los dos períodos en estudio:

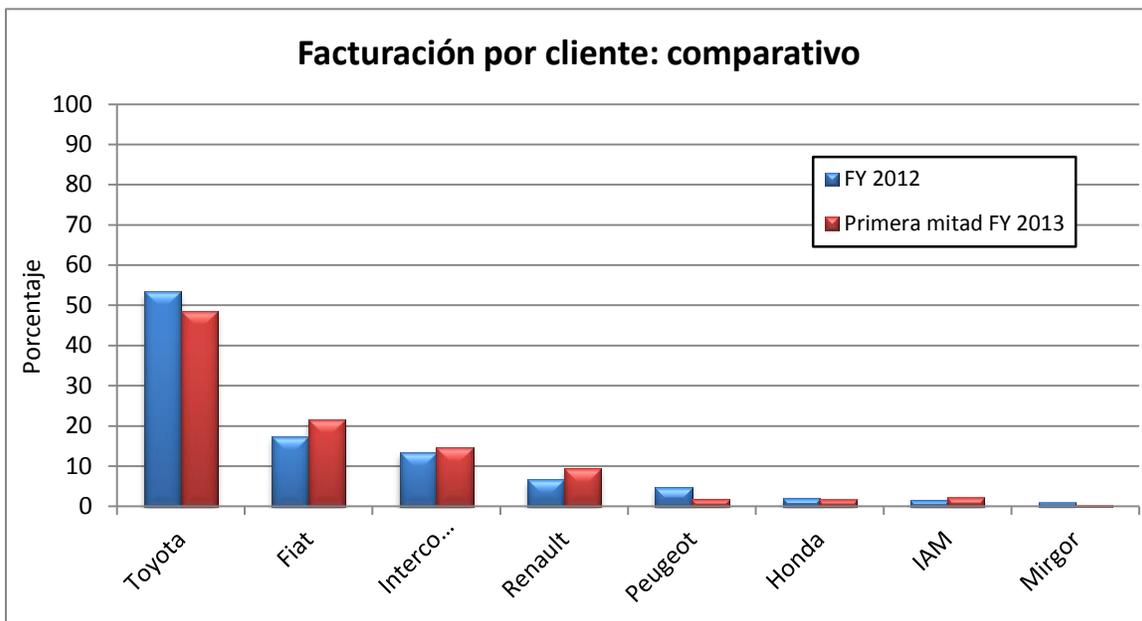


Gráfico 3: Comparativo del facturado por cliente.

En este diagrama de Pareto se identifican claramente los clientes que tienen mayor contribución en el facturado de Denso Manufacturing, observándose que el 80% de este lo aportan los tres clientes antes mencionados.

A partir del análisis realizado se concluye que Toyota es el cliente de mayor importancia de Denso Manufacturing, el cual es el responsable de más del 50 % de los ingresos de la empresa, pero a su vez esta cuenta con otros clientes que aunque no tengan la envergadura de Toyota implican una ventaja competitiva en un ambiente externo en crisis, ya que no se depende únicamente de la producción realizada por una terminal.

2.3. Entorno: Ambiente externo en el cual DENSO desarrolla su actividad comercial.

Como primer enfoque para realizar un análisis crítico del entorno que rodea a DNAR como proveedor terminales automotrices se realizará un estudio sobre los niveles productivos de la industria automotriz tomando como referencia los años 2012 y 2013. En la tabla 1 se muestran las cantidades mensuales producidas en los años 2012 y 2013, abarcando el total de las terminales automotrices en Argentina y en el gráfico 4 se observa el comparativo mensual de lo producido en dichos años. La fuente de los datos exhibidos es ADEFA: Asociación de Fábricas de Automotores.

Mes	Año	
	2012	2013
Enero	42011	44061
Febrero	54159	52911
Marzo	67667	79031
Abril	54772	75496
Mayo	60206	79590
Junio	52983	63461
Julio	65900	71895
Agosto	79664	69922
Septiembre	68726	71928
Octubre	79416	75604
Noviembre	77968	62186
Diciembre	61023	44922
Total	764495	791007

Tabla 1: Cantidades mensuales producidas en los años 2012 y 2013.

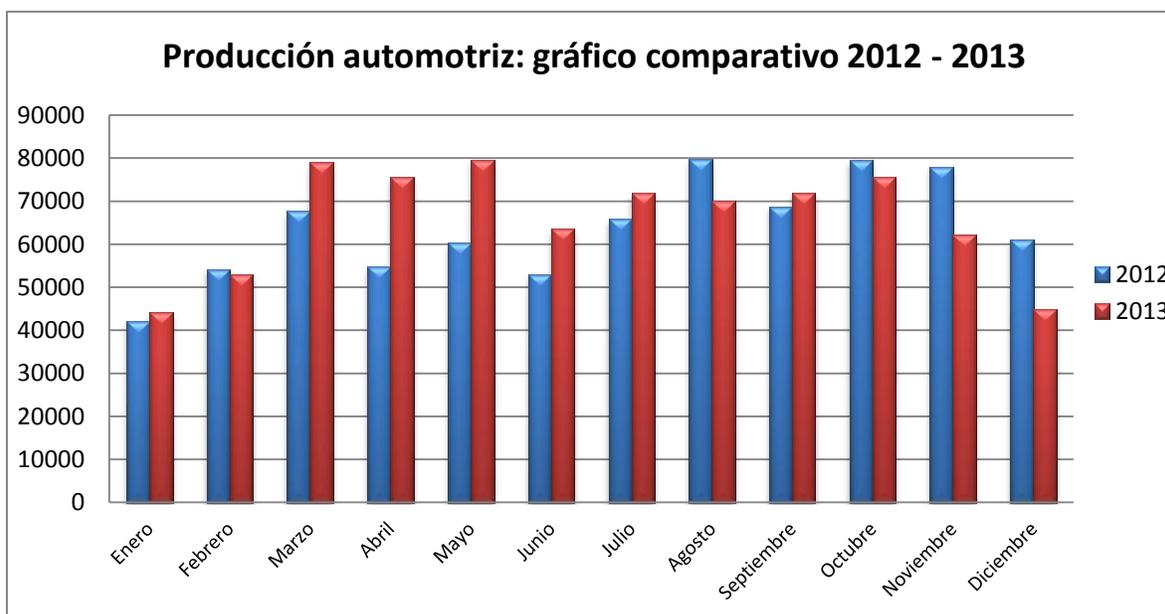


Gráfico 4: Comparativo de cantidades mensuales producidas en los años 2012 y 2013.

Del análisis de los datos anteriores se obtiene un resultado total en año 2012 de 764495 automotores y en el año 2013 de 791007 unidades. Siendo el total acumulado en 2013 un 3% mayor que el del mismo período en el año anterior. Por otro lado, como se observa en el gráfico comparativo, durante el último trimestre del año 2013 se evidencia un marcado descenso de las cantidades producidas, mostrando un reseso en la producción automotriz.

Con el objetivo de profundizar el análisis de la producción automotriz, en la tabla 2 se muestran las cantidades producidas en los años 2012 y 2013 teniendo como parámetro las cantidades producidas por empresas y se ilustra en el gráfico 5 el porcentaje del total correspondiente a cada empresa en el año 2013.

Empresa	Año	
	2012	2013
FIAT AUTO ARGENTINA S.A.	73863	104891
FORD ARGENTINA S.C.A.	89072	102280
GENERAL MOTORS ARGENTINA S.R.L.	128501	111355
HONDA MOTOR ARGENTINA S.A.	8114	11519
IVECO ARGENTINA S.A.	4769	6344
MERCEDEZ-BENZ ARGENSTINA S.A.	16263	20502
PSA PEUGEOT-CITROEN S.A.	133534	115302
RENAULT ARGENTINA S.A.	108905	117635
TOYOTA ARGENTINA S.A.	93570	94468
VOLKSWAGEN S.A.	107904	106711
TOTAL	764495	791007

Tabla 2: Cantidades producidas por empresa en los años 2012 y 2013.

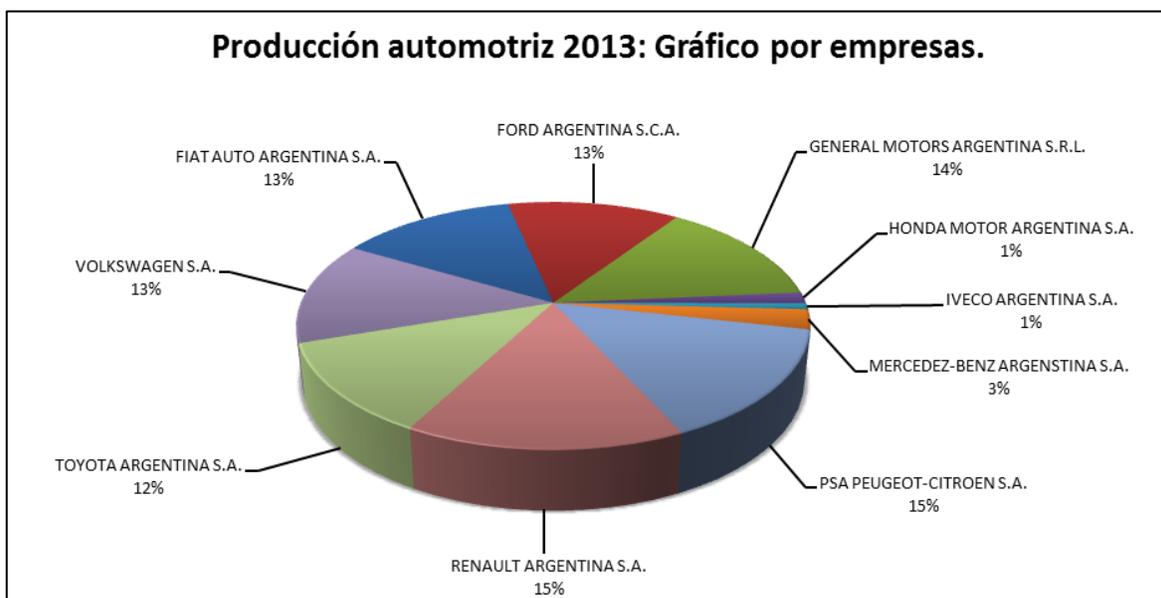


Gráfico 5: Porcentaje de la producción automotriz correspondiente a cada empresa.

Por lo mostrado en la tabla 2 y el gráfico 5, se verifica que DNAR, siendo proveedor de cinco terminales nacionales, tiene participación en el 54,7 % de la producción automotriz en el año 2012 y del 56,1 % de la producción en el año 2013; siendo en ambos años proveedor de empresas que realizan más del 50% de lo producido en el sector.

Dada la importancia del cliente Toyota en el facturado de DNAR, que significó en el año 2012 más del 50 % del mismo, se analizará individualmente a esta empresa según las cantidades producidas en 2012 y 2013 y su tendencia. En la tabla 3 se muestran las cantidades mensuales producidas y el gráfico 6 el comparativo de lo producido en los años 2012 y 2013.

Mes	Producción Toyota	
	2012	2013
Enero	4105	4929
Febrero	6585	6922
Marzo	8099	8103
Abril	6440	8092
Mayo	7320	8763
Junio	8543	7956
Julio	7066	6422
Agosto	8976	8845
Septiembre	9004	8796
Octubre	9811	9374
Noviembre	9797	8436
Diciembre	7824	7830
Total	93570	94468

Tabla 3: Cantidades mensuales producidas por Toyota en los años 2012 y 2013.

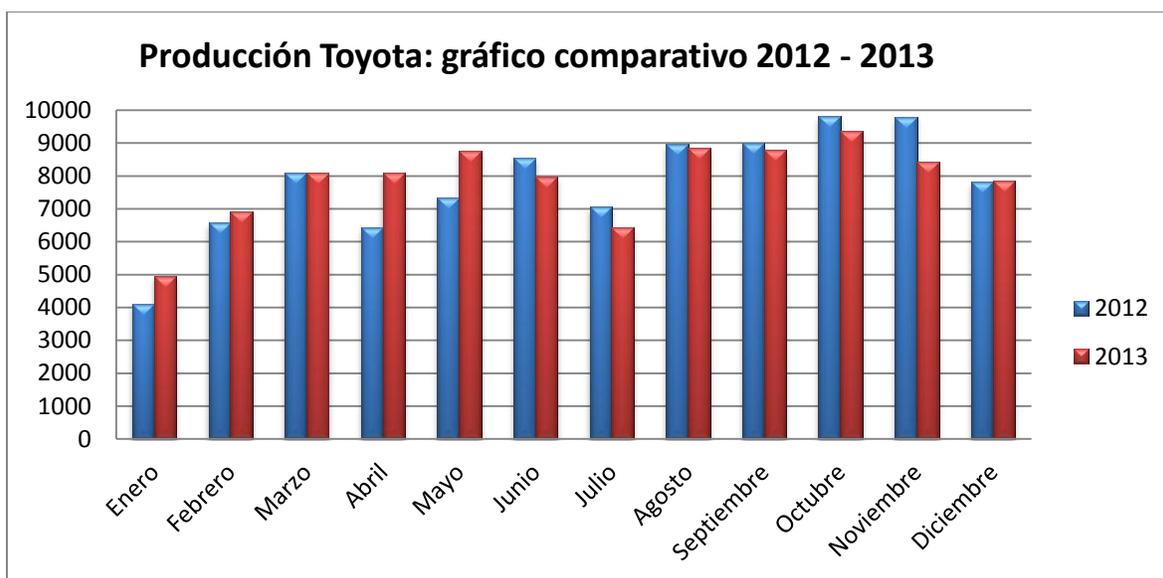


Gráfico 6: Comparativo de cantidades mensuales producidas por Toyota en los años 2012 y 2013.

Toyota, al igual que el total de la industria automotriz Argentina, muestra un incremento de la producción del año 2013, de 94468 unidades, con respecto al año 2012, de un total de 93570 automóviles fabricados, teniendo un incremento de la producción del 1 %. A pesar del aumento interanual de la producción se evidencia una merma en la misma durante el última trimestre del año 2013.

Hasta el momento se analizó el sector automotriz nacional desde la oferta de automóviles del mismo, y se realizó un enfoque sobre el principal cliente de Denso. A continuación se realizará un análisis del entorno, teniendo como enfoque la demanda de automóviles en Argentina, a partir de los patentamientos realizados durante el año 2013, realizando la comparativa con el año 2012. En la tabla 4 se muestran las cantidades patentadas en los años 2012 y 2013 y en el gráfico 6 se observa el comparativo de las cantidades patentadas en dichos años.

Mes	Año	
	2012	2013
Enero	112.798	110.052
Febrero	58.183	63.319
Marzo	82.263	77.653
Abril	60.834	82.041
Mayo	76.389	92.386
Junio	69.716	74.734
Julio	74.161	87.917
Agosto	76.480	82.330
Septiembre	64.509	84.757
Octubre	70.193	88.920
Noviembre	58.096	61.552
Diciembre	37.551	49.362
Total	841.173	955.023

Tabla 4: Cantidades mensuales patentadas en los años 2012 y 2013.

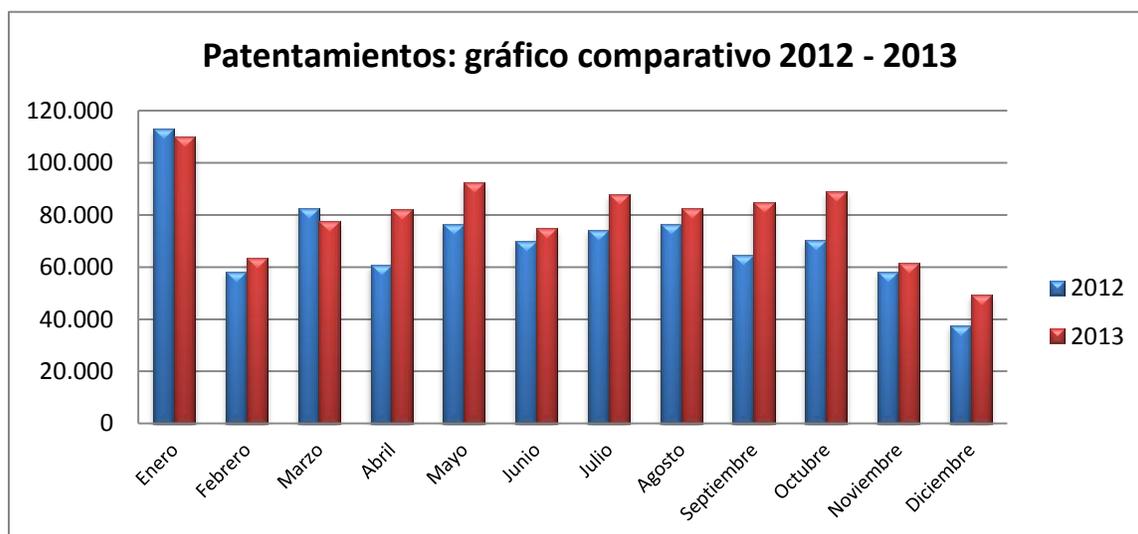


Gráfico 7: Comparativo de cantidades mensuales patentadas en los años 2012 y 2013.

Al analizar los datos de los patentamientos de los años 2012 y 2013 se observa que en el año 2013 se han patentado un 12 % más de vehículos que en el año anterior, presentando un 61 % de unidades importadas y un 39 % de producción nacional, contra el 58 % de importados y 42 % de nacionales que se patentaron en el 2012. Por otro lado, se mostrará a continuación las exportaciones del sector de los años 2012 y 2013 de automóviles y utilitarios, las cuales tienen como principal destino el mercado brasileño. En la tabla 5 se muestran las cantidades exportadas en los años 2012 y 2013 y en el gráfico 7 se observa el comparativo de las cantidades exportadas en dichos años.

Mes	Año	
	2012	2013
Enero	25.400	22.903
Febrero	28.831	23.496
Marzo	28.410	40.439
Abril	30.045	39.903
Mayo	28.004	48.631
Junio	29.337	41.607
Julio	28.284	38.126
Agosto	34.147	32.639
Septiembre	38.541	35.460
Octubre	50.259	42.063
Noviembre	44.158	32.994
Diciembre	38.182	22.617
Total	403.598	420.878

Tabla 5: Cantidades mensuales exportadas en los años 2012 y 2013.

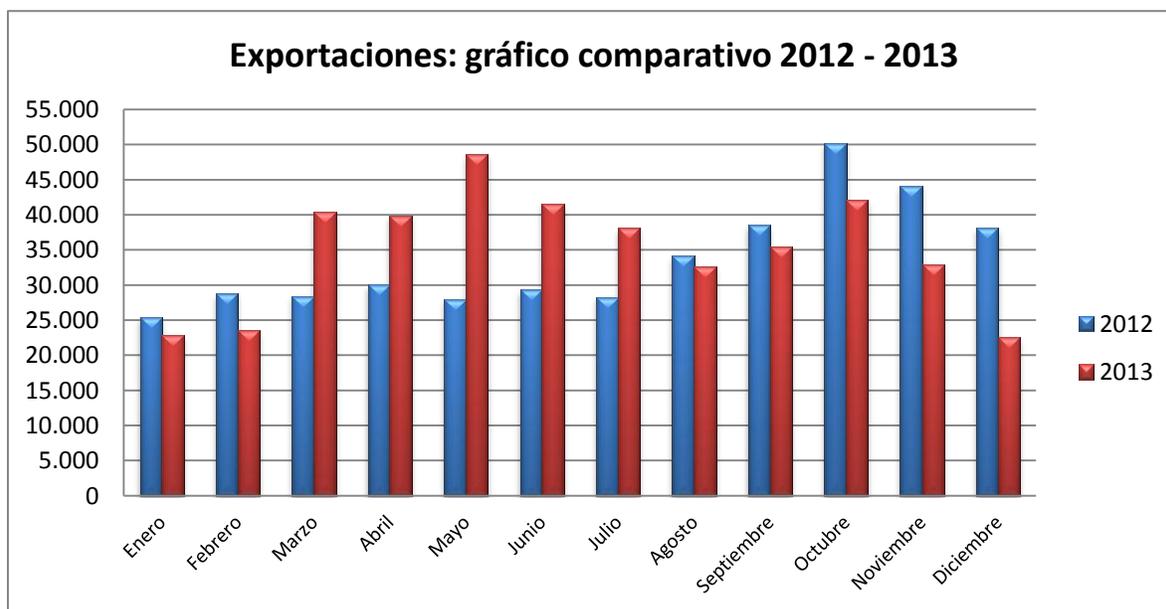


Gráfico 8: Comparativo de cantidades mensuales exportadas en los años 2012 y 2013.

De los datos correspondientes a las exportaciones correspondientes a los años 2012 y 2013 se verifica que el total de unidades exportadas aumentó un 4 % en el 2013 (420.878 unidades) con respecto al 2012 (403.598 unidades). Por contraparte, si se compara el último trimestre interanualmente, se obtiene una disminución del 26% del 2013 con respecto al 2012, lo que evidencia la caída de la demanda brasilera de automóviles.

Se observa que la demanda interna de la industria automotriz ha tenido un crecimiento sostenido, llegando a un nuevo record histórico de ventas con las más de 950.000 unidades 0 Km. En contraste a la escena nacional, la demanda de autos desde Brasil está estancada y la industria automotriz Argentina depende en gran medida de este mercado, consecuencia por la cual la producción nacional en las terminales ha sufrido una marcada disminución el el último trimestre del año 2013.

Dado este entorno de crisis en la industria automotriz, consecuencia de escasas de demanda por parte del mercado brasilero, desde donde proviene la mayor demanda del sector, es de vital importancia tanto para las terminales como para las empresas proveedoras aumentar su productividad, reduciendo los costos al mínimo posible, manteniendo los estándares de calidad.

2.4. Las 5 Fuerzas de Porter.

En este apartado se aplicará la herramienta de las 5 Fuerzas a Denso Manufacturing con el objetivo de definir cuál es su posición competitiva dentro del entorno en el cual desarrolla su actividad. En su obra *Competitive Strategy*, Michael Porter amplía el concepto clásico de competencia, reservado para la rivalidad de los operadores que luchan en un mercado determinado, incluyendo en el término a los competidores potenciales, o de productos sustitutos, a proveedores que quieren integrarse hacia adelante y a clientes o compradores que evalúan la posibilidad de integrarse hacia atrás. En la figura 10 se ilustra el concepto de competencia ampliado.

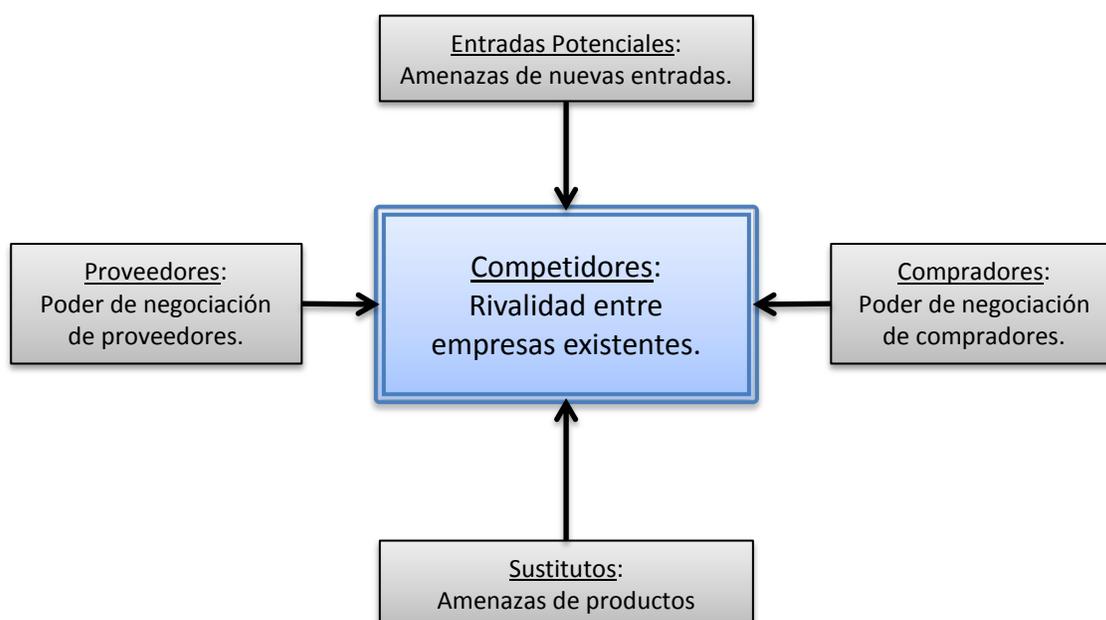


Figura 10: Concepto de competencia ampliado según Michael Porter.

De acuerdo con este concepto ampliado de la competencia concebido por Porter se realizará un análisis del entorno en donde Denso Manufacturing desempeña su actividad:

1. Entradas Potenciales: En el área de sistemas térmicos de la industria autopartista existen grandes barreras de entradas y salida. La necesidad de economía de escala y los grandes requisitos de capital, dentro de las que se denominan barreras de entrada hard, y el knowhow, recursos humanos y prestigio de la empresa en cuanto a las llamadas barreras de entrada soft; como también los activos especializados y altos costos fijos de entrada como barreras de salida hacen difícil la entrada de nuevos actores en el sector.
2. Compradores: El poder de negociación que poseen los clientes de Denso Manufacturing es de importancia. Existe una estructura dedicada a convenir el precio con los clientes, y mantener una política de reducción de costos. El escaso margen de ganancia de los

productos comercializados y el gran poder de regateo de los clientes obligan a las empresas autopartistas a un estricto control de costos y una elevada productividad.

3. Sustitutos: Dada las características y la especificidad de los productos comercializados no se cuentan con productos sustitutos.
4. Proveedores: La diversidad de proveedores con los que cuenta Denso Manufacturing no permite hacer un análisis general de su poder de negociación. Por un lado se puede citar a Aluar que es una empresa monopólica en Argentina y posee mayor poder de negociación, y por otro lado se cuenta con proveedores de menor envergadura que no poseen tal poder de negociación.
5. Competidores: Dentro de la industria automotriz, en el sector de sistemas térmicos, los principales competidores nacionales de Denso Manufacturing son Mirgor, ubicada en Río Grande, provincia de Tierra del Fuego, cuyos principales clientes son Volkswagen y General Motors y Visteon, ubicada en Río Grande y Quilmes, siendo su principal cliente es Ford Motor Company. A nivel internacional otro importante competidor de DENSO Corporation es Valeo.

Mediante el estudio de las cinco fuerzas del mercado según el modelo desarrollado por Porter aplicado en Denso Manufacturing, se concluye que la empresa posee una considerable ventaja competitiva en el mercado autopartista Argentino.

Por un lado, debido a las importantes barreras de ingreso y salida, no es probable el ingreso de nuevos competidores en el mercado, ni que los proveedores se integren hacia adelante o los clientes se integren hacia atrás. Otra ventaja con la que goza el sector es la ausencia de productos sustitutos. Por otro lado, aunque existan grandes competidores en la división de sistemas térmicos, cada una de las empresas autopartistas cuenta con un cliente mayoritario, con el que posee una relación más estrecha, como es el caso de Toyota con DNAR.

2.5. Cadena de Valor.

En el apartado a continuación se aplicará la herramienta de la cadena de valor a Denso Manufacturing con la finalidad de obtener las fortalezas y debilidades de la empresa. La cadena de valor empresarial o cadena de valor es una de las herramientas propuestas por Michael Porter en su obra *Competitive Strategy* para realizar un análisis de las fuentes de ventaja competitiva de una empresa. Consiste en descomponer la misma en sus actividades estratégicas, de modo de realizar un estudio sistemático de ellas y analizar sus interrelaciones. La ventaja competitiva se logra cuando una empresa desarrolla las actividades a menor costo que sus competidores o logrando una diferenciación de ellos.

La cadena de valor consta de dos partes. En primer lugar las actividades primarias que incluyen la producción, comercialización y servicios post-venta, y en segundo lugar las actividades secundarias, las cuales sirven de apoyo a las actividades primarias. En la figura 11 se observa la representación de la cadena de valor.

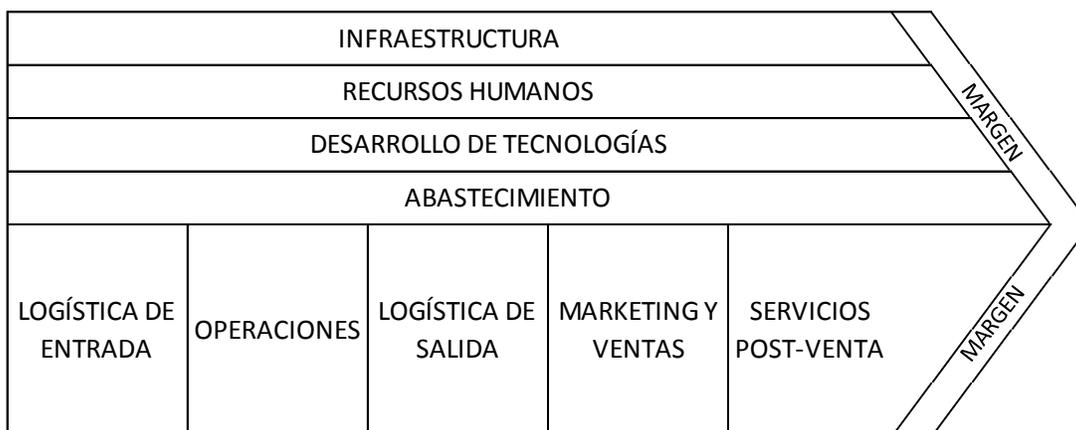


Figura 11: Representación de la cadena de valor según Michael Porter.

Actividades Primarias:

- Logística de entrada: Incluye a las actividades relacionadas con la recepción de materiales, almacenamiento, control del inventario y distribución de materias primas hasta que se incorporan al proceso productivo.
- Producción: Incluyen todas las actividades realizadas para la transformación de las materias primas en productos finales.
- Logística de salida: Incluye las actividades relacionadas con el almacenamiento de productos terminados y la distribución de estos a los clientes.
- Marketing y ventas: Incluyen las actividades realizadas para dar a conocer el producto, como publicidad, promoción, canales de distribución y precio.
- Servicios post-venta: Incluyen las actividades destinadas a mantener o realzar el valor del producto final, mediante la aplicación de garantías, servicios técnicos y soporte de fábrica al producto.

Actividades Secundarias:

- Infraestructura: Incluye diversas actividades que sirven de apoyo a toda la cadena productiva, como lo son la administración general, finanzas, gestión de la calidad, contabilidad, etc.
- Recursos humanos: Incluye todas las actividades realizadas para la búsqueda, contratación, entrenamiento, capacitación, remuneración, motivación del personal de la empresa.

- Desarrollo de tecnologías: Incluye a todas las actividades destinadas a mejorar el producto y el proceso. Abarca el know how, procedimientos, y la tecnología de la maquinaria utilizada para la transformación de las materias primas.
- Abastecimiento: Incluye las actividades realizadas para la compra de insumos; no se basa en los insumos en sí, sino en la función de compras. Abarca tanto materias primas como insumos no productivos, maquinarias y herramientas, etc.

Visto el concepto teórico de la cadena de valor empresarial, se aplicará el mismo a Denso Manufacturing Argentina, con la finalidad de obtener las fortalezas y debilidades de la empresa en sus distintas áreas.

En relación a las actividades primarias:

- Logística de entrada: Se encuentra un sector débil en la logística de entrada de DNAR, el almacén para materias primas no se ha ampliado en igual magnitud que lo ha hecho la empresa, generando inconvenientes en el almacenamiento de los insumos, en el respeto del FIFO y el control del inventario.
- Producción: El departamento de producción cuenta con una estructura de envergadura, y experiencia en los procesos realizados.
- Logística de salida: DNAR trabaja con el sistema Justo a Tiempo con sus clientes. El almacén de productos terminados y la expedición de piezas se realiza respetando el FIFO, con objetivo de reducir costos de inventario.
- Marketing y ventas: Por el tipo de productos comercializados no se realizan publicidades ni promociones, por otro lado, se cuenta con una íntima relación con los clientes.
- Servicios post-venta: Los productos cuentan con tres años o 100.000 Km de uso de garantía. En las terminales se cuenta con personal de calidad, que funcionan de antena para resolver problemas de calidad en los productos.

En relación a las actividades de apoyo:

- Infraestructura: Existencia de una estructura orgánica de importancia. Se tienen departamentos de aseguramiento de calidad, logística, compras, comerciales, finanzas, control de gestión, recursos humanos e ingeniería de procesos y producto que son soporte al departamento de producción.
- Recursos humanos: DNAR cuenta con personal con experiencia en la industria autopartista, competentes para los trabajos que realizan, los cuales forman parte de la empresa desde que esta se encuentra en Córdoba. También posee planes de capacitación para sus empleados. Por lo contrario, existe una alta rotación de personal de staff, en especial de jóvenes profesionales como consecuencia de una baja remuneración.
- Desarrollo de tecnologías: A partir del año 2011 se incorporó en DNAR el proceso de soldadura NOCOLOK, destinado a la fabricación de condensadores, lo cual implicó una ampliación de la planta y de la gama de productos comercializados. Estos nuevos procesos

implicaron la capacitación de personal en Brasil y Europa, como también el soporte técnico de la casa matriz.

- **Abastecimiento:** La empresa cuenta con procedimientos que forman parte del manual de calidad, que tienen por objetivo asegurar que los productos y servicios adquiridos estén en conformidad con lo especificado. Tanto la solicitud de la orden de compra como su aprobación correspondiente se realizan a través del sistema informático de la empresa.

De acuerdo con estos conceptos desarrollados por Michael Porter, y mediante la aplicación de estas herramientas a Denso Manufacturing, se está en condiciones de realizar un análisis completo de la empresa mediante la utilización de la matriz FODA.

Según lo desarrollado, con el análisis del entorno y las 5 fuerzas de Porter se obtienen las oportunidades y amenazas, que corresponden al exterior de DNAR. Por otro lado, mediante la cadena de valor se obtienen las fortalezas y debilidades, las cuales son propias de la empresa.

2.6. Matriz FODA.

En este apartado se aplicará la matriz FODA al estudio de Denso Manufacturing con el objetivo de realizar un análisis completo de la empresa, que abarque todas las variables que influyen en ella. La matriz FODA es una herramienta que permite realizar el análisis objetivo de un elemento de estudio para la toma de decisiones y desarrollo de una estrategia competitiva, durante un determinado período de tiempo.

La sigla FODA se deriva de las iniciales de Fortalezas – Oportunidades – Debilidades – Amenazas, las cuales son las variables utilizadas para el análisis, que presentan las siguientes características:

- **Fortalezas:** Pertenecientes a las características internas positivas de la empresa, las cuales marcan una diferencia con la competencia y permiten obtener una ventaja competitiva.
- **Oportunidades:** Corresponden a la situación externa de la empresa, que presenta factores positivos que pueden ser explotados a través de las fortalezas y permiten obtener una ventaja competitiva.
- **Debilidades:** Pertenecientes a las características internas negativas de la empresa, las cuales provocan una posición competitiva desfavorable frente a la competencia. –estas deben ser identificadas y eliminadas.
- **Amenazas:** Corresponden a la situación externa de la empresa, la cual tiene la posibilidad de impactar negativamente en esta y obstaculizar su desempeño, haciendo necesario el diseño de una nueva estrategia.

De acuerdo con estos criterios se evaluará a Denso Manufacturing para obtener un diagnóstico la situación real actual en la que se encuentra, y precisar de forma objetiva la posición competitiva de la empresa. Aunque la herramienta está ideada para desarrollar una estrategia y tomar decisiones sobre los objetivos y políticas, en el trabajo se la utilizará para realizar un análisis crítico de la empresa en el presente.

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Personal con experiencia y know-how en la industria autopartista. • Soporte técnico y financiero de casa matriz. • Buen ambiente laboral. • Productos de calidad. • Diversidad de productos comercializados. • Múltiples clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporación de nueva tecnología permite el desarrollo de proyectos para comercialización de nuevos productos.
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Alta rotación de staff. • Baja remuneración. • Espacio en almacene insuficiente. • Control de inventario deficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entorno en crisis, importante descenso de demanda por parte de Brasil. • Dificultades para importaciones de insumos por legislación vigente.

Figura 12: Matriz FODA aplicada a DNAR.

Según lo expuesto en las páginas precedentes, se realizó una introducción a la empresa en donde se realiza el trabajo, analizando sus principales productos comercializados, sus clientes y la participación de ellos en el facturado de la empresa, el entorno en el cual desarrolla su actividad comercial, su posición competitiva y los puntos fuertes y débiles de las actividades que desarrolla, concluyendo todos estos conceptos en una matriz FODA en donde se refleja la situación actual de la empresa.

Como resultado del análisis desarrollado se observa que la empresa cuenta con una amplia estructura, know-how y personal con experiencia, contrastando con la elevada rotación de jóvenes profesionales. Se ha incorporado nuevas tecnologías, que permiten ampliar el número de productos vendidos y clientes, pero han originado problemas de gestión de inventario y almacenes. Esto enmarcado en un contexto de crisis e incertidumbre, causado por una caída de la demanda, principalmente del mercado brasilero.

Dentro de esta empresa se realiza el trabajo, en un entorno de extrema competencia y crisis cíclicas, donde se plantea el desafío de aumentar la productividad, mejorar la calidad de los productos, optimizar la gestión de los recursos y reducir los costos de la empresa.

3. El ciclo de refrigeración.

Denso Manufacturing comercializa mayormente productos que forman parte del sistema de refrigeración de un automóvil. Con el objetivo de lograr un entendimiento del ciclo de refrigeración, a lo largo de este apartado se describirá el principio de funcionamiento del mismo, y se detallará las características de los principales componentes del sistema.

3.1. Introducción.

En la naturaleza, la transferencia de calor se da en dirección de las temperaturas decrecientes, es decir, de regiones de mayor temperatura a regiones de menor temperatura. El proceso inverso, por el contrario, no ocurre de manera espontánea, y para transferir calor de una región de menor temperatura a otra de mayor temperatura es necesaria la utilización de dispositivos llamados refrigeradores.

En el ámbito de la industria automotriz, los acondicionadores de aire son en primer lugar instalaciones de refrigeración que, por así decir, complementan la calefacción de equipo de serie y, conjuntamente con ésta, climatizan totalmente el vehículo. El acondicionador de aire instalado en el vehículo está integrado en el sistema de ventilación y calefacción.

Climatizar o acondicionar el aire significa regular la temperatura, la humedad, la pureza y la circulación del aire. Un acondicionador de aire en el vehículo enfría el aire y extrae de éste la humedad y el polvo. Por medio de las unidades manuales o automáticamente combinadas de refrigeración y calefacción el conductor puede regular a su elección la temperatura en el interior del vehículo.

El acondicionador de aire trabaja según el principio del sistema de refrigeración por compresor y se compone de los siguientes elementos:

- Compresor, incorporado al motor
- Condensador, instalado delante del radiador
- Evaporador, colocado delante del cuerpo de la calefacción
- Acumulador, instalado en la tubería de aspiración
- Válvula de expansión, instalada delante del evaporador
- Diversos órganos de regulación, tuberías flexibles, agente frigorífico.

En la figura 13 a continuación se muestra la disposición de estos elementos del sistema de refrigeración en un automóvil.

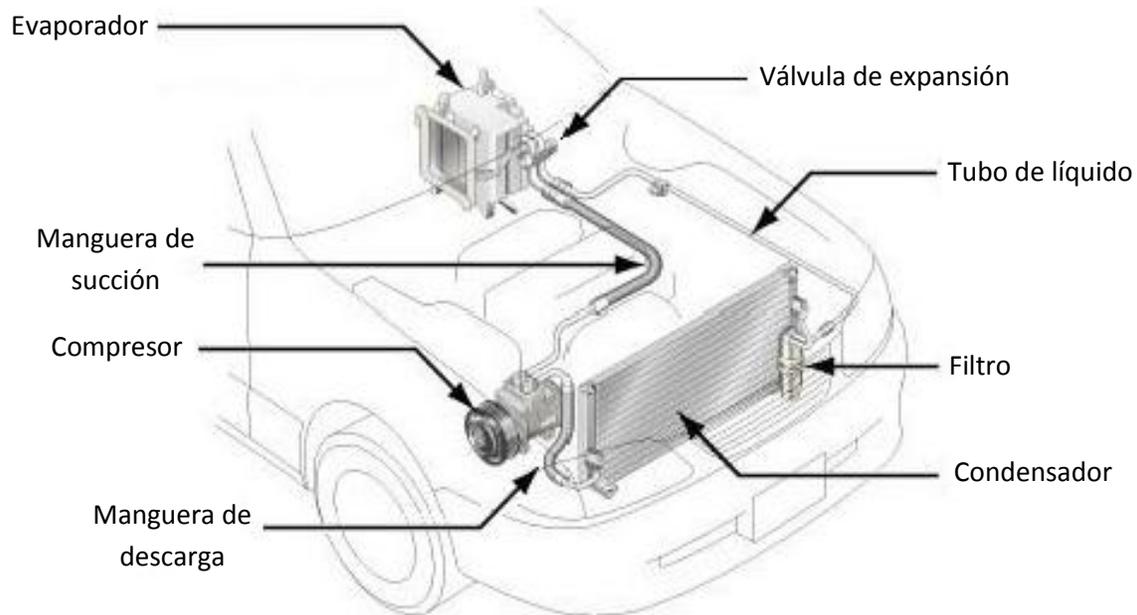


Figura 13: Disposición de elementos del sistema de refrigeración en automóvil. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

3.2. Principio de funcionamiento.

El funcionamiento del sistema de aire acondicionado se basa en tres principios fundamentales:

1. En la naturaleza la transferencia de calor se da en dirección de temperaturas decrecientes, es decir, el calor se transfiere desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor. El calor es una forma de energía, y la temperatura es una medida para su intensidad.
2. Para que una sustancia cambie de estado es necesario la transferencia de calor. Los cambios de estado se dan a temperatura constante, la cual es función de la presión a la cual está sometida la sustancia.
3. Al comprimir un gas aumentan su temperatura y presión.

En la figura 14 a continuación se esquematiza el circuito de refrigeración en los sistemas de aire acondicionado de los automóviles. En la misma se muestran los principales componentes del sistema, la condición del aire exterior y el estado del líquido refrigerante y sus presiones en cada una de las etapas del ciclo.

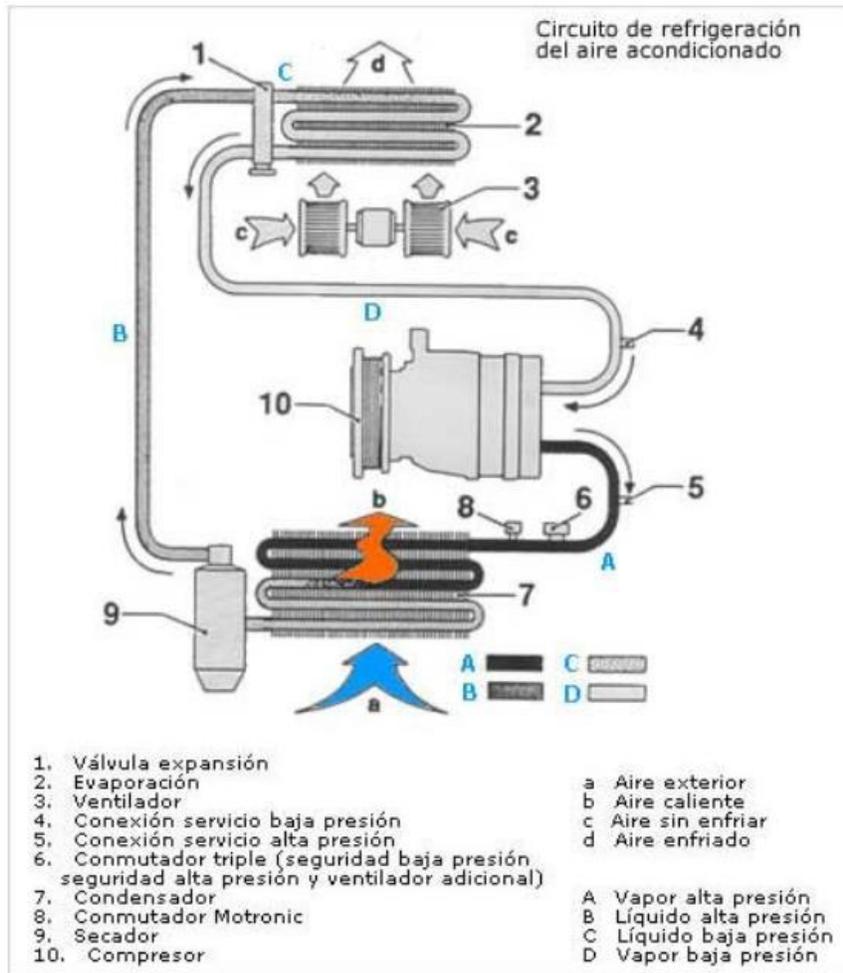


Figura 14: Circuito de refrigeración del aire acondicionado. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

El ciclo de refrigeración del aire acondicionado consta de cuatro pasos: compresión, condensación, expansión y evaporación, los cuales se describirán a continuación.

3.2.1. Paso 1 - Compresión: el vapor caliente es comprimido y alcanza una temperatura superior a la del aire del medio ambiente.

El compresor, por medio de su efecto de bombeo a través del acumulador (que a su vez ejerce la función de separador de líquido), aspira del evaporador vapor del refrigerante a baja presión y baja temperatura (2 - 3 bar; 5°C) y comprime este vapor a una presión más alta y a una temperatura más alta (14 - 18 bar; 80 - 110°C). La energía necesaria para llevar a cabo este trabajo de compresión se la aporta la correa del alternador, que también suele mover la bomba de líquido refrigerante.

El separador de líquido es necesario porque con el vapor del agente refrigerante pueden ser arrastrados también restos de líquido no evaporado, que, si llegasen al compresor, lo destruirían. En el acumulador puede evaporarse totalmente el líquido restante. Este es entonces aspirado por el compresor conjuntamente con el vapor del agente frigorífico normal. El aceite procedente de la circulación que pueda haber en el acumulador es conducido de nuevo al sistema a través de un orificio para aceite que se encuentra en el fondo del acumulador.

Desde el compresor, el vapor del refrigerante "caliente" comprimido es conducido hacia el condensador (intercambiador de calor) a través de la tubería de gas caliente.

3.2.2. Paso 2 - Condensación: El aire del medio ambiente (que está más frío) absorbe calor y condensa el vapor convirtiéndolo en líquido.

El fluido en estado gaseoso entra en el condensador a alta presión y temperatura. Empieza la cesión de calor del fluido al aire que atraviesa el intercambiador, produciéndose la condensación del fluido frigorífico, saliendo del condensador en estado líquido a alta presión y temperatura media (14 - 18 bar; 50 - 60°C)

Filtrado y desecado: El fluido en estado líquido pasa por el filtro deshidratante, que absorbe la humedad que pueda contener el fluido. Además, pasa a través de un elemento filtrante que retiene las impurezas presentes en el líquido. No debe producirse ningún cambio en el estado termodinámico del fluido.

El agente líquido pasa desde el condensador, por la tubería para líquido, a la válvula de expansión.

3.2.3. Paso 3 - Expansión.

El fluido en estado líquido a 14 - 18 bar y 50 – 60°C penetra en la válvula de expansión, produciéndose una caída brusca de presión y temperatura. El fluido sale de la válvula en estado difásico, a una presión de 2 -3 bar y una temperatura de 0 °C.

La válvula de expansión es el punto de separación entre alta y baja presión del sistema y se hace cargo de las tres siguientes funciones:

1.- La válvula de expansión regula el flujo del agente frigorífico (cantidad de agente frigorífico) por el evaporador.

2.- Debido a su sección para el paso del agente frigorífico, la válvula de expansión genera una baja presión en el evaporador. Como consecuencia de la caída de presión en el evaporador, el agente frigorífico líquido puede evaporarse con mayor facilidad. Resultando de la evaporación del agente frigorífico y la absorción de calor aparejada a la evaporación, la temperatura desciende forzosamente en las superficies exteriores del evaporador, de tal forma que el aire que pasa por entre las aletas de este es enfriado.

3.- La válvula de orificio mantiene una presión en el agente frigorífico condensado líquido, de tal forma que éste permanece líquido.

El rendimiento frigorífico es regulado por medio de un termostato que, a través de un embrague electromagnético, desconecta o conecta el compresor, según la temperatura a la cual se encuentre el evaporador.

La sonda (elemento sensible) del termostato está acoplada al sistema de aire acondicionado entre las aletas del evaporador y recibe toda variación de temperatura de este, es decir, en el lado de baja presión. Para que el punto de conexión no pueda ser afectado, éste se encuentra blindado por medio de un aislamiento cerrado.

3.2.4. Paso 4 - Evaporación: El agente frigorífico líquido absorbe calor del medio ambiente al evaporarse.

El fluido en estado difásico penetra en el evaporador, donde comienza el intercambio de calor con el aire exterior que penetra al habitáculo. El fluido necesita absorber calor para poder evaporarse, y lo toma del aire que atraviesa el evaporador. A su vez, la humedad presente en este aire se condensa sobre las aletas (superficie fría) y se acumula en una bandeja bajo el intercambiador, para después ser evacuada al exterior mediante un conducto de desagüe.

El elemento sensible del termostato percibe la disminución de temperatura en el evaporador, hasta llegar a una cierta presión —a la que corresponde una determinada temperatura— a la cual se abren los contactos de conexión del termostato. El compresor se desconecta a través del embrague electromagnético intercalado entre la polea impulsora y el compresor. De esta manera se evita que se congele la humedad presente en las aletas del evaporador, y por otro lado mejora la eficiencia del sistema, ya que no sería rentable mantener el sistema constantemente en funcionamiento.

Con el acoplamiento magnético desconectado está separada la transmisión de fuerza del motor y la polea de la correa trapezoidal gira libremente, con lo cual el motor no está sometido a la carga del compresor en funcionamiento.

Tan pronto como la temperatura en el evaporador sube a un determinado valor, se cierran nuevamente los contactos en el termostato. Entre estos dos puntos fijos trabaja en forma continua y automática el termostato y consecuentemente el acondicionador de aire. Al objeto de que el agente frigorífico en circulación no sea alterado por partículas de humedad —agua— ha de extraerse de éste todo indicio de humedad en el acumulador, intercalado entre el evaporador y el compresor.

3.3. Componentes del sistema de Aire Acondicionado.

3.3.1. Compresor.

Es el componente del sistema de aire acondicionado que tiene la función de incrementar la presión del refrigerante. Recibe el fluido desde el evaporador en estado gaseoso, el cual es comprimido aumentando rápidamente su presión y temperatura. El condensador va adosado al motor mediante un soporte y es accionado por una correa trapezoidal. En la figura 15 puede observarse un compresor del sistema de aire acondicionado de un automóvil.



Figura 15: Componentes del sistema de aire acondicionado: Compresor.

Embrague electromagnético: La unión cinemática de fuerza con el motor tiene lugar a través de un acoplamiento magnético que separa dicha unión de fuerza al ser desconectada la corriente. El acoplamiento electromagnético es activado al conectar la instalación de aire acondicionado, es decir, el compresor funciona todo el tiempo que esté conectada la instalación

de aire acondicionado. Una representación del funcionamiento de un embrague electromagnético se muestra en la figura 16.

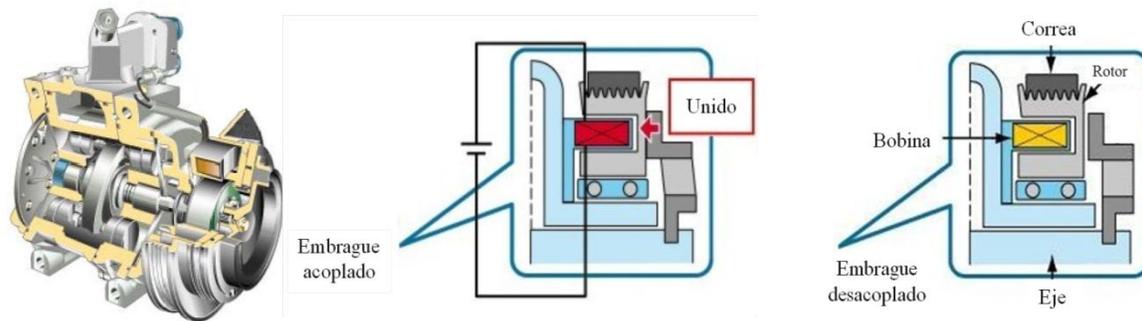


Figura 16: Embrague electromagnético del compresor. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

3.3.2. Condensador.

El condensador es un intercambiador de calor, el cual está ubicado en la parte frontal del automóvil. Generalmente se encuentra montado junto con el radiador de refrigeración del motor y el electroventilador.

La función del condensador es que el refrigerante que recibe del compresor a alta presión y temperatura realice intercambio térmico con el medio ambiente, cediendo calor al mismo. Durante el intercambio, el refrigerante sufre un cambio de estado, de vapor en la entrada del condensador (80 – 100 °C), a líquido en su salida (50 – 60 °C). En la figura 17 puede observarse un condensador del sistema de aire acondicionado de un automóvil.



Figura 17: Componentes del sistema de aire acondicionado: Condensador.

3.3.3. Filtro.

El filtro secador es el componente del sistema ubicado a la salida del condensador, el cual cumple las siguientes funciones:

1. Filtrar partículas sólidas que puedan estar presentes en el sistema,
2. Absorber humedad (agua) que se encuentre en junto con el refrigerante. El filtro posee un material deshidratante (el más utilizado son las zeolitas que se presenta en forma de bolitas cerámicas de óxido de silicio (97%) y óxido de aluminio (3%)) que tiene como propiedad absorber la humedad presente en el sistema, evitando el congelamiento de la misma en el paso por la válvula de expansión.
3. Acumulador: una gran parte del fluido utilizado en el abastecimiento del sistema, funcionando con un tanque de reserva.

En la figura 18 puede observarse un filtro del sistema de aire acondicionado de un automóvil.

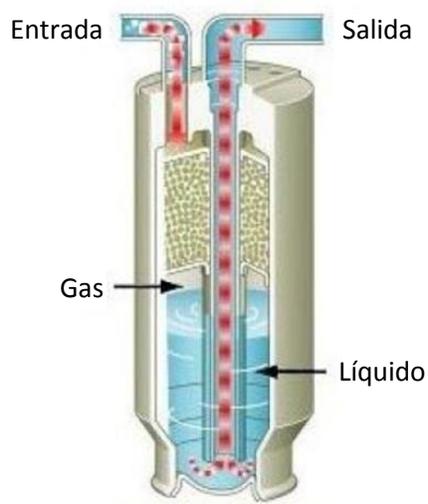


Figura 18: Componentes del sistema de aire acondicionado: Filtro. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

3.3.4. Válvula de expansión.

La válvula de expansión es el componente montado en la entrada del evaporador, entre las tuberías de entrada (1) y salida (2) del mismo (ver figura 19), y tiene la función de regular el flujo de refrigerante. Es el punto de separación entre las zonas de alta presión y baja presión.

La válvula de expansión estrecha la sección de la tubería del agente refrigerante en su paso al evaporador, esto hace que el refrigerante pierda presión y temperatura, presentando un estado físico intermedio entre líquido y gaseoso.

Actúa como un elemento de regulación variable, el tamaño de la sección es regulado por un termostato sobre el cual acciona la temperatura a la que el agente refrigerante sale del evaporador. Una variación de la temperatura origina el desplazamiento de la aguja de válvula y, con ello, la modificación de la sección en la válvula. Cuando la temperatura del fluido aumenta, se aumenta el paso a través del orificio, para permitir mayor entrada de refrigerante al evaporador, aumentando así la refrigeración. En la figura 19 puede observarse una válvula de expansión del sistema de aire acondicionado de un automóvil.

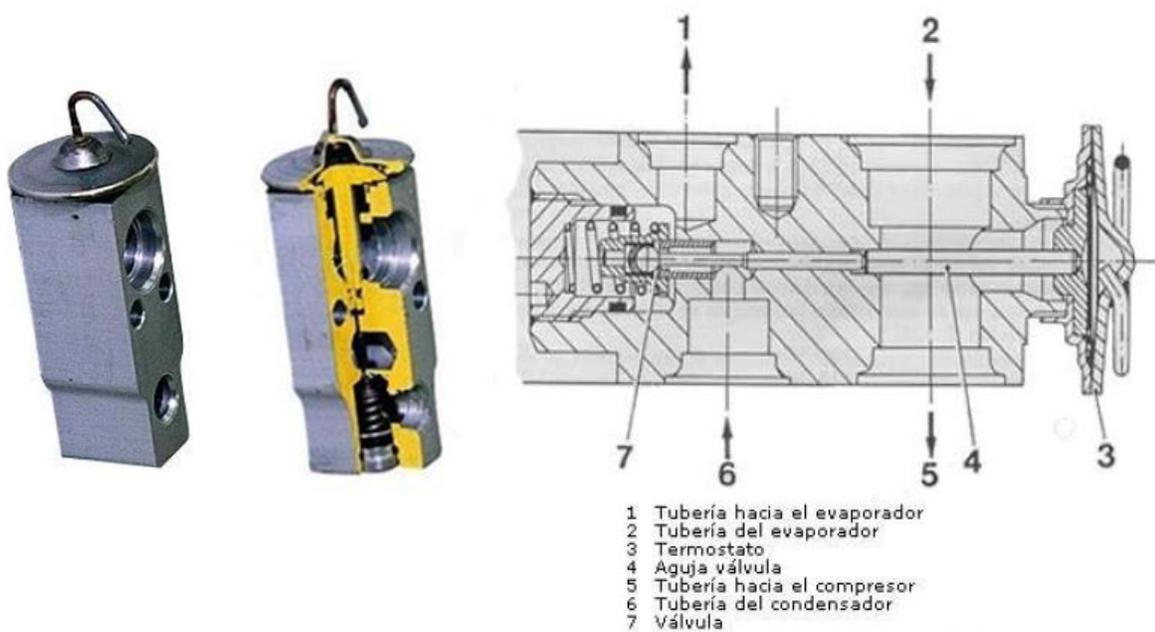


Figura 19: Componentes del sistema de aire acondicionado: Válvula de expansión. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

3.3.5. Evaporador.

El evaporador es un intercambiador de calor, el cual está ubicado dentro de la caja de distribución de aire del automóvil. Su función es refrigerar y deshumidificar el aire que ingresa al habitáculo.

El refrigerante, vaporizado en la válvula de expansión en la entrada del evaporador, absorbe el calor del aire impulsado por el ventilador el cual circula por las aletas del evaporador. En las aletas se condensa la humedad existente en el aire, conduciéndose hacia el exterior del vehículo a través de la descarga, ubicada en la parte inferior de la caja de distribución de aire. La temperatura del agente refrigerante en el evaporador es regulada de modo que la humedad que

se presenta no pueda helar la superficie del núcleo del evaporador, lo cual bloquearía el paso del aire a través de sus aletas, impidiendo el intercambio térmico. En la entrada del evaporador, el refrigerante se encuentra en un estado físico intermedio entre líquido y gaseoso, y en la salida está transformado en gas. En la figura 20 puede observarse un evaporador del sistema de aire acondicionado de un automóvil.

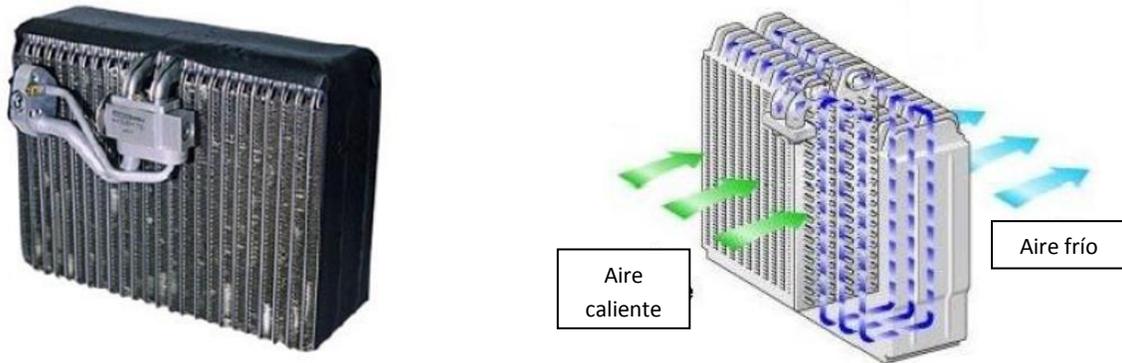


Figura 20: Componentes del sistema de aire acondicionado: Evaporador. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

3.3.6. Termostato.

El termostato es un sensor de temperatura, el cual se encuentra montado entre las aletas del evaporador. Este tiene la función de desconectar el embrague magnético con el fin de evitar que la humedad condensada en las aletas del evaporador se congele, obstruyendo el pasaje de aire hacia el habitáculo e interrumpiendo el flujo de fluido refrigerante por el sistema. En la figura 21 puede observarse un termostato del sistema de aire acondicionado de un automóvil.

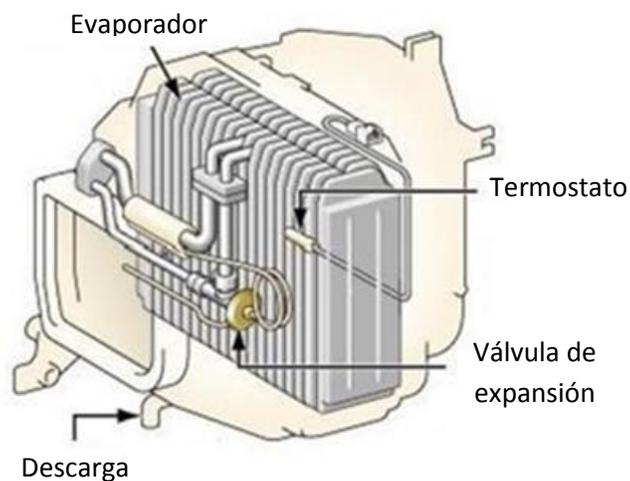


Figura 21 Componentes del sistema de aire acondicionado: Termostato. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

Existen dos tipos de termostatos:

- A. Termostato mecánico.
- B. Termostato eléctrico.

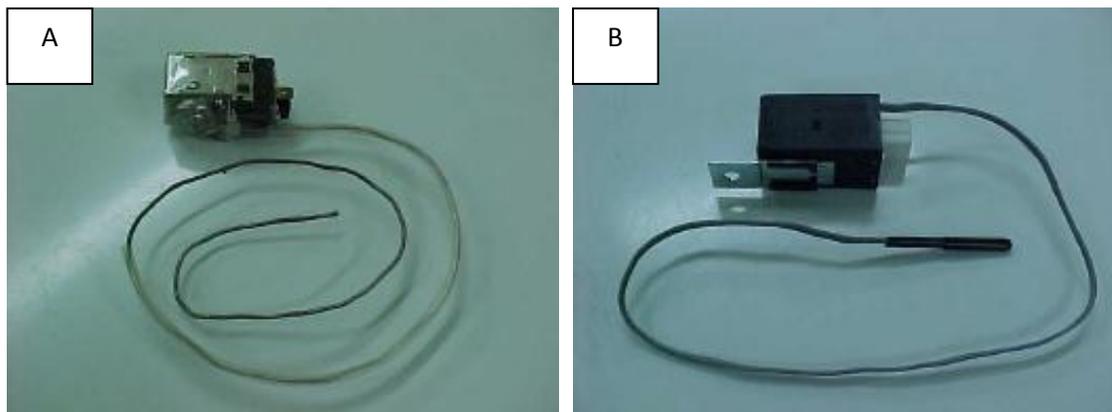


Figura 22: A – Termostato mecánico. B – Termostato eléctrico. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

3.3.7. Presostato.

El presostato es un sensor de presión que tiene la función de desconectar el sistema de aire acondicionado en caso de percibir presiones anormales, con el objetivo de proteger el compresor y mantener las presiones del sistema dentro del rango de trabajo.

Presostato de baja presión: Su función es la de interrumpir la alimentación del embrague electromagnético en caso de ocurrir una presión muy baja. (Abre el contacto a los 2 bar)

Presostato de alta presión: Se encuentra conectado en serie con el presostato de baja presión y su función es la de interrumpir la alimentación del embrague electromagnético en el caso de que detecte presiones extremadamente altas en el sistema. (Abre el contacto entre 28 y 31 bar)

Presostato de 2° velocidad: su función es la de accionar la segunda velocidad del electroventilador.

Una representación de un presostato con sus principales componentes puede observarse en la figura 23.

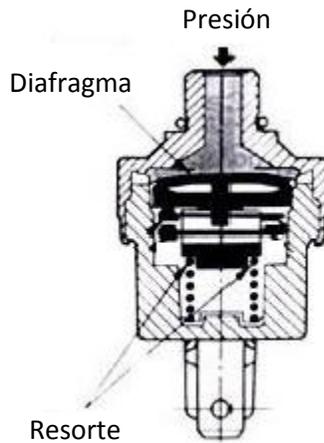
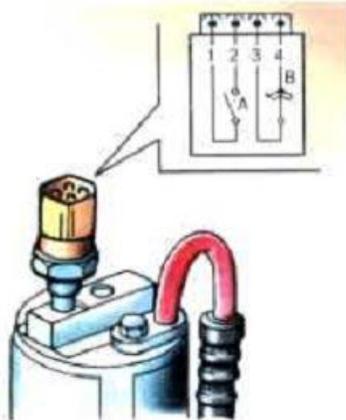


Figura 23: Presostato. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

Existe un tipo de presostato llamado presostato triple, el cual es una pieza que cumple con las tres funciones descritas arriba. Una representación de un presostato triple y sus distintos niveles de acción se observa en la figura 23.



- 1° Nivel: desconecta el compresor por baja presión.
- 2° Nivel: Acciona la segunda velocidad del electroventilador.
- 3° Nivel: desconecta el compresor por alta presión.

Figura 24: Presostato triple. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

3.3.8. Refrigerante.

En los sistemas de aire acondicionado de los automóviles el refrigerante actualmente utilizado es el R-134a, reemplazando al anteriormente utilizado R-12, debido a que este es perjudicial para el medio ambiente, ya que afecta la capa de ozono y ayuda al efecto invernadero.

El R-134a es un refrigerante HFC (fórmula química $C_2H_2F_4$) de cero potencial de destrucción del ozono y con respecto al R-12 posee propiedades termodinámicas muy parecidas, y prestaciones equivalentes. También el R-134a es no tóxico, no inflamable y cumple con las normas de seguridad más severas, como la que establece la ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers).

4. Los costos de la calidad.

El proyecto integrador estará realizado con un enfoque desde la óptica de la calidad, con vistas a un incremento en la productividad y la rentabilidad de la empresa. Se buscará producir una mejora de la calidad de los productos comercializados, centrándose en los costos de la no calidad. En el apartado a continuación se describirán los costos de calidad y no calidad, detallando que actividades abarca cada uno.

El nivel de calidad y los requerimientos del producto o servicio los establece y define el cliente. El que decide si el producto o servicio es adecuado y verifica si el cumplimiento de las características satisface sus necesidades es el propio cliente. La gestión de la calidad total está basada fundamentalmente en una adecuada organización y la correcta gestión de los recursos materiales y humanos que la integran, de forma que todos ellos estén absolutamente involucrados.

La implantación de la calidad supone costos que deben afrontarse, al tiempo que otros deberán evitarse. Es por ello que en relación a los costos globales o totales la de calidad hay que diferenciar claramente dos tipos: **costos de calidad** y **costos de no-calidad**. Los costos de calidad se pueden considerar como costos producidos por la obtención de la calidad. Los costos de no-calidad se consideran aquellos derivados de la falta o ausencia de calidad, de la no conformidad o no cumplimiento de las necesidades de los clientes o, simplemente, de no alcanzar los niveles de calidad requeridos.

4.1. Costos de Calidad.

Los *costos de la calidad* son los derivados de la obtención del nivel de calidad asumido. Se clasifican en costos de evaluación y en costos de prevención.

Costos de prevención: Son aquellos que resultan de evitar o reducir errores y problemas de calidad en cualquier proceso, función o actividad de la empresa, mediante una planificación preventiva de la calidad. Estos incluyen:

- Costos derivados del departamento de calidad: formación y adiestramiento del personal en temas de calidad, equipamiento, consultores externos, etc.
- Mantenimiento preventivo: personal encargado, amortizaciones.
- Ingeniería y revisión de diseño del producto o servicio.
- Costos derivados de los medios de control y herramientas como útiles, calibres de medición, etcétera.
- Revisión, orientación y evaluación de proveedores, así como del proceso de aprovisionamiento y las instalaciones correspondientes.

Costos de evaluación: Son los costos de medición, análisis, inspección y control de los productos ya elaborados, así como de los productos en recepción y en proceso de fabricación o semielaborados. Estos incluyen:

- Auditorías de calidad para medir la conformidad de todas las funciones bajo unos criterios y procedimientos establecidos.
- Costos de inspección en recepción, fabricación y producto final, de todo el personal relacionado con la evaluación, así como costes de formación, de equipos y herramientas para la inspección y control, etcétera.
- Homologaciones y certificaciones.
- Estudios y ensayos de fiabilidad y metrología, reajuste de equipos, prueba de prototipos, etcétera.

4.2. Costos de No Calidad.

Los *costos de no calidad* son aquellos que se derivan de la ausencia de calidad y, por tanto, de los fallos y errores en el diseño, desarrollo y producción, y que puedan trascender o no hasta el cliente o consumidor. También se incluyen los costos por falta de un adecuado servicio al cliente: posventa, garantía, reparaciones, etc. Dentro de este grupo diferenciamos los costos internos y externos.

Costos de no calidad internos: Este tipo de costos es el que llega a detectarse antes de que el producto acceda al consumidor externo, es decir, aquellos que se producen, y se detectan dentro del sistema de producción. Se incluyen en los costos internos:

- Acciones correctivas, tanto de mano de obra como de material y máquinas, de producto desechado o reprocesado, así como la pérdida de valor o depreciaciones de productos de peor calidad.
- Pérdidas de tiempo e inferior nivel de actividad por paro de la producción, retrasos sufridos debidos a reparaciones, accidentes, reajustes y correcciones de diseños y procesos, etcétera.
- Aceleraciones de la producción, fruto de los retrasos, mediante horas extras, transportes extras y de carácter urgente, etcétera.
- Variaciones en la planificación de producción.
- Recuperaciones del material defectuoso proporcionado por los proveedores.
- Repetición de inspecciones y reensayos de los productos reprocesados.

Costos de no calidad externos: Constituyen el tipo de costos originados una vez que el producto trasciende al cliente o consumidor. Se incluyen en los costos internos:

- Costes del servicio posventa, como asistencia técnica, transportes extras, comprobación y certificación de defectos, mano de obra y materiales.
- Pérdida de imagen de calidad como empresa, con el consiguiente peligro de pérdida de ventas, fidelidad de los clientes, etcétera.
- Reparaciones y sustituciones en garantía, tratamiento de reclamaciones y quejas, indemnizaciones, gastos de pleitos y abogados.
- Costes administrativos adicionales, como reelaboración de documentos, de facturas, de albaranes.
- Costes en recuperar la imagen perdida mediante campañas de marketing, publicidad, promociones, etcétera.

En el desarrollo del trabajo se realizará un estudio crítico de los costos de no calidad derivados de los reclamos de garantía. A través de la implementación de herramientas de calidad se llevará adelante la estratificación de los reclamos, análisis de causas y aplicación de medidas correctivas para eliminarlas tomando como metodología para la realización de las mejoras un círculo de calidad, basado en el ciclo PDCA de Deming.

5. Herramientas de calidad.

En el apartado a continuación se describirán las herramientas de calidad que serán utilizadas en el desarrollo del trabajo, para comprender que información brinda cada una. Entre ellas se incluyen el diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa, la técnica de los 5 ¿Por qué?, genchi gembutsu y la tormenta de ideas.

5.1. Diagrama de Pareto.

Dentro del contexto de Gestión de la Calidad, el diagrama de Pareto es una representación gráfica de datos sobre defectos, ordenados en forma descendente, y que tiene como objetivo priorizarlos o priorizar las causas que los generan. Está basado en el principio de Pareto, también conocido como regla 80/20, que expresa que el 80% de los problemas radica en el 20 % de las causas, o desde otro punto de vista, eliminando el 20% de las causas, eliminamos el 80% de los problemas. Una esquematización del diagrama de Pareto se observa en la figura 25 a continuación.

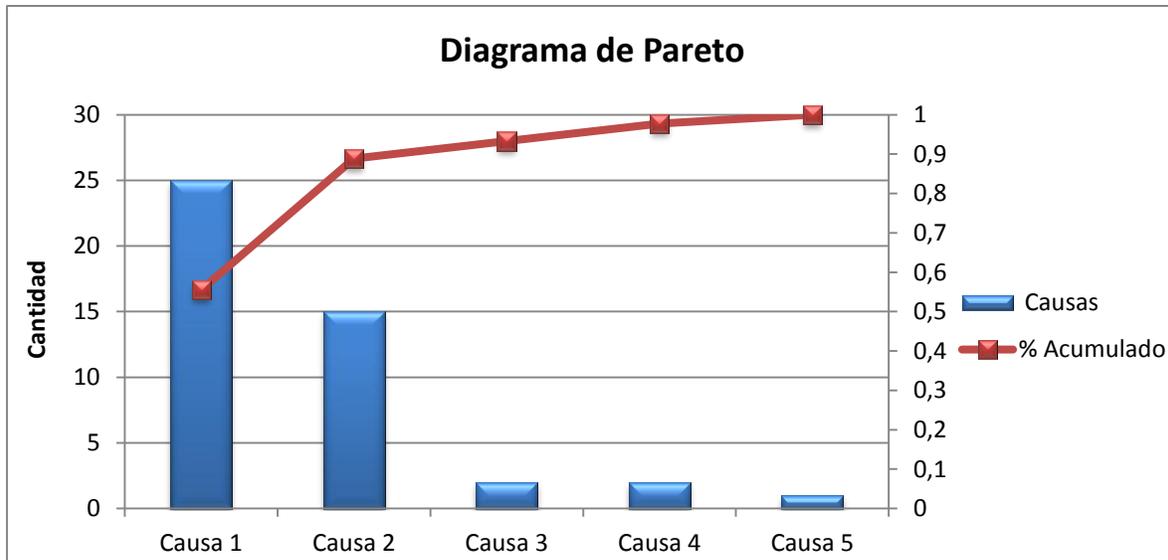


Figura 25: Esquema de diagrama de Pareto.

5.2. Diagrama de Ishikawa.

También conocido como diagrama causa-efecto o espina de pescado por su forma, el diagrama de Ishikawa es una herramienta de calidad que es utilizada para identificar las causas que producen un determinado efecto, agrupando las mismas según las distintas variables que afectan el proceso, llamadas 6M: Mano de obra – Máquina – Medio ambiente – Material – Método – Medida. El diagrama causa – efecto es una representación gráfica, ordenada y sistemática que representa las relaciones entre las causas y sub-causas de cada variable de un proceso que provocan un efecto. Una esquematización del diagrama se observa en la figura 26.

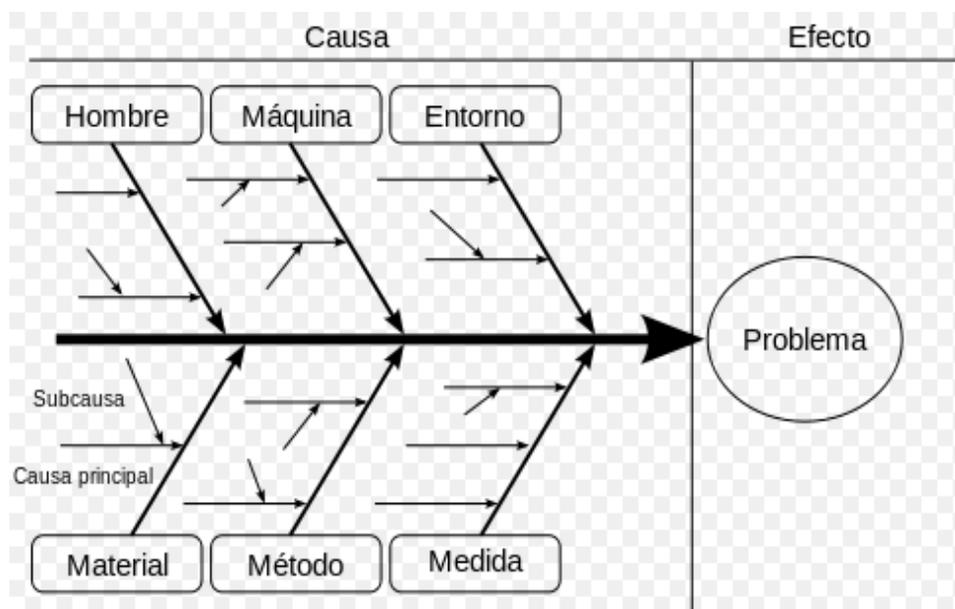


Figura 26: Esquema del diagrama causa - efecto.

5.3. La técnica de los 5 ¿por qué?

Los 5 ¿por qué? es una técnica sistemática de preguntas, utilizada durante el análisis de un defecto o problema, y que tiene como objetivo identificar la causa raíz más probable del mismo. Es una herramienta sencilla y poderosa, que consiste en una metodología de guía para el análisis, mediante una sucesión de preguntas ¿por qué? que permiten indagar sobre la causa raíz del problema en estudio.

La cantidad de veces que se pregunta ¿por qué? no es determinada. En general se puede decir que un ¿por qué? es el último cuando su respuesta indica claramente la acción necesaria para resolver el defecto.

5.4. Genchi Gembutsu.

Es una herramienta originaria de Japón, la cual es una parte integral del Sistema de Producción de Toyota, la palabra está formada por: Gen (real) + Chi (sitio) + Gen (real) + Butsu (cosa). Sugiere que para realmente entender una situación, uno debe ir al “sitio real”, donde se realiza el trabajo.

Estar alejado del lugar de la acción es estar alejado de la realidad y la realidad es que en la industria autopartista se realizan las piezas en las cadenas de montaje y en las fábricas, no en las oficinas. El término se refiere a que hay que averiguar las cosas por uno mismo yendo al lugar de los hechos para poder tomar decisiones con información de primera mano.

5.5. Brainstorming – Tormenta de ideas – Lluvia de ideas.

El *brainstorming* es una técnica basada en la utilización del poder del pensamiento colectivo para crear ideas. Generalmente el pensamiento en grupo produce más ideas que el pensamiento individual. Durante las sesiones de brainstorming las personas expresan abiertamente sus ideas en éstas reuniones, sin precisar defenderlas.

Se deben realizar al menos dos sesiones de brainstorming:

1. La sesión creativa:

- Se debe sugerir sin criticar.
- Hacer girar la mesa a cada sugerencia dada.
- Obtener el mayor número de sugerencias dadas.

2. La sesión de evaluación:

- Evaluar cuál es la mejor idea.
- Modificar o mejorar las ideas presentadas.
- Eliminar duplicaciones.
- Con la utilización de la "Lluvia de ideas" se alcanzan nuevas ideas y soluciones creativas e innovadoras, rompiendo paradigmas establecidos.

6. Introducción a los Círculos de Control de Calidad.

Los análisis y mejoras que se desarrollarán durante el trabajo serán realizados por un *Círculo de Control de Calidad*. Este es un pequeño grupo de colaboradores voluntarios, con algún tipo de relación común, y que se reúnen periódicamente con el apoyo de la gerencia, para identificar, analizar y proponer mejoras en su trabajo. En este apartado se describirá los objetivos y metodologías utilizadas.

El desarrollo de un Círculo de Control de Calidad tiene como objetivos generales:

- Promover el crecimiento de los empleados, a través del auto-desarrollo y la auto-realización.
- Mejorar las interrelaciones y la integración de los empleados, fortaleciendo el trabajo en equipo.
- Desarrollar las habilidades de los empleados en el uso de metodologías y herramientas de la calidad.
- Optimizar los procesos y aumentar la productividad y calidad.
- Mejorar las condiciones de trabajo.
- Fomentar el compromiso e identificación de los empleados con la empresa.

La metodología utilizada para la realización de los Círculos de Control de Calidad se basa en el ciclo PDCA de Deming (de las siglas en inglés “Plan, Do, Check, Act”). La misma es la sistemática más usada para implementar un sistema de mejora continua. Esta metodología describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistemática para lograr la mejora continua, entendiendo como tal al mejoramiento continuado de la calidad.

El círculo de Deming lo componen 4 etapas cíclicas, de forma que una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo, de forma que las actividades son reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras. Las cuatro etapas que componen el ciclo son las siguientes:

Plan: El planeamiento es la base para el éxito de cualquier actividad y para esto se dividirá en cuatro etapas:

1. Identificación del problema,
2. Observación detallada del problema,
3. Análisis de las causas de la situación,
4. Elaboración de un plan de acción.

Do: En esta etapa lo que fue decidido en el planeamiento debe ser llevado a cabo. Se debe realizar:

1. Entrenar y orientar a las personas involucradas,
2. Ejecutar la acción de acuerdo a lo planeado.

Check: En esta etapa, se debe verificar si la actuación según lo planeado realmente bloqueó o modificó la situación a mejorar, esto mediante datos numéricos (Comparación antes / después).

Act: La acción sirve para que todas las actividades realizadas sean incorporadas a las prácticas operativas (procedimientos / instructivos de trabajo) y también es dividida en:

1. Padronización.
2. Conclusión y Planeamiento Futuro.

De acuerdo con la metodología establecida en el ciclo PDCA, el Círculo de Control de Calidad constará de las fases que se muestran en la figura 27, cada una de las cuales está relacionada a una etapa del ciclo de Deming:

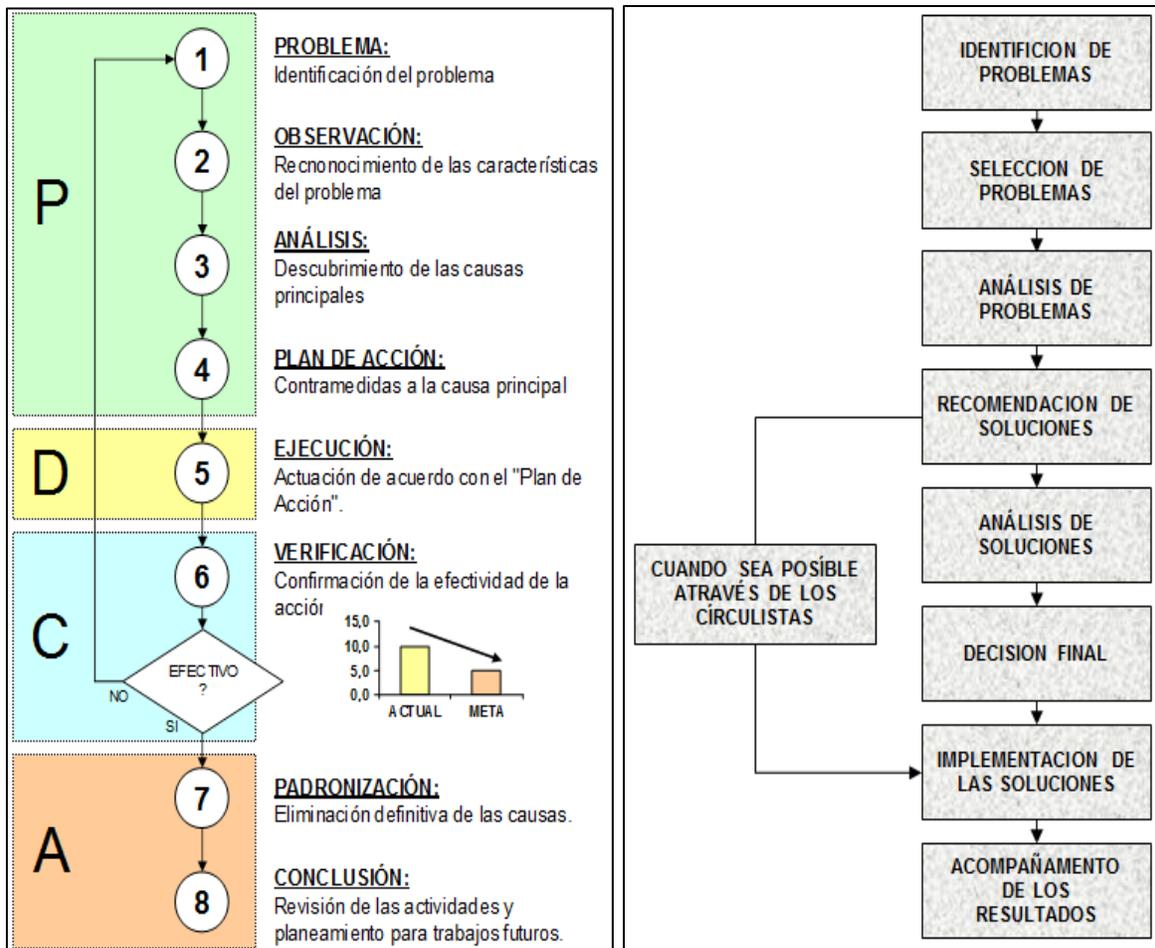


Figura 27: Fases del Círculo de Control de Calidad y su relación con la metodología PDCA. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

A partir de la formación del grupo de trabajo se está en condiciones de comenzar el desarrollo de la actividad. Mediante la utilización de la metodología PDCA para la implementación de la mejora continua y la implementación de las herramientas de calidad anteriormente descritas para favorecer los estudios a realizar. Se llevará adelante el análisis de los costos de no calidad generados por los reclamos de garantía de la empresa, con el objetivo principal de reducir los mismos para lograr beneficios económicos a la empresa donde se realiza el círculo de calidad, logrando también beneficios específicos derivados del cumplimiento del objetivo general, como una mayor motivación y compromiso del personal involucrado en la realización del trabajo.

7. Soldadura con fundente NOCOLOK: NOn COrrusive LOKing.

En este apartado se realizará un desarrollo respecto a la tecnología utilizada en Denso para la manufactura de condensadores con la finalidad de poseer un entendimiento del proceso en el cual se desarrollará la implementación de la mejora y obtener un respaldo teórico para la realización del análisis de causas y la implementación de contramedidas.

7.1. Introducción al proceso de soldadura NOCOLOK.

La soldadura de aluminio es el proceso mayormente utilizado para la producción de intercambiadores de calor en la industria del automóvil. La buena resistencia a la corrosión, maleabilidad y alta conductividad térmica hacen al aluminio un material ideal para la fabricación de estos intercambiadores de calor. Los principales intercambiadores de calor son el evaporador, masa radiante y condensador (los cuales son parte del sistema de aire acondicionado), el radiador, oil cooler y otros componentes. En la figura 28 se detalla la ubicación de los mismos en el automóvil.

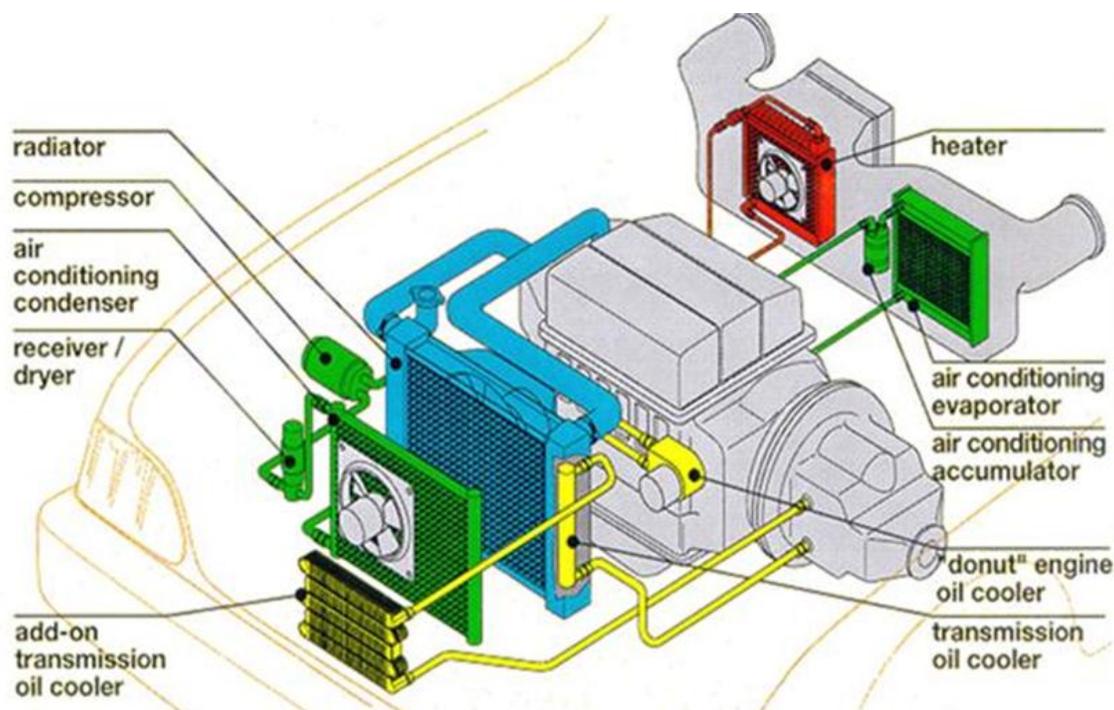


Figura 28: Piezas manufacturadas con soldadura NOCOLOK en un automóvil. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

En la actualidad, la mayor parte de los intercambiadores de calor son producidos con aluminio como material principal. En el gráfico 9 a continuación se observa el crecimiento porcentual, en el caso puntual de los radiadores, fabricados en aluminio, en los mercados de Europa, EE.UU. y Japón.

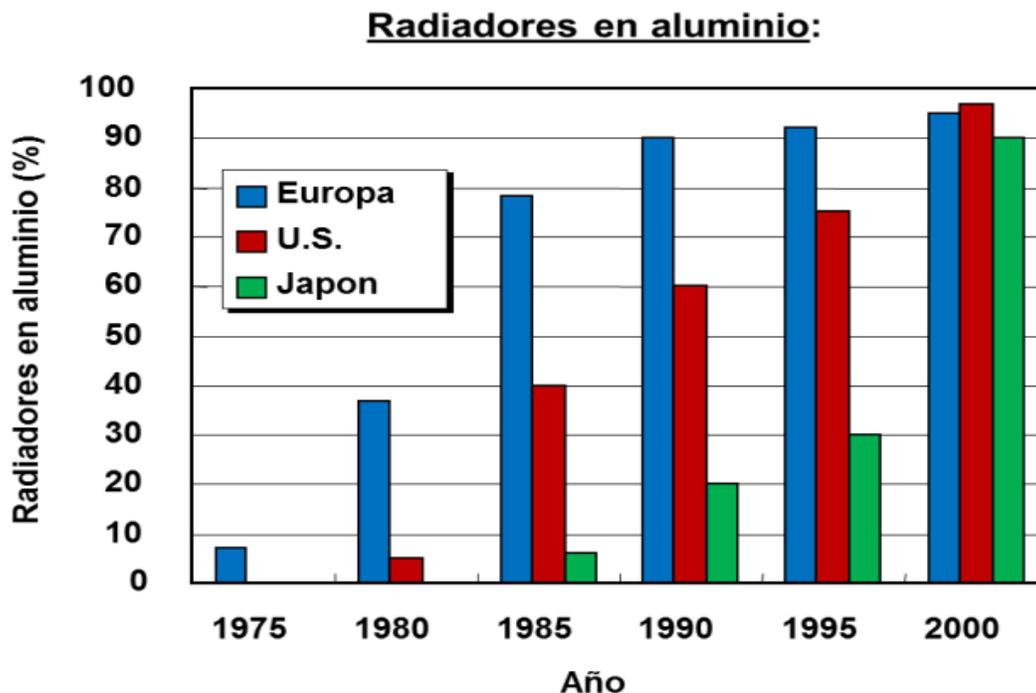


Gráfico 9: Crecimiento porcentual de radiadores de aluminio producidos en Europa, EE.UU y Japón. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

El proceso de soldadura en Denso Manufacturing comprende la unión de componentes de aluminio mediante una aleación de aporte, que es una aleación de aluminio (Al-Si) cuyo punto de fusión es considerablemente menor que la de los componentes. Esta aleación de aporte generalmente está situada en la adyacencia o entre los componentes a ser unidos. El conjunto se calienta hasta una temperatura en la que el aporte se funde, pero no los componentes. Después de enfriar, se forma una unión metalúrgica entre el metal base y el aporte.

En la producción de intercambiadores de calor de automóviles, el metal de aporte es proporcionado por una delgada lámina o revestimiento sobre la aleación base (denominado Clad). Este revestimiento debe estar presente en solo uno de las partes a soldar. El metal base provee integridad estructural, mientras que el revestimiento de Al-Si de bajo punto de fusión se funde y fluye por capilaridad durante el proceso para poder unir los componentes luego del enfriamiento. Para garantizar la correcta unión mediante soldadura NOCOLOK, se establece como cota de proceso que la distancia máxima entre los componentes a soldar debe ser menor a 0,15 mm.

A modo de ejemplo y para un mejor entendimiento, en la figura 29 se muestra la unión de las aletas con los tubos multiport de un condensador, en donde el metal de aporte o clad está en el tubo multiport.

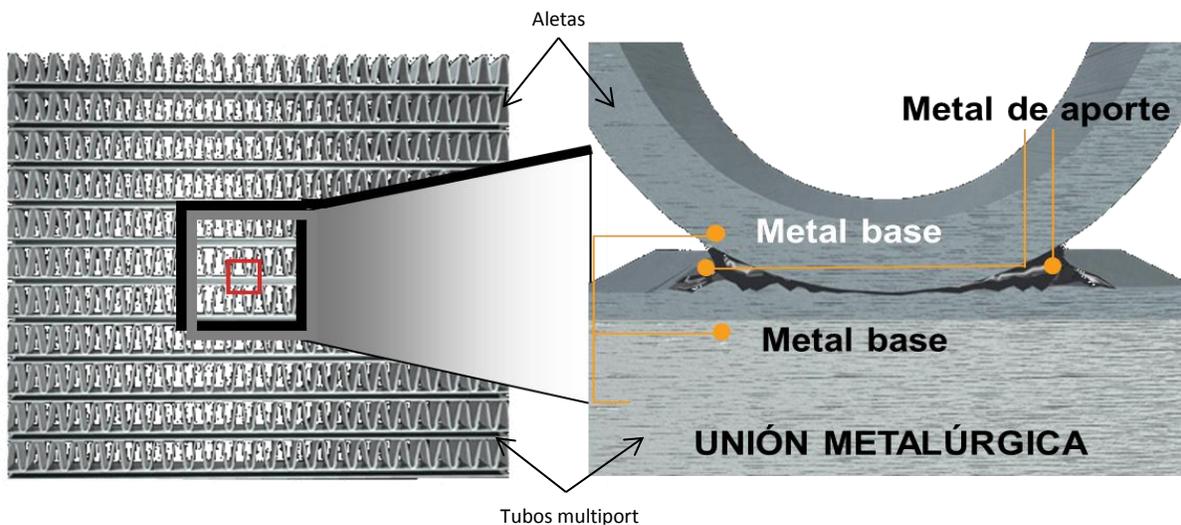


Figura 29: Soldadura NOCOLOK en un condensador. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

Por lo general, es necesario utilizar un fundente (Flux) en la soldadura de aluminio para poder remover la película de óxido de aluminio presente en todas las superficies de aluminio. El fundente debe ser capaz de desplazar la película de aluminio durante la soldadura, para permitir que el metal de aporte fluya libremente y debe evitar que las superficies se re-oxiden. Muchas técnicas y fundentes han sido desarrollados, pero un proceso es el que ha destacado, y es el de soldadura con fundente NOCOLOK.

7.2. Campo de aplicación de la soldadura NOCOLOK.

A continuación se detallan cuales son las aplicaciones más comunes en las que se utiliza el fundente NOCOLOK y posteriormente se muestra en el gráfico 10 los porcentajes de venta durante el año 2012 por tipo de industria.

A - Para qué puede ser utilizado:

1 - Intercambiadores de calor de aluminio:

- Industria automotriz.
- Aire acondicionado domésticos.
- Refrigeración industrial.
- Industria electrónica.

2 - Unión de tubos de refrigeración:

- Aluminio con aluminio.
- Aluminio con cobre.

3 - Unión de aluminio con acero inoxidable para ollas y sartenes.

4 - Fabricación de elementos de calefacción.

B - Ventas en 2012 por industria:

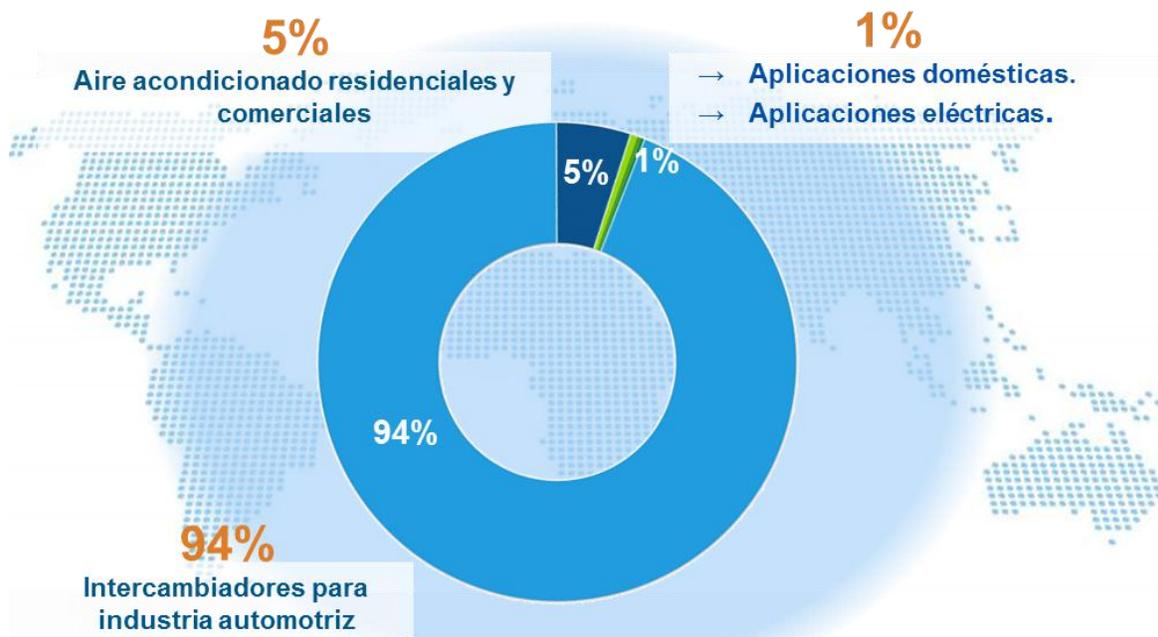


Gráfico 10: Ventas por campo de aplicación en 2012 de piezas con soldadura NOCOLOK. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

Como se observa en el gráfico 10, a pesar de tener múltiples campos de aplicación, la soldadura por NOCOLOK se utiliza casi exclusivamente en la fabricación de autopartes.

7.3. Cambios en la tecnología para la soldadura – Reseña histórica.

7.3.1. Soldadura con fundente de cloruro.

Los primeros intercambiadores de calor de aluminio soldados empleaban un fundente de cloruro; una mezcla de sales de cloruro con aditivos de fluoruros en menor cantidad. Los componentes se sumergían en un baño de sal donde la sal actúa como fundente y un medio para

elevanto al conjunto a la temperatura de soldadura. Sin embargo, esta técnica dejaba un residuo higroscópico corrosivo en el intercambiador de calor. La unidad soldada requería un tratamiento extenso post-soldadura con el objetivo de evitar una mayor acción corrosiva en la superficie soldada.

Técnicas de soldadura en horno también se emplearon usando fundente de cloruro. Para reducir los extensos tratamientos post-soldadura, se impusieron estrictos requisitos a la atmósfera del horno para reducir la carga de fundente. Sin embargo, los tratamientos post-soldar todavía se requerían para eliminar el residuo corrosivo. El costo y la contaminación de estos tratamientos post-soldadura presentaron una barrera para una mayor aplicación de esta tecnología.

7.3.2. Soldado en vacío.

Luego la atención de la industria se dirige al proceso de soldadura sin fundente, es decir, a la soldadura en vacío. Esta técnica efectivamente elimina la necesidad de tratamientos post-soldadura, pero presenta tolerancias mucho más estrictas con respecto a la atmósfera del horno, la limpieza de las superficies y en equipamiento. En este proceso, el mantenimiento de la pureza de la atmósfera era difícil y caro; pronto la atención fue redirigida a procesos que emplean fundente.

7.3.3. Soldadura con fundente NOCOLOK.

El objetivo era desarrollar un proceso que ofrezca los beneficios de la soldadura con fundente, pero evitando los inconvenientes de los tratamientos post-soldadura y la susceptibilidad a la corrosión. Entonces fue desarrollado un método de soldadura usando un fundente de fluoroaluminato de potasio, no higroscópico y no-corrosivo en aplicaciones estándar, que elimina con éxito la película de óxido de aluminio, no reacciona con el aluminio en el estado fundido o sólido y cuyo residuo solo es ligeramente soluble en agua. Este flujo y el proceso para su uso se llama el proceso de soldadura flux NOCOLOK (Non COrrusive LOKing).

En la tabla 6 se muestran los cambios en las tecnologías utilizadas para realizar la soldadura de piezas de aluminio, detallando los años de usos y las distintas aplicaciones de dichos métodos.

Cambios en la tecnología y el uso de soldadura del aluminio		
Método de soldadura		Usos (Años de aplicación)
Con fundente	Antorcha	Reparación (1965 - Presente)
	Inmersión	Evaporador - Oil cooler - Intercoler (1960 - 1985)
	Horno	Condensador - Radiador (1965 - Presente)
	Aire seco	Condensador - Radiador (1970 - 1985)
	NOCOLOK®	Condensador - Radiador - Evaporador (1980 - Presente)
	NOCOLOK® Sil	Condensador (1997 - Presente)
Sin fundente	Vacio alto	Evaporador - Radiador (1975 - Presente)
	Vacio bajo	Condensador (1975 - Presente)
	Gas inerte	Condensador - Radiador (1980 - Presente)

Tabla 6: Cambios en la tecnología y el uso de soldadura del aluminio.

7.4. El fundente NOCOLOK.

7.4.1. Producción.

El fundente NOCOLOK se produce en fase líquida, utilizando como materias primas $\text{Al}(\text{OH})_3$, HF y KOH. El resultado es un polvo blanco fino, que consiste principalmente de una mezcla de las sales de fluoroaluminato de potasio. La temperatura de soldadura depende de la composición exacta del fundente, siendo el siguiente diagrama de fase KF/ AlF_3 presentado en la figura 30 el utilizado para describir el sistema:

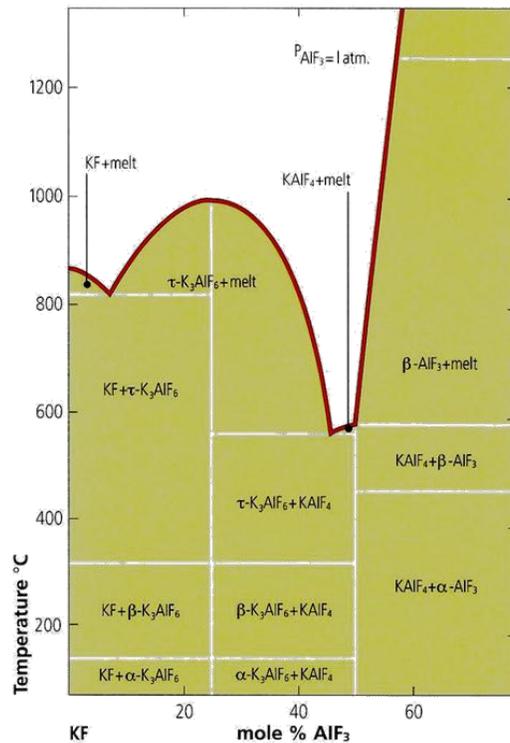


Figura 30: Diagrama de fase de fundente NOCOLOK. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

7.4.2. Características.

El punto eutéctico del fundente queda definido para el 46% mol AlF₃ en KF siendo este el punto más bajo de fusión para la combinación de K – Al – F, el cual se ubica en el rango de temperaturas de 565°C a 572°C, estando por debajo del punto de fusión de 577°C el cual corresponde a la aleación de revestimiento Al – Si (Clad).

El tamaño de partícula se encuentra en el rango de 2 μm a 50 μm. Una mayor fracción de partículas finas se evita deliberadamente, ya que esta característica reduce los niveles de polvo durante la su manipulación y todavía mantiene buenas características de suspensión.

El fundente no absorbe humedad del medio ambiente circulante (no higroscópico), y es muy poco soluble en agua (de 0,2% a 0,4%), por otro lado su vida útil es indefinida. No reacciona con el aluminio a temperatura ambiente; sólo se vuelve reactivo en estado fundido. Deja un residuo insoluble que no necesita ser eliminado.

7.4.3. El rol del fundente.

Todos los objetos de aluminio presentan en su superficie una capa de óxido de aluminio, la cual debe ser removida para que la soldadura sea posible. Una vez fundido, el fundente cumple tres funciones principales durante proceso:

1. Desplazar el óxido de aluminio de las superficies.
2. Favorecer el flujo del metal de aporte.
3. Proteger a las superficies de una re-oxidación durante la soldadura.

Disuelto en agua, el NOCOLOK es aplicado sobre las piezas a soldar, mojando las superficies de los componentes, permitiendo que el metal de aporte pueda desplazarse libremente, por acción capilar, a las uniones de los componentes a unir.

7.5. Materiales utilizados en el proceso de soldadura.

7.5.1. Aleaciones base – aleaciones de aluminio.

El aluminio en su estado puro es un material blando y dúctil. Es el metal de mayor ligereza, siendo su peso específico de $2,7 \text{ gr/cm}^3$. Para usos comerciales el aluminio requiere una mayor resistencia que la que proporciona el aluminio puro motivo por el cual industrialmente se utilizan aleaciones de aluminio, generalmente se lo alea con cobre, silicio, magnesio y zinc. Cada aleación de aluminio es designada por un número de cuatro dígitos, de acuerdo a la tabla 7:

Serie	Designación	Aleante principal	Principales compuestos en la aleación
Serie 1000	1XXX	99% al menos de aluminio	-
Serie 2000	2XXX	Cobre (Cu)	Al_2Cu - Al_2CuMg
Serie 3000	3XXX	Manganeso (Mn)	Al_6Mn
Serie 4000	4XXX	Silicio (Si)	-
Serie 5000	5XXX	Magnesio (Mg)	Al_3Mg_2
Serie 6000	6XXX	Magnesio (Mg) y Silicio (Si)	Mg_2Si
Serie 7000	7XXX	Zinc (Zn)	MgZn_2
Serie 8000	8XXX	Otros elementos	-
Serie 9000	9XXX	Serie poco usual	-

Tabla 7: Designación de las aleaciones de aluminio.

Aleaciones tales como 3003 y 3005 se utilizan comúnmente como material base para la producción de intercambiadores de calor soldados con fundente NOCOLOK.

Con el objetivo de aumentar la resistencia y la capacidad de mecanizado, algunas aleaciones contienen magnesio como elemento de aleación. Sin embargo, hay un límite a la cantidad de Mg que puede ser tolerado. Hay una reducción en la soldabilidad del horno en las aleaciones de aluminio que contienen más de 0,5% de Mg.

7.5.2. Aleación de aporte – revestimiento (cladding).

El metal base se encuentra recubierto por una delgada lámina de aleación de aluminio – silicio, la cual posee una menor temperatura de fusión que la aleación base. Esta lámina por lo general es del 5 al 10% del espesor total. El metal base y el revestimiento se muestran en la figura 31.

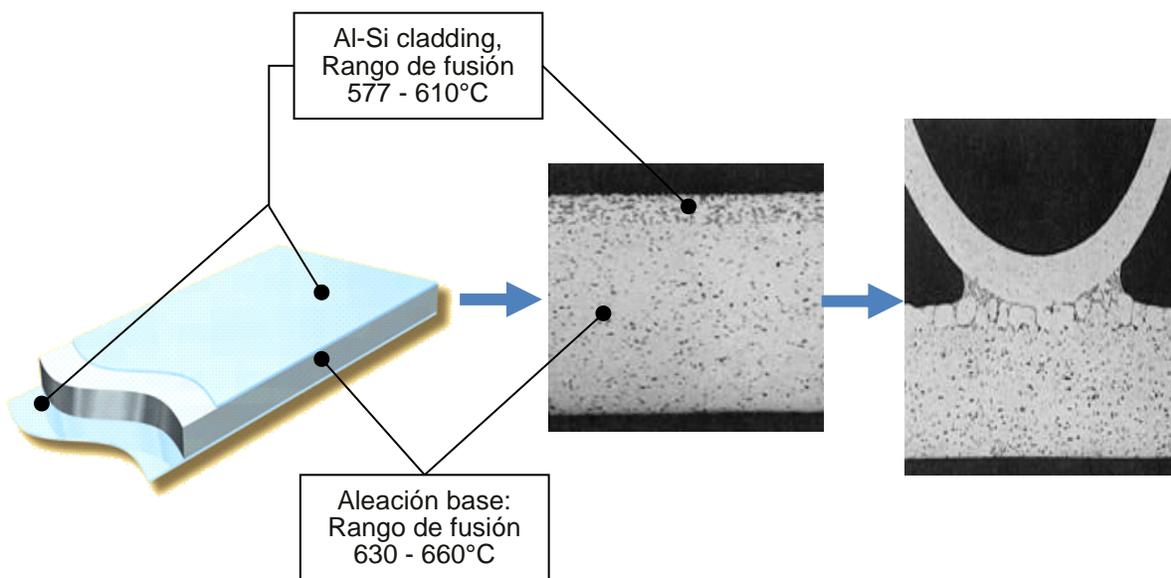


Figura 31: Revestimiento en lámina de aluminio – Metalografía de soldadura tubo multiport - aleta. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

La adición de Silicio disminuye el punto de fusión de aluminio. Este fenómeno se ilustra con el diagrama de fases Al-Si representado en la figura 32.

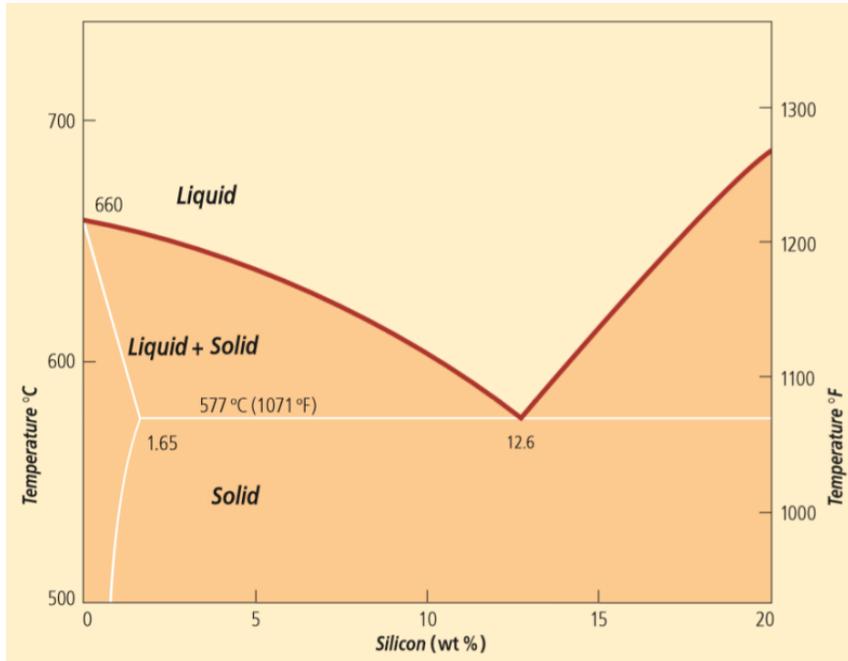


Figura 32: Diagrama de fase del revestimiento o cladding (Aleación Al-Si). Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

La composición eutéctica, es decir, la cantidad de Si requerida para producir el punto de fusión más bajo es de 12,6%. El punto de fusión en esta composición es 577 ° C. En los niveles más bajos de Si el solidus o el punto en el que comienza fusión es también 577 ° C. Comercialmente la aleación de aporte suele contener entre un 6,8% y un 13% de Silicio.

7.6. Secuencia del proceso.

En DNAR el proceso de manufactura de condensadores comienza con el procesamiento de los tubos distribuidor y tubo cuerpo filtro, luego se une el tubo distribuidor con el racor (lado in-out) y el tubo distribuidor con el tubo cuerpo filtro (lado cuerpo filtro) mediante soldadura MIG. Posteriormente se ensamblan con los tubos multiport y aletas durante el compactado para luego ser soldados en el horno de atmósfera controlada (CAB). Finalmente se coloca el filtro y el deshumificador (saccetto) y se suelda el tappo del tubo cuerpo filtro. Previo al embalaje final, se realiza un test de estanqueidad en banco de helio al 100% de los condensadores.

A continuación se representa en la figura 33 la secuencia del proceso mediante un flujograma del mismo, junto con una descripción de lo realizado en cada una de las operaciones.

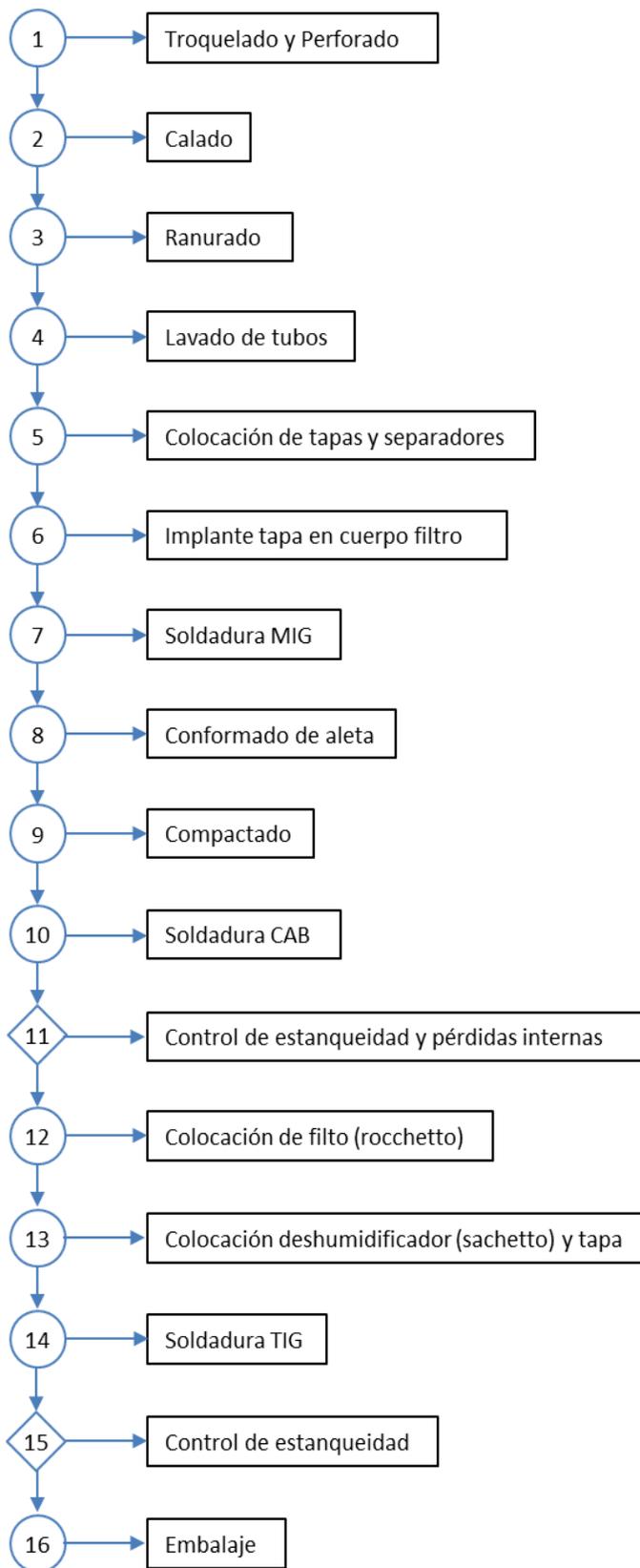


Figura 33: Flujograma de operaciones de manufactura de condensadores.

Operación 1 – 2 – 3: Procesamiento de los tubos distribuidores y cuerpo filtro.

Operación 4: La suciedad y el polvo, los condensados y la mayoría de los aceites de fabricación deben ser eliminados, porque afectan la apariencia del condensador luego del soldado, y los residuos del carbono pueden ocasionar problemas de corrosión.

Operación 5 – 6: Colocación de tapas laterales e internas de los tubos distribuidor y cuerpo filtro.

Operación 7: Unión de tubo distribuidor con tubo cuerpo filtro y tubo distribuidor con racor.

Operación 8: Transformación de materia prima (nastro de aluminio) en aletas.

Operación 9: Ensamblado de componentes (tubos distribuidores, aletas y tubos multiport).

Operación 10: Soldado en horno de atmósfera controlada.

Operación 11: Control de pérdidas internas del condensador.

Operación 12 – 13: Colocación de componentes del condensador.

Operación 14: Soldadura de tapa a tubo cuerpo filtro.

Operación 15: Control de pérdidas externas en banco de helio.

Operación 16: Embalaje final y disposición para expedición.

En este proceso productivo es donde se realiza la mejora para eliminar la ocurrencia de la falla causante de la mayor parte de los reclamos de campo y permitir la detección de esta durante proceso. Como se ha anticipado previamente, la falla consiste en pérdida de refrigerante del sistema de aire acondicionado como consecuencia de una incorrecta soldadura del racor y el tubo distribuidor. La mejora implica modificar el herramental utilizado para posicionar el tubo distribuidor y el racor para asegurar su correcta unión mediante soldadura MIG en la operación 7. Con la finalidad de garantizar la detección del modo de falla, se realiza una modificación en el método de trabajo de la operación 10, en la cual el operador ingresa el condensador en el horno de atmósfera controlada (Soldadura CAB).

7.7. Partes y funcionamiento de un condensador.

Se realizará una descripción del funcionamiento y los componentes del condensador modelo 5A, ya que sobre este modelo se basará el trabajo, el cual es montado en el módulo de refrigeración del Fiat Palio, junto al radiador y el electro ventilador.

El principio de funcionamiento de un condensador consiste en que el aire proveniente del exterior del automóvil, el cual se encuentra a menor temperatura que el refrigerante del sistema de aire acondicionado, circula a través de este para de esta manera cederle calor al medio ambiente. El refrigerante entra en el condensador en estado gaseoso, circula por este dentro de los tubos multiport, realizando el intercambio de energía, y a la salida del condensador se encuentra en estado líquido. Como el intercambio térmico se realiza por medio de convección, es necesario aumentar la superficie de contacto entre el condensador y el aire circulante para aumentar su eficiencia, razón por la cual en el espacio entre los tubos multiport se encuentran unas láminas de aluminio a las que se las denomina aletas.

El condensador 5A posee los siguientes componentes:

1. Tubos multiport.
2. Racor in/out.
3. Tubos distribuidor.
4. Tubo cuerpo filtro.
5. Separadores y tapas.
6. Fijaciones.
7. Soporte o fianchetto.
8. Filtro (rocchetto) y deshumidificador (sacchetto).
9. Aletas.

En la figura 34 a continuación se muestra al condensador 5A en vista frontal e isométrica luego del soldado de todos sus componentes y posteriormente se realizará una descripción de la función de los componentes de mayor importancia para el desempeño del condensador.

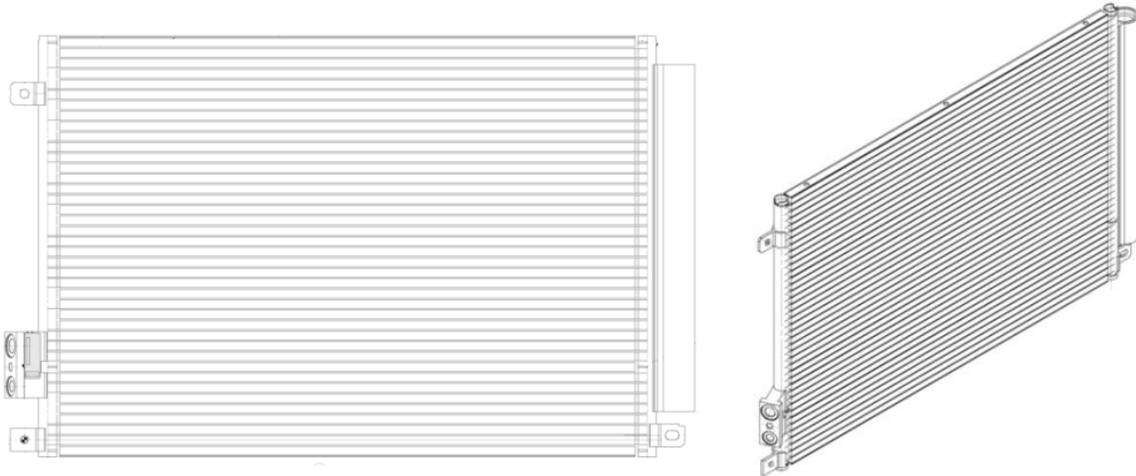


Figura 34: Vista frontal e isométrica de un condensador 5A soldado. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

El cuerpo del condensador 5A está constituido por 39 tubos multiport unidos entre sí por la soldadura de las aletas. Los tubos multiport son tubos extruidos de aluminio constituidos en su interior por 21 orificios por los cuales circula el refrigerante, en la figura 35 puede observarse un corte transversal de un tubo multiport. Las aletas son confeccionadas a partir de nastros de aluminio, de 12 mm de ancho y 0,08mm de espesor, el cual está recubierto por una lámina de aleación de aluminio – silicio que funde a menor temperatura que el aluminio y actúa como material de aporte para la soldadura.



Figura 35: Corte transversal de tubo multiport. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

En los extremos superior e inferior del cuerpo se encuentran los soportes o fianchettos, los cuales le brindan soporte, y en los laterales del condensador se encuentran los tubos distribuidores. Por un lado se encuentra el tubo in-out, que consiste en el tubo distribuidor soldado al racor, pieza que une el condensador con el sistema de aire acondicionado, donde se ingresa y sale el refrigerante del condensador. Por otro lado se encuentra el tubo distribuidor unido al tubo cuerpo filtro, en donde se ubican el filtro y el deshumidificador (sachetto). En la figura 35 se ilustra un racor, un tubo distribuidor in-out y un tubo distribuidor cuerpo filtro.



Figura 36: Vistas isométricas de racor – tubo distribuidor in-out – tubo distribuidor cuerpo filtro. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

Los tubos distribuidores se encuentran soldados a los tubos multiport y son los encargados de transportar al refrigerante hacia ellos. Estos tubos se encuentran separados en parte de ingreso y retorno del refrigerante por medio de los settos. Estos son piezas metálicas que atraviesan transversalmente los tubos distribuidores, y tienen la función de impedir filtraciones de refrigerante de la parte de ingreso hacia la de retorno sin que el mismo realice el flujo normal por los tubos multiport.

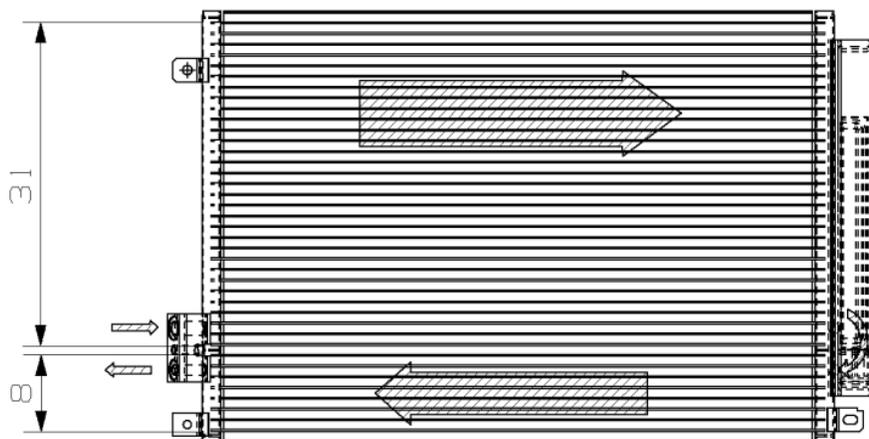


Figura 37: Flujo del refrigerante en el condensador. Fuente: Denso Manufacturing Argentina S.A.

En la figura 37 se muestra el flujo de refrigerante dentro de un condensador 5A. El mismo ingresa al condensador por el racor y circula por los 31 tubos multiport superiores hacia el tubo distribuidor – cuerpo filtro, para retornar por los 8 tubos multiport restantes, luego de atravesar el filtro y el deshumidificador.

Este es el producto sobre el cuál se desarrollará el estudio de las causas de ocurrencia de la falla y no detección de la misma dentro del proceso de producción en Denso Manufacturing Argentina, la cual es origen de la mayor parte de los reclamos de campo. La deficiencia en la soldadura era producida por un incorrecto posicionamiento del racor y el tubo distribuidor en el puesto de soldadura MIG, dejando un “gap” o distancia excesiva entre los componentes.

8. Análisis de los reclamos de garantía.

En los apartados previos se realizó una descripción de la empresa en la cual se ha desarrollado el trabajo, analizando sus puntos más relevantes como son sus clientes, productos comercializados, entorno donde desarrolla su actividad comercial, competidores y ventajas competitivas de la misma. Luego se realizó una explicación del funcionamiento y los componentes del sistema de aire acondicionado en general, y posteriormente del condensador y su proceso de fabricación en particular, para proveer una base teórica para sustentar los análisis y la toma de decisiones desarrolladas en el trabajo.

El objetivo general del trabajo consiste en eliminar el modo de falla que se determine como causante de la mayor cantidad y costos de reclamos de campo. Para cumplir con este objetivo se realizará en el apartado a continuación un análisis del total de reclamos de campo, estratificando los mismos hasta determinar cuál modo de falla es el que debe ser eliminado. Una vez identificada la falla, se procederá a realizar un estudio para obtener la causa raíz de la misma y posteriormente se desarrollarán contramedidas para eliminar la ocurrencia del defecto y posibilitar su detección dentro del proceso productivo.

El desarrollo de esta actividad se ha basado en la aplicación de la metodología de los círculos de control de calidad, del cual formaron parte un grupo interdisciplinario de colaboradores de distintas áreas de la empresa, y se ha apoyado en el uso de las herramientas de calidad para realizar los análisis de los reclamos, estudio del modo de falla y la implementación de mejoras en el proceso de producción.

El análisis de los reclamos de garantía abarca el total de los reclamos debitados a la empresa durante el período comprendido entre Julio 2012 y Julio 2013. Este análisis se desarrolló teniendo como base para el análisis dos factores principales: la cantidad de piezas reclamadas por tipo de defecto y los costos asociados a cada tipo de reclamo.

Teniendo en cuenta las piezas reclamadas, mediante la aplicación de la herramienta de diagrama de Pareto se buscará identificar el modelo de pieza y el modo de falla que concentran la mayor cantidad de reclamos y costos, para identificar cuál eliminar para cumplir con el objetivo planteado. De esta manera se logrará la mayor reducción de las cantidades de reclamos de campo recibidos y los costos de no calidad asociados a ellos, consiguiendo de esta manera el mayor beneficio económico posible para la empresa.

En el período en análisis han sido debitadas un total de 47 piezas retornadas de campo, por un monto total de 30.987,26 R\$ (Reales). Cabe aclarar que todos los costos que se mencionan se encuentran en Reales, ya que es la moneda en la cual se informan los débitos a ser cobrados. En la tabla 8 se muestra el detalle de cada uno de los reclamos, indicando el IO (Informe de Ocurrencia) del reclamo, la fecha en que fue recibido el reclamo, el código de la parte reclamada, y el costo asociado a cada pieza reclamada.

Ítem	I.O.	Fecha de Reclamo	Modelo	Defecto	Costo (R\$)
1	239-12	04/12/2012	040852010	Pérdida por tubo fisurado	301,47
2	223-12	03/12/2012	150010200	Pérdida por vaschetta	759,53
3	049-13	19/03/2013	150010200	Pérdida por vaschetta	766,2
4	223-12	03/12/2012	5A0275080	Pérdida por setto	524
5	223-12	03/12/2012	5A0275080	Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	556,82
6	223-12	03/12/2012	5A0275080	Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	583,9
7	239-12	04/12/2012	5A0275080	Pérdida por setto	570,48
8	239-12	04/12/2012	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	614,8
9	014-13	24/01/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	573,85
10	014-13	24/01/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	564,85
11	014-13	24/01/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	613,56
12	014-13	24/01/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	652,36
13	014-13	24/01/2013	5A0275080	Perdida Tubo Distribuidor - Tubo Multiport	537,02
14	014-13	24/01/2013	5A0275080	Pérdida por setto	583,9
15	014-13	24/01/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	527,21
16	019-13	24/01/2013	5A0275080	Pérdida por Soldadura MIG	656,7
17	040-13	14/02/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	581,13
18	049-13	19/03/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	580,48
19	049-13	19/03/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	626,21
20	049-13	19/03/2013	5A0275080	Perdida por soldadura	572,42
21	070-13	19/03/2013	5A0275080	Pérdida por Soldadura MIG	636,86
22	070-13	19/03/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	533,61
23	070-13	19/03/2013	5A0275080	Pérdida por setto	641,52
24	092-13	15/04/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	527,97
25	092-13	15/04/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	587,21
26	092-13	15/04/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	837,65
27	092-13	15/04/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	583,43
28	168-13	04/05/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	599,88
29	168-13	04/05/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	617,09

30	168-13	04/05/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	660,37
31	278-13	13/08/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	606,51
32	183 - 12	17/11/2012	5E0778080	Pérdida interna (Trafilamento setto)	661,17
33	183 - 12	17/11/2012	5E0778080	Pérdida interna (Trafilamento setto)	644,26
34	223-12	03/12/2012	5E0778080	Semi obstruido	732,07
35	239-12	04/12/2012	5E0778080	Pérdida interna (Trafilamento setto)	717,56
36	019-13	24/01/2013	5E0778080	Pérdida interna (Trafilamento setto)	625,66
37	049-13	19/03/2013	5E0778080	Semi obstruido	605,76
38	049-13	19/03/2013	5E0778080	Pérdida (Tubo Multiport golpeado)	714,05
39	070-13	19/03/2013	5E0778080	Pérdida (Tubo Multiport golpeado)	631,74
40	217-13	08/07/2013	5E0778080	Pérdida (Tubo Multiport golpeado)	957,84
41	217-13	08/07/2013	5E0778080	Semi obstruido	742,77
42	250-13	25/07/2013	5E0778080	Pérdida interna (Trafilamento setto)	651,5
43	250-13	25/07/2013	5E0778080	Pérdida interna (Trafilamento setto)	887,52
44	250-13	25/07/2013	5E0778080	Pérdida interna (Trafilamento setto)	884,28
45	266-13	09/08/2013	5E0778080	Pérdida interna (Trafilamento setto)	1617,55
46	168-13	04/05/2013	5E2775080	Perdida Tubo Distribuidor - Tubo Multiport	715,65
47	251-13	25/07/2013	5F2775080	Perdida Tubo Distribuidor - Tubo Multiport	660,89

Tabla 8: Detalle del total de reclamos de campo debitados. Período Julio 2012 – Julio 2013.

Los códigos de piezas 5A0275080 – 5E0778080 – 5F2775080 corresponden a modelos de condensadores soldados con tecnología NOCOLOK, mientras que los códigos 040852010 y 150010200 corresponden a modelos de masas radiantes.

Con el objetivo de lograr una mejor visualización de la información de los reclamos de campo y posibilitar una mejor comprensión, se toman los datos de la tabla 8 y se los ordena en una nueva tabla de doble entrada. Por un lado, en las columnas, se han agrupado los reclamos según los códigos de los modelos y por otro lado, en las filas, se han agrupado los reclamos según el modo de falla que los causa. Se obtiene como resultado las cantidades totales de reclamos recibidos y los costos totales debitados clasificando a los mismos según el modelo y el modo de falla. En esta tabla el tipo de modelo reclamado y los distintos modos de falla se encuentran ordenados de mayor a menor de acuerdo al costo total debitado.

Modelo \ Modo de falla	5A0275080	5E0778080	150010200	5F2775080	040852010	Cantidad total por modo de falla	Costo total por modo de falla (R\$)
	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	12					
Pérdida interna (Trafilamento setto)		8				8	6689,5
Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	8					8	4851
Pérdida por setto	4					4	2319,9
Pérdida (Tubo Multiport golpeado)		3				3	2301,63
Semi obstruido		3				3	2080,6
Perdida Tubo Distribuidor - Tubo Multiport	1	1		1		3	1913,56
Pérdida por vaschetta			2			2	1525,73
Pérdida por Soldadura MIG	2					2	1293,56
Perdida por soldadura	1					1	572,42
Pérdida por tubo fisurado					1	1	301,47

Cantidad total por modelo	28	15	2	1	1	47	30987,26
Costo total por modelo	16751,79	11789,38	1525,73	660,89	301,47		

Tabla 9: Reclamos de campo – Modelos Vs Modos de falla.

Del procesamiento de los datos detallados en la Tabla 9 se obtiene como primera información las cantidades de reclamos y los costos totales recibidos por modelo y porcentaje correspondiente a cada modelo respecto al total de reclamos y el total de costos debitados, mostrándose los mismos en la siguiente tabla:

Modelo	Cantidad	Porcentaje del Total Reclamado	Costo (R\$)	Porcentaje del Total de Costos
5A0275080	28	62,22%	16751,79	53,99%
5E0778080	15	33,33%	11789,38	37,99%
150010200	2	4,44%	1525,73	4,92%
5F2775080	1	2,22%	660,89	2,13%
040852010	1	2,22%	301,47	0,97%

Tabla 10: Cantidad de reclamos y costos por modelo.

A partir de la tabla 10 expuesta anteriormente, se obtendrán los Diagramas de Pareto de las cantidades reclamadas y costos debitados, analizando a los mismos según el modelo de la pieza reclamada.

Las cantidades reclamadas por modelo y sus respectivos porcentajes se muestran en el gráfico 11:

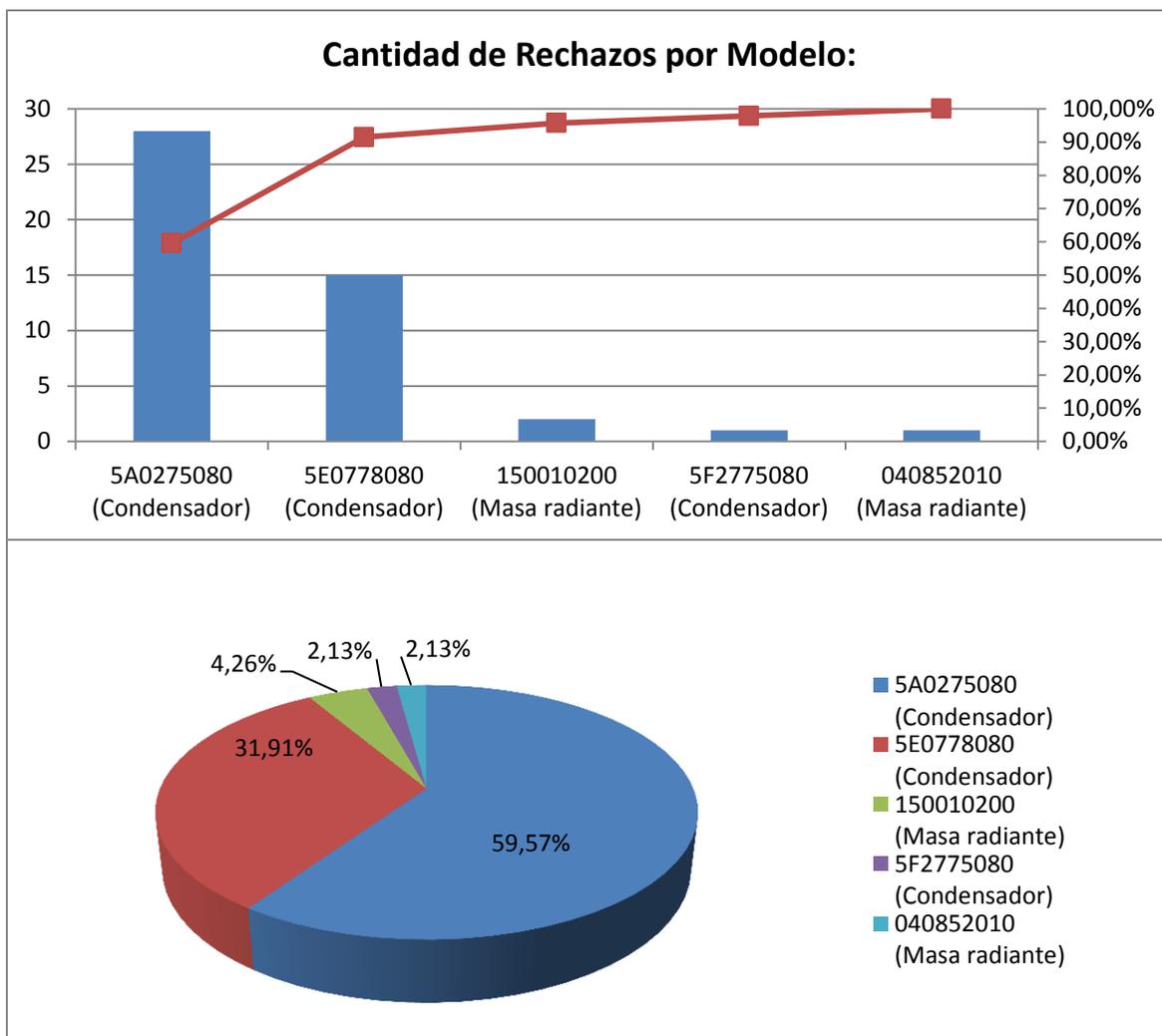


Gráfico 11: Cantidad de reclamos por modelo.

Mediante el análisis de la información contenida en el gráfico 11 se obtiene que del total de los reclamos debitados en el período en estudio, el 93,61% de los mismos corresponde a condensadores, y el 6,39% restante corresponde a masas radiantes. Dentro del 93,61% correspondiente a condensadores, el 91,48% pertenece a los modelos de condensadores 5A y 5E.

Los costos debitados por modelo y sus respectivos porcentajes se muestran en el gráfico 12:

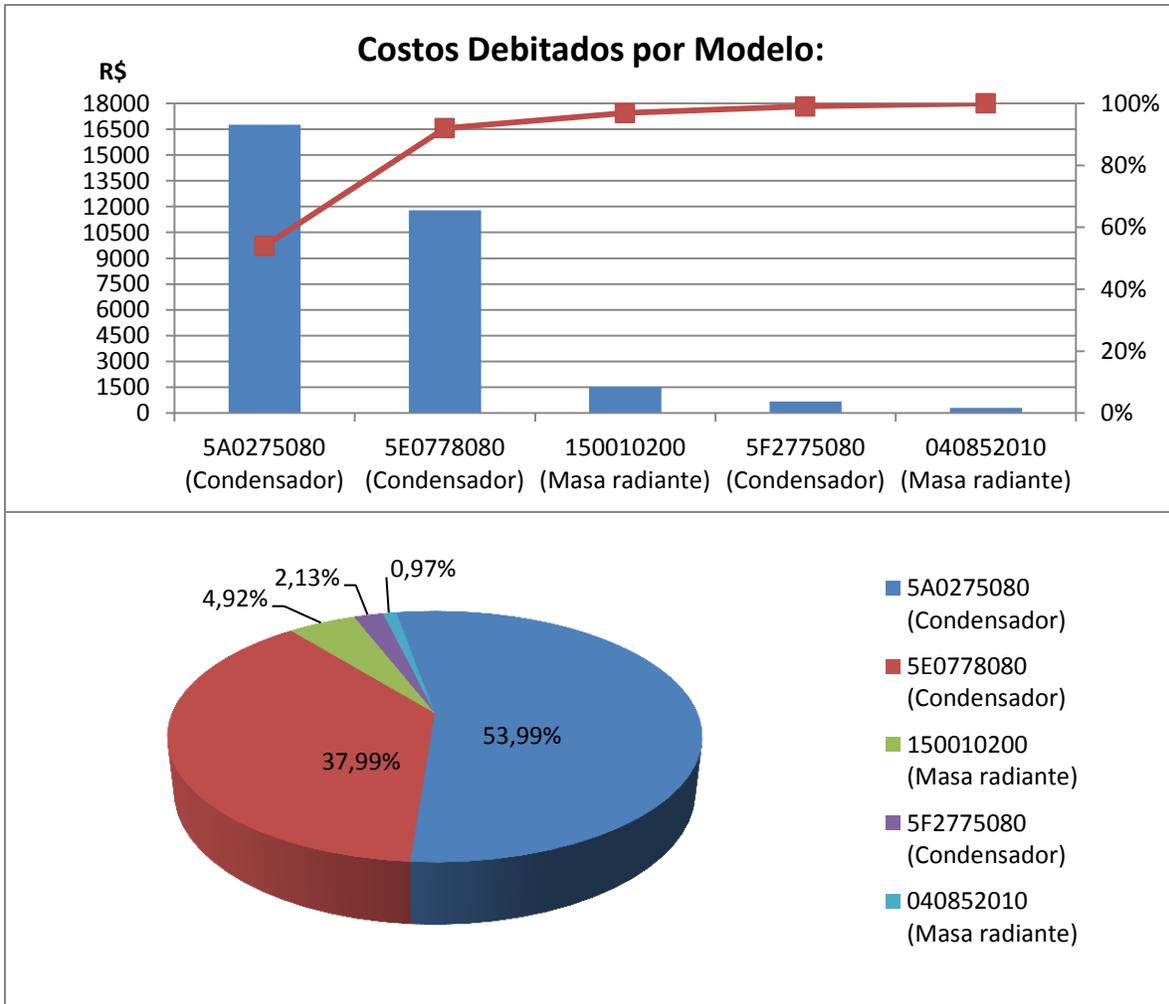


Gráfico 12: Costos debitados por modelo.

Analizando los costos debitados por modelo expuestos en el gráfico 12 se observa que el 94.11% de los débitos pertenecen a condensadores, y el 5,89% de los débitos pertenecen a masas radiantes. Dentro del 94,11% correspondiente a los reclamos de condensadores, el 91,98% de los mismos pertenecen a los modelos 5A y 5E.

Considerando esta amplia diferencia que se obtiene en los porcentajes, tanto de los correspondientes a las cantidades de reclamos recibidos como en los costos debitados, queda en evidencia la necesidad de reducir los reclamos de campo correspondiente al proceso de manufactura de condensadores mediante soldadura NOCOLOK y de continuar con el análisis de los reclamos de campo enfocándose en los modos de falla que han ocasionado los mismos en los modelos 5A y 5E.

A continuación, a partir de los datos detallados en la tabla 8 se obtienen la información de los modos de falla, discriminando la cantidad recibida por cada uno y los costos debitados asociados a los mismos, y los porcentajes correspondientes a cada uno de ellos. Los resultados se muestran en la siguiente tabla ordenados según las cantidades reclamadas:

Modo de Falla	Cantidad	Porcentaje de Total Modo de Falla	Costo (R\$)	Porcentaje de costos	Modelos afectados
Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	12	25,53%	7137,89	23,03%	5A
Pérdida interna (Trafilamento setto)	8	17,02%	6689,50	21,59%	5E
Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	8	17,02%	4851,00	15,65%	5A
Pérdida por setto	4	8,51%	2319,90	7,49%	5A
Semi obstruido	3	6,38%	2080,60	6,71%	5E
Perdida Tubo Distribuidor - Tubo Multiport	3	6,38%	1913,56	6,18%	5A - 5E - 5F
Pérdida (Tubo Multiport golpeado)	3	6,38%	2301,63	7,43%	5E
Pérdida por vaschetta	2	4,26%	1525,73	4,92%	Masa radiante
Pérdida por Soldadura MIG	2	4,26%	1293,56	4,17%	5A
Perdida por soldadura	1	2,13%	572,42	1,85%	5A
Pérdida por tubo fisurado	1	2,13%	301,47	0,97%	Masa radiante

Tabla 11: Cantidad de reclamos y costos por modo de falla.

A partir de la tabla 11 expuesta anteriormente, se obtendrán los Diagramas de Pareto de las cantidades reclamadas y costos debitados, analizando a los mismos según el modo de falla reclamado.

Las cantidades de reclamadas por modo de falla se muestran en el gráfico 13:

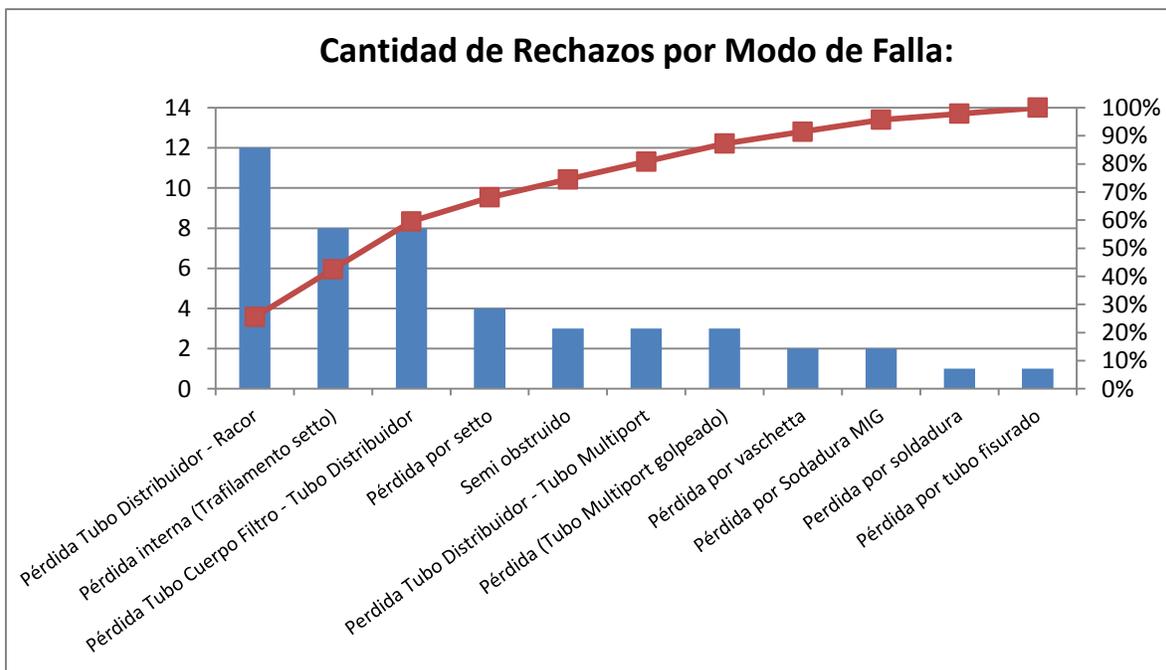


Gráfico 13: Cantidad de rechazos por modo de falla.

Se observa en el gráfico 13 que el 59,57% de los reclamos corresponden a tres modos de falla: Pérdida tubo distribuidor – racor, Pérdida interna (Trafilamento setto) y Pérdida Tubo Cuerpo Filtro – Tubo distribuidor, siendo la Pérdida en tubo distribuidor – racor el modo de falla con mayor cantidad de reclamos (doce casos – 25,53%). El 40,43% complementario se reparte entre los ocho modos de falla restantes.

Los costos debitados por modo de falla y sus respectivos porcentajes se muestran en el gráfico 14:

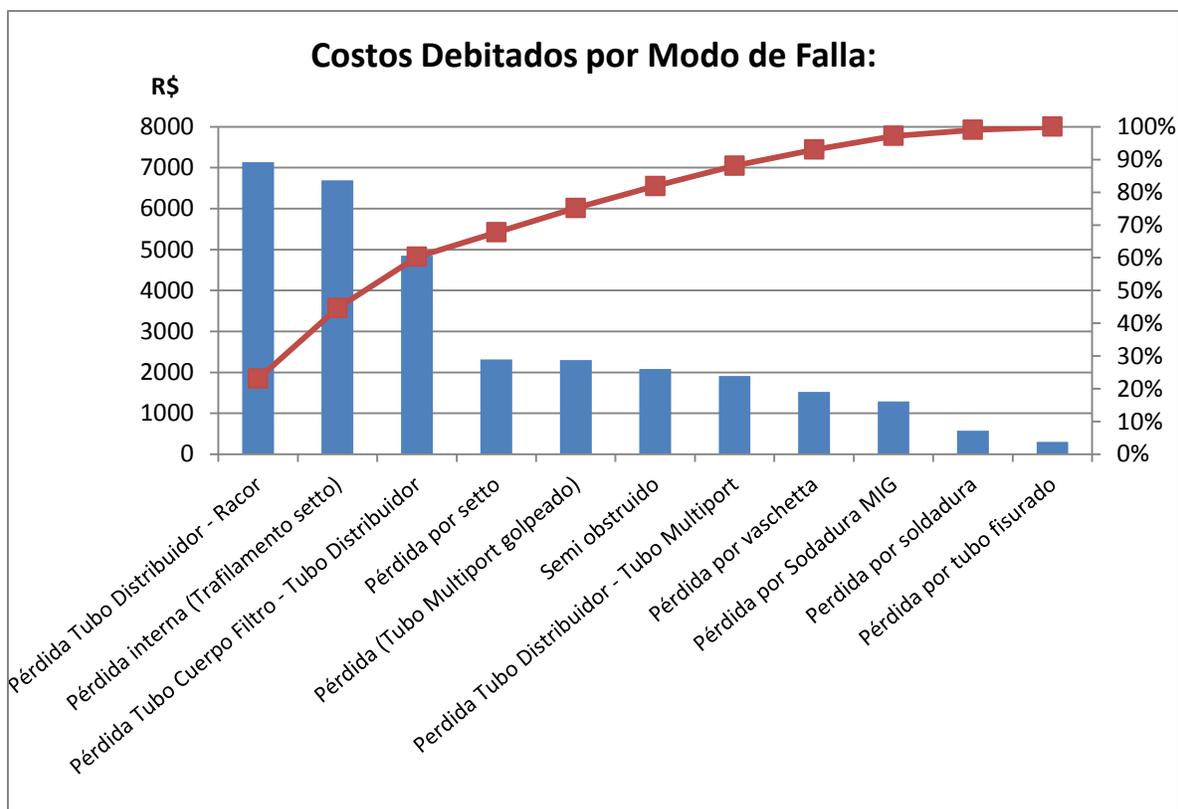


Gráfico 14: Costos debitados por modo de falla.

Mediante el análisis del gráfico 14 se obtiene que el 60,28% de los costos corresponden a los tres modos de falla anteriormente mencionados. Se observa que el modo de falla con mayores costos asociados corresponde al modo de falla con mayor cantidad de reclamos, el cual es Pérdida en Tubo Distribuidor – Racor, que representa el 23,03% de los costos, y posee un costo unitario de 594,82 R\$. Sin embargo, el defecto de pérdida interna (Trafilamento setto) es el que posee el mayor costo unitario por reclamo, el cual es de 836,19 R\$., e implica el 21,59% del total y luego Pérdida Tubo Cuerpo Filtro – Tubo distribuidor que representa el 15,65 % del total debitado y posee un costo unitario de 606,38 R\$.

Realizado el análisis de los reclamos de campo, se ha logrado identificar mediante los diagramas de Pareto cuales han sido las piezas con mayor cantidad de reclamos y mayores costos

asociados, y por otro lado se han identificado los modos de fallas que provocaron la mayor cantidad de reclamos y costos de no calidad.

A continuación se realizará un estudio en mayor profundidad con la finalidad de vincular los modelos identificados previamente con los modos de fallas con el objetivo de definir cuál será el modelo y modo de falla a eliminar en el proceso de manufactura.

9. Selección del tema.

A partir de los datos de la tabla 10 y los gráficos 11 y 12 se ha obtenido que los modelos 5A y 5E son los que abarcan más del 90% de las cantidades reclamadas y los costos debitados; por otro lado, de la tabla 11 y los gráficos 13 y 14 se obtiene los tres modos de fallas que ocasionan la mayor parte de los reclamos y los costos, los cuales son: Pérdida tubo distribuidor – racor, pérdida interna (Trafilamento setto) y Pérdida Tubo Cuerpo Filtro – Tubo distribuidor. A continuación se mostrará en la tabla 12 la relación ente estos tres modos de falla y los modelos de condensadores 5A y 5E, de acuerdo a cantidades y costos debitados.

Modo de falla \ Modelo	5A0275080	5E0778080
	Pérdida interna (Trafilamento setto)	
Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	12	
Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	8	
	20	8

Modo de falla \ Modelo	5A0275080	5E0778080
	Pérdida interna (Trafilamento setto)	
Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	7137,89	
Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	4851	
	11988,89	6689,5

Tabla 12: Relación cantidades – débitos según modelo y modo de falla.

Se observa que el modelo con más reclamos y costos asociados corresponde al 5A y el modo de falla con mayor ocurrencia y débitos corresponde a Pérdida en Tubo Distribuidor – Racor, el cual se presenta en este mismo modelo de condensador.

De la información contenida en la tabla 12 se está en condiciones de tomar la decisión sobre cuál será el modo de falla a eliminar. De acuerdo con estos datos, el mismo será Pérdida en Tubo Distribuidor – Racor, en el modelo de condensador 5A.

La decisión se fundamenta en que, como se estableció anteriormente, el estudio se realizó basándose en las cantidades reclamadas y costos de no calidad asociados a cada modelo y modo de falla. Al finalizar este análisis, se llega a la conclusión de que el modelo 5A, con la falla Pérdida Tubo Distribuidor – Racor es el causante de la mayor parte de los reclamos y los débitos recibidos en el período en estudio. Por lo tanto, eliminando este defecto se logrará cumplir con el objetivo de minimizar tanto los reclamos de campo como los costos de no calidad asociados a ellos.

10. Descripción del Modo de Falla.

Definido ya el defecto a eliminar, se realizará una descripción de los efectos producidos por el modo de falla, el cual es reclamado por el cliente final. De los condensadores recuperados de campo, y su análisis visual y funcional se encuentran los siguientes casos ilustrados en la figura 38:



Figura 38: Inspección visual de los reclamos de campo.

Mediante la inspección visual de los condensadores reclamados, se observa que el cordón de soldadura entre el racor y el tubo distribuidor se encuentra incompleto, es decir que la unión entre ambos componentes ha sido insuficiente. Esta misma condición está presente en todos los reclamos recibidos.

Realizado en primer lugar un análisis visual de las piezas, se procede posteriormente a realizar un análisis funcional de las mismas. El requisito fundamental de este tipo de partes del sistema de aire acondicionado es que las mismas deben ser estancas, es decir, que durante el uso

estas no deben presentar pérdida de líquido refrigerante. Para realizar el análisis funcional de estos condensadores, se realiza un test de estanqueidad en una batea de agua, utilizando aire a alta presión (30 bar) como fluido para realizar la prueba.

Durante la prueba de estanqueidad de los condensadores reclamados se observa claramente la pérdida de fluido que presentan en la zona de unión del racor y el tubo distribuidor. Esta situación se observa en la figura 39.

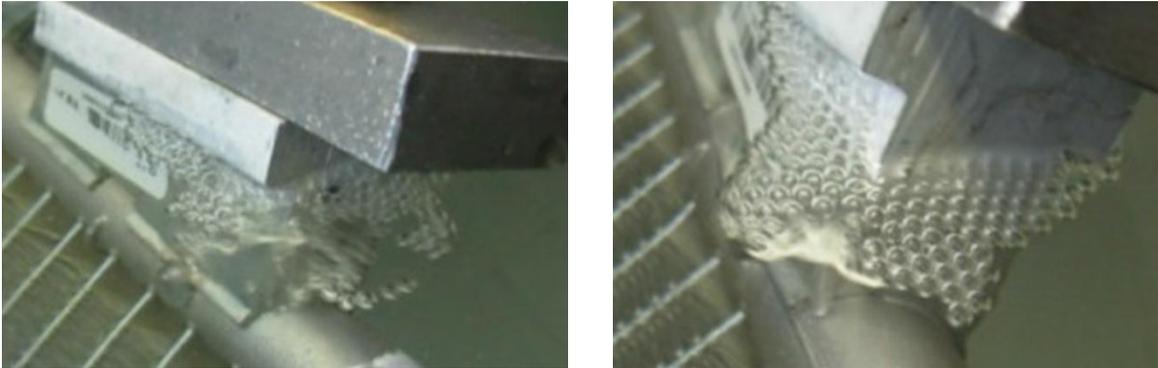


Figura 39: Análisis funcional de los reclamos de campo.

En el proceso de manufactura de condensadores de DNAR, la estanqueidad de estos es controlada 100% al final de línea, mediante una prueba con helio. Este test de estanqueidad es de mayor rigurosidad que el realizado con aire, debido a que el tamaño de la molécula de helio es 16 veces menor que la de aire. Por este motivo, se deberá establecer las causas, no solo de por qué ocurrió el defecto, sino también de por qué no se detectó el mismo durante el control final en el proceso productivo.

11. Análisis de causas del Modo de Falla.

Para comenzar con el análisis de las causas del defecto se realizará un primer estudio en los puestos de trabajo que se determinan críticos en la ocurrencia y no detección del modo de falla, con una descripción de las operaciones realizadas en los mismos. Los puestos que se consideran críticos son la estación de soldadura MIG, donde se unen el racor y las fijaciones al tubo distribución, y el ingreso de la pieza al horno de soldadura CAB.

Como primera aproximación a los puestos de trabajo, se ubicarán los mismos en el lay-out de la planta del área de soldadura NOCOLOK, para luego realizar la descripción de las operaciones que realiza el operario en las mismas.

11.1. Lay-out área de soldadura NOCOLOK:

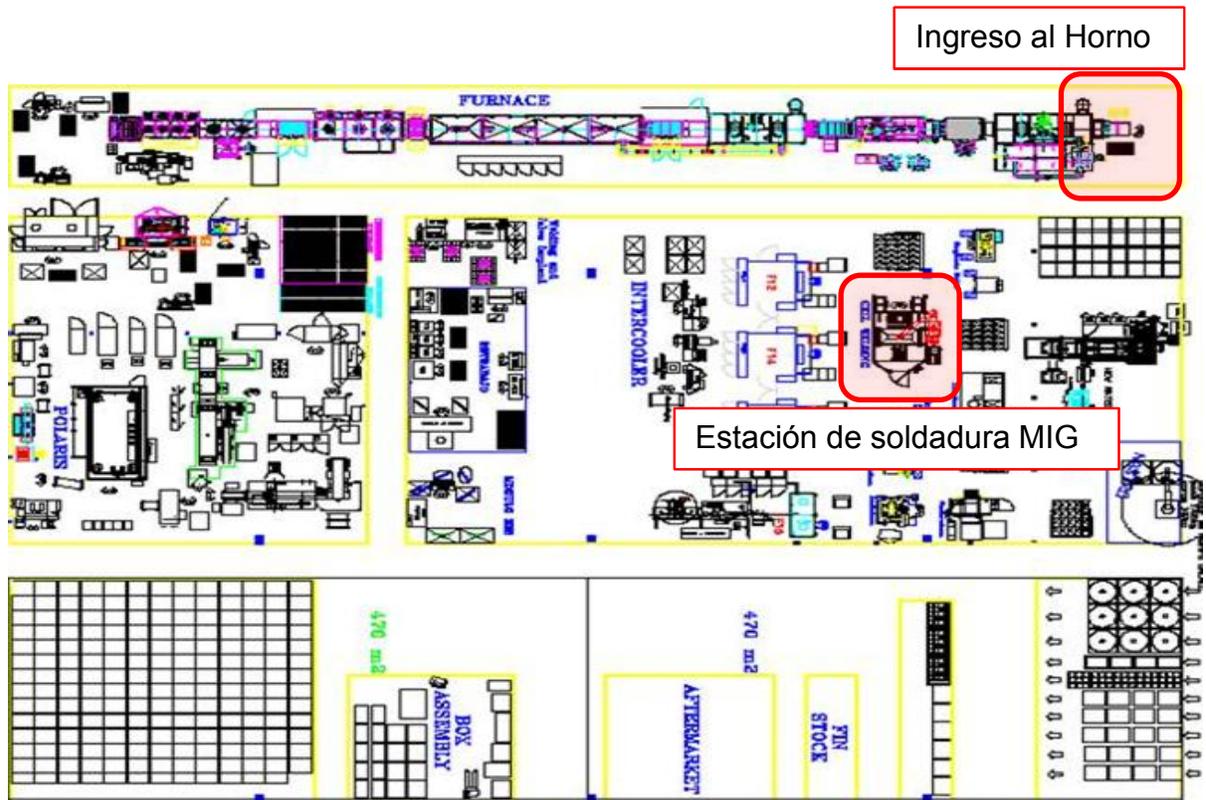


Figura 40: Lay-out del área de soldadura NOCOLOK.

A estos dos puestos de trabajo se los consideraran críticos porque es en ellos en donde se analizarán las operaciones realizadas con el objetivo de determinar las causas del defecto. En la estación de soldadura MIG se unen los componentes de la parte del condensador en donde se manifiesta la falla, por este motivo se estudiará allí la causa de ocurrencia del modo de falla. Por otro lado, en el ingreso al horno es donde, luego del ensamblado de todos los componentes del condensador, este es dispuesto para su soldadura, para luego ser controlados, por este motivo se estudiará allí la causa de no detección del modo de falla.

Establecidos los puestos de trabajo en donde se realizará el estudio para determinar las causas de ocurrencia y no detección del modo de falla, se comenzará por describir las operaciones realizadas por el personal de producción según el método de trabajo establecido para dicho puesto. En primer lugar se describirá la operación 7 del proceso de manufactura, la cual es la estación de soldadura MIG. En el gráfico a continuación se describe la secuencia de trabajo, acompañada de imágenes para ilustrar el proceso.

11.2. Estación de soldadura MIG: Operación 7 del proceso.

La descripción de las operaciones realizadas en este puesto de trabajo, y su correspondiente ilustración se observan en la figura 41 a continuación.

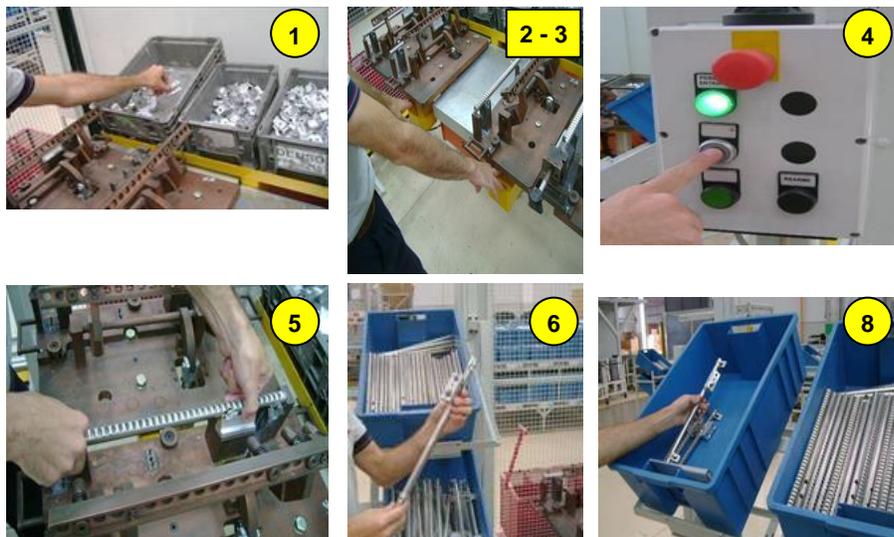
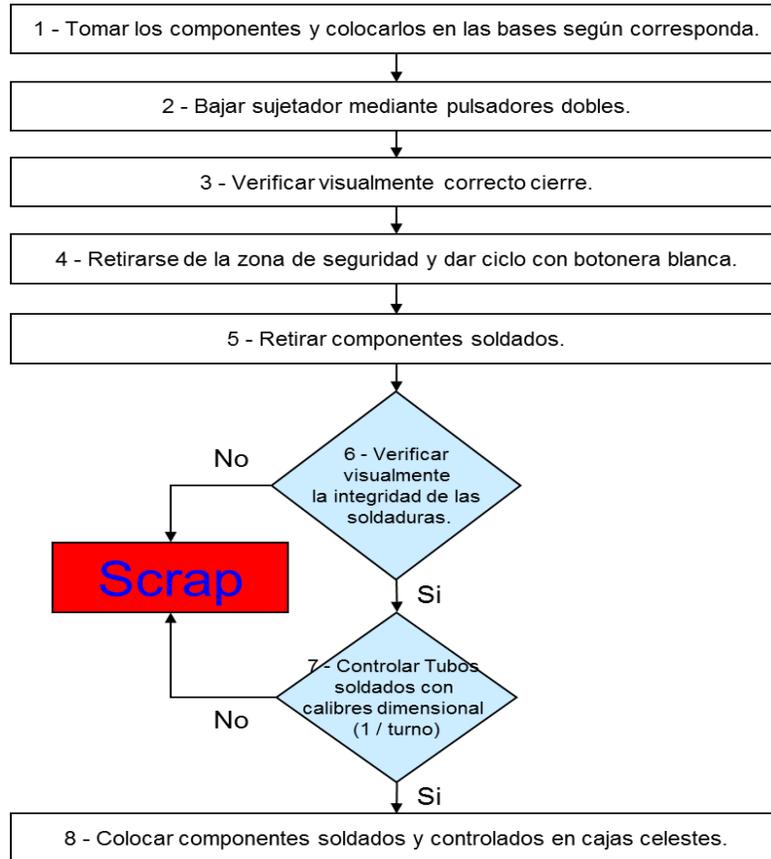


Figura 41: Secuencia de operaciones de estación de soldadura MIG.

En el comienzo de las operaciones del puesto de trabajo se utilizan de materia prima los tubos distribuidores, el cuerpo filtro, el racor y las fijaciones, y al finalizar las operaciones del puesto de trabajo se obtienen los conjuntos de los tubos in-out, con el racor unido mediante un punto de soldadura al tubo distribuidor, y por otro lado el tubo cuerpo filtro, uniendo el cuerpo filtro al tubo distribuidor.

A continuación se realizará la descripción de las operaciones realizadas por el personal de producción según el método de trabajo definido para el puesto de trabajo, para ingresar los condensadores compactados al horno de soldadura, el cual se definió como el segundo puesto crítico, en donde se buscará establecer las causas de no detección del modo de falla en estudio.

11.3. Ingreso de la pieza al horno de soldadura CAB: Operación 10 del proceso.

La descripción de las operaciones realizadas en este puesto de trabajo, y su correspondiente ilustración se observan en la figura 42 a continuación.

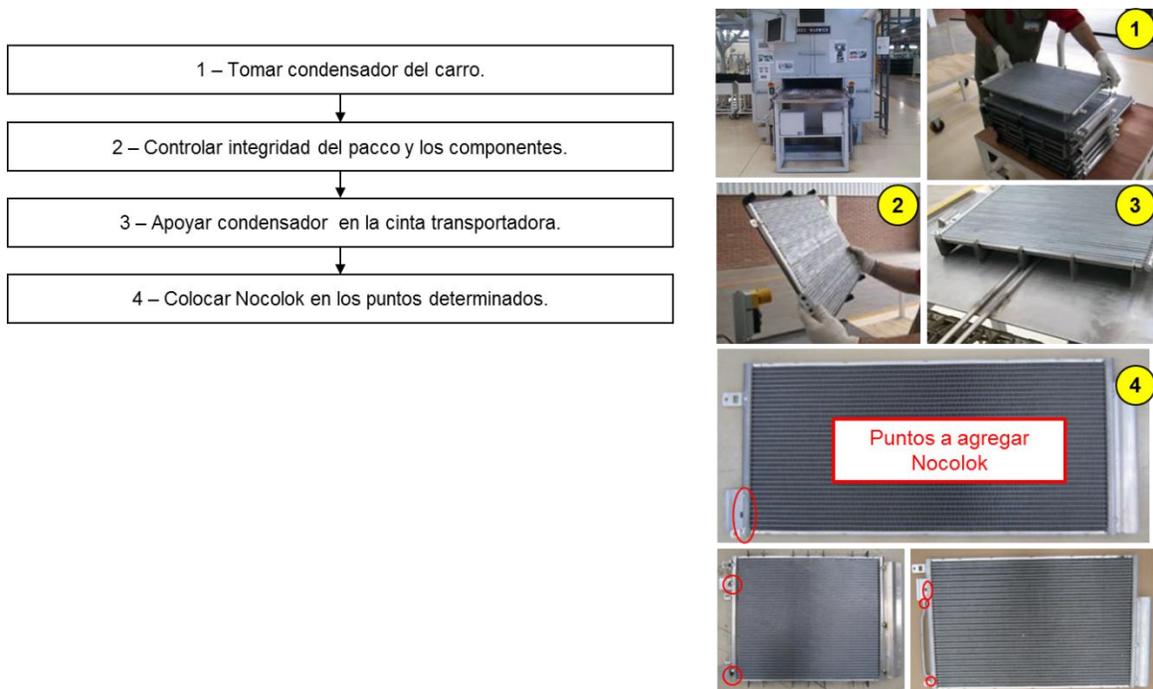


Figura 42: Secuencia de operaciones en entrada al horno de soldadura CAB.

En el desarrollo de las operaciones de este puesto de trabajo, se transforma el condensador compactado en un condensador con sus componentes soldados. En la salida del horno, inmediatamente después del soldado de los componentes, se controla que el condensador no presente pérdidas internas (defecto de trafilamento setto) ni pérdidas externas grandes.

11.4. Causas de no detección.

De la observación de las piezas retornadas de campo, se registra la presencia excesiva de NOCOLOK en la zona del condensador donde se localiza la pérdida de fluido. Este fenómeno se muestra en las figura 43 correspondientes a condensadores 5A los cuales presentan el modo de falla en estudio:



Figura 43: Presencia excesiva de NOCOLOK en zona donde ocurre la fuga.

Con la finalidad de obtener la causa raíz de la no detección del defecto dentro del proceso productivo de DNAR, se aplicará la herramienta de calidad de los 5 Por qué, apoyando las respuestas en lo observado en las piezas retornadas de campo y en el método de trabajo realizado en el puesto de ingreso de la pieza al horno CAB.

	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
No se detecta la pérdida en los controles de DNAR	Un tapón de NOCOLOK cristalizado hace estanqueidad momentánea.	Se aplica NOCOLOK manualmente al ingreso del horno.	Está definido en el método de trabajo.	Se da una aplicación incorrecta al NOCOLOK.

Mediante el análisis visual del defecto en los condensadores fallados, el detalle de las operaciones realizadas en el puesto de trabajo en el ingreso de las piezas en el horno CAB, y la aplicación de la herramienta de calidad de los 5 Por qué, se encuentra como causa raíz de la no detección del defecto en el puesto de control de estanqueidad y pérdidas internas (defecto de trafilamento setto) al final del horno, y en el control de estanqueidad en el banco de helio al final

de la línea de producción el incorrecto uso que se realiza del NOCOLOK, ya que el mismo se aplica manualmente de forma excesiva en la zona de acople del racor con el tubo distribuidor.

Las tres funciones principales del NOCOLOK en el proceso de soldado son las siguientes:

1. Desplazar el óxido de aluminio de las superficies.
2. Favorecer el flujo del metal de aporte.
3. Proteger a las superficies de una re-oxidación durante la soldadura.

Como se ha verificado en el proceso de producción en DNAR, el NOCOLOK se utiliza incorrectamente, como si el mismo fuera el material de aporte necesario para lograr la soldadura de los componentes.

Durante el proceso de soldado en el horno, el NOCOLOK presente en excesiva cantidad en la zona de acople se cristaliza, formando un tapón, como se muestra en la figura 44:



Figura 44: Tapón de NOCOLOK consecuencia de la incorrecta utilización.

Este tapón de NOCOLOK cristalizado genera una estanqueidad momentánea que provoca la no detección de la falla en los controles del proceso en Denso, pero cuando el condensador es sometido a presión dinámica de trabajo durante el uso del sistema de aire acondicionado del vehículo, este tapón de NOCOLOK cristalizado cede y se manifiesta el modo de falla reclamado por los clientes finales.

11.4.1. Acción de contención.

En primera instancia, con la finalidad de asegurar la detección del defecto mediante los controles en el proceso de DNAR, se ha procedido a retirar del puesto de trabajo al ingreso del horno la mezcla de NOCOLOK, para evitar que se coloque en los condensadores modelo 5A, y se ha procedido a capacitar a los operarios que realizan las operaciones en el modo de falla y sus consecuencias durante el uso del vehículo.

Tomando esta acción de contención, se busca evitar el *flow out* de piezas malas del proceso de producción en DNAR, asegurando que la calidad de las piezas entregadas sean conformes a los requisitos de los clientes. Por otro lado, basándose en la experiencia en las actividades de mejora continua, y apoyándose en el sentido común, se espera que el rechazo debido a pérdida en la zona del acople del racor y el tubo distribuidor aumente de manera considerable en el proceso productivo, ya que, en este momento, se cuenta con un proceso más robusto, que permite la detección del modo de falla en análisis, pero que aún posee las causas de ocurrencia de este.

Visto esto, se pone en evidencia la necesidad de realizar un relevamiento de las cantidades de condensadores rechazados en las operaciones de control de estanqueidad durante el proceso, que permita obtener datos fidedignos de la situación actual, en donde se muestre de manera certera la incidencia de este modo de falla en el rechazo de los condensadores modelo 5A en proceso de manufactura.

11.5. Análisis de la situación actual.

Con la finalidad de obtener un diagnóstico exacto de la situación actual en el proceso referente a los defectos ocurrentes en los condensares modelo 5A se implementó en el puesto de control de estanqueidad y pérdidas internas (ATEQ) una hoja de recolección de datos, para ser completada con los rechazos que resultan del control del proceso. Este monitoreo de defectos fue implementado durante la semana 24 (10 al 14 Junio 2013) y se obtuvo la información que se muestra en el gráfico 15 a continuación.

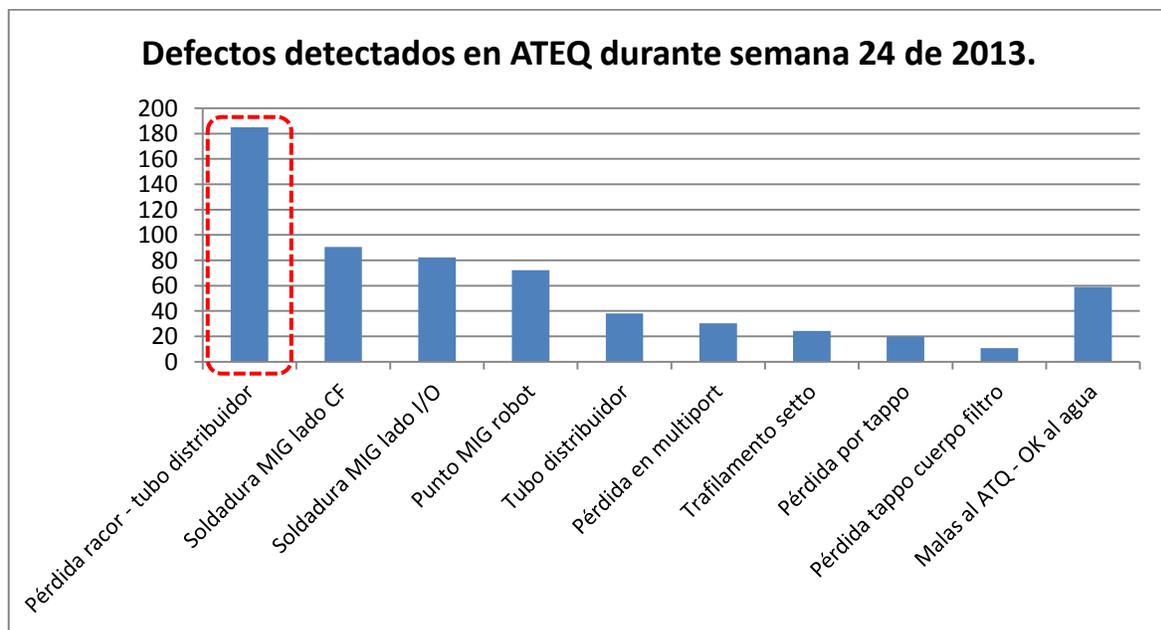


Gráfico 15: Situación actual: defectos detectados en banco de prueba durante semana 24 de 2013.

11.6. Causas de ocurrencia.

Hasta el momento se ha eliminado la causa de no detección del defecto, asegurando que los condensadores que presentan el modo de falla sean detectados por los controles realizados durante el proceso de manufactura, evitando así la entrega de piezas no conformes a los requisitos al cliente, pero como se ha visto anteriormente y como se esperaba luego de eliminar la causa de no detección, el rechazo en el control de estanqueidad sufrió un aumento considerable luego de la aplicación de la contramedida. Por este motivo es menester la identificación de la causa raíz de la ocurrencia del defecto y eliminarla del proceso productivo.

Con la finalidad de comprender las causas de ocurrencia y la situación actual en el proceso productivo, dentro del contexto en el cual se realizan las operaciones, se procede a realizar una verificación in-situ de acuerdo a la herramienta de calidad llamada Genchi Gembutsu, parte integral del Sistema de Producción de Toyota. Mediante la aplicación de esta herramienta de calidad se busca obtener datos exactos, directamente del lugar de trabajo, que ayuden a realizar la identificación y el estudio de las causas de ocurrencia del modo de falla y facilitar la toma de decisiones en cuanto a la aplicación de contramedidas para la eliminación del defecto.

11.6.1. Genchi Gembutsu.

En el puesto de trabajo en donde se desarrolla la operación siete del proceso, la estación de soldadura MIG, se encuentran las bases de soldadura para la unión de los componentes al frente del operador que realiza la operación, junto a los racores y las fijaciones. Del lado izquierdo al operador se encuentran los componentes y productos terminados del tubo cuerpo filtro, y del lado derecho al operador se encuentran los componentes y productos terminados del tubo in-out del condensador. El puesto de trabajo se observa en la figura 45.



Figura 45: Estación de soldadura MIG. Puesto de trabajo.

El estudio del puesto de trabajo se llevará adelante siguiendo el proceso productivo de los componentes, es decir, se analizarán en primera instancia las materias primas o elementos de entrada que recibe el operador en el puesto de trabajo, luego se detallaran las operaciones realizadas por el operador del puesto de trabajo durante el proceso de producción y por último se verificarán las salidas o productos terminados del puesto.

11.6.1.1. Elementos de entrada del Puesto de Soldadura MIG.

En primer lugar se realizará un relevamiento de las materias primas utilizadas en la operación, tomando tanto a los materiales en proceso que recibe de la operación anterior como a las piezas que no han sido procesadas anteriormente. Los componentes del condensador a ser unidos en la estación de soldadura MIG son:

- Tubo distribuidor (x2: lado in-out - lado cuerpo filtro).
- Fijaciones (x3).
- Racor.
- Cuerpo filtro.

Estas piezas serán unidas y formarán parte, por un lado del tubo in-out, y por el otro lado del tubo cuerpo filtro. En la operación en estudio se recibe las fijaciones, el cuerpo filtro y el racor como materia prima desde el proveedor, mientras que los tubos distribuidores han sido transformados en las operaciones anteriores del proceso, ya que cada tubo distribuidor se encuentra troquelado, perforado, asolado, ranurado, y los mismos se encuentran con los separadores y tapas insertadas.

En la verificación in-situ del puesto correspondiente a la operación 7 del proceso se encuentran ubicados frente al operador las fijaciones, tubos distribuidores y racor, dispuestos de la siguiente manera:



Figura 46: Disposición de componentes en estación de soldadura MIG: A) Fijaciones y tubos distribuidores - B) Racores - C) Fijaciones lado in – out.

Como se observa en la figura 46, las piezas se encuentran en el puesto a granel, dispuestas en cajas frente al operador, lo cual posibilita que las mismas se golpeen durante el transvaso de su embalaje hacia esta facilidades. Esta situación se verifica en los racores, encontrando algunos ejemplos que se muestran en la figura 47 a continuación.



Figura 47: Racor golpeado en estación de soldadura MIG.

Por otro lado, se registra otra situación anómala en los tubos distribuidores, en los cuales se registra la presencia de virutas metálicas, originadas durante el perforado de las mismas, y las cuales no han sido segregadas como productos no conformes en las operaciones previas, lo es una posible causa de una incorrecta soldadura en los puestos de trabajo siguientes. El defecto mencionado se puede observar en la figura 48 a continuación.



Figura 48: Tubo distribuidor con rebaba metálica en estación de soldadura MIG.

11.6.1.2. Operaciones realizadas en el Puesto de Soldadura MIG.

Continuando con el estudio del puesto de trabajo, se realizará la verificación de las operaciones realizadas por el operador en la estación de soldadura MIG. Por un lado se contrastará las acciones realizadas con lo estipulado en el método de trabajo definido por ingeniería de procesos y documentado en las Hojas de Proceso del puesto. A su vez se realizará una verificación del entorno del puesto, analizando la ergonomía en el lugar de trabajo, el medio ambiente, la disposición de los elementos o facilidades a utilizar y las condiciones en la que estas se encuentran, siempre orientando el estudio de estos factores a establecer si presentan incidencia en la ocurrencia del defecto que se desea eliminar.

Como primera aproximación al puesto de trabajo se observa el ambiente externo a donde se realiza la operación y donde el personal de producción se desenvuelve. Se advierte que la luz en el puesto es adecuada, y posibilita el control visual de las piezas por parte del operador. Por otro lado el espacio físico para que se realicen las operaciones es correcto, el operador posee espacio para realizar los movimientos cómodamente.

Respecto a la disposición de los materiales a utilizar, como se mencionó previamente, el operador cuenta con las piezas pequeñas a ser unidas (fijaciones, racores y tubos distribuidores) frente a él, las mismas se encuentran estibadas a granel. A la derecha del operador (figura 49 - A), ubicadas en gavetas se encuentran los cuerpo filtro a ser soldados y los tubos cuerpo filtro terminados. En la izquierda del operador (figura 49 - B) se encuentran los tubos in-out terminados, junto con el stock de fijaciones y tubos distribuidores. Esta disposición se observa en las figuras a continuación.



Figura 49: Disposición de productos terminados en estación de soldadura MIG. A – Lado cuerpo filtro. B – Lado in-out.

Esta disposición de los materiales descrita anteriormente no genera dificultades para el operador ni movimientos excesivos para tomar las piezas y colocar los productos terminados en las gavetas.

Durante verificación in-situ del puesto de trabajo, se comparan las acciones realizadas por el operador contra las que se han definido en el método de trabajo, el cual es elaborado por el ingeniero de procesos, y se encuentra documentado en las Hojas de Proceso del puesto. Este método de trabajo fue descrito en el apartado 11.2 *Estación de soldadura MIG: Operación 7 del proceso*. Analizando las operaciones realizadas por el operador, no se han encontrado diferencias con lo establecido en el método, y se determina que en las acciones realizadas por el personal no se afecta la integridad de las piezas en la zona de acoplamiento del racor con el tubo distribuidor, en el tubo distribuidor in-out.

Para concluir con el análisis del puesto de trabajo y las operaciones allí realizadas, se examinan las facilidades y herramientas utilizadas. Las de mayor importancia en el proceso son las bases de soldaduras, las cuales son cuatro, dos para el lado in-out y dos para el lado cuerpo filtro. Al verificar la integridad de las mismas se observa que estas se encuentran gastadas, condición que provoca que las piezas no asienten correctamente y dificulte la presión y el correcto acoplamiento entre las piezas. Por otro lado se encuentra que las guías que realizan presión sobre los componentes no lo realizan en el lugar adecuado, es decir, no aplican el esfuerzo sobre cada punto de apoyo. Esta situación se muestra en la figura 50, en donde se ve el incorrecto posicionamiento de los resortes, y resaltado con líneas color verde el lugar donde deberían estar colocadas las guías de esfuerzo.

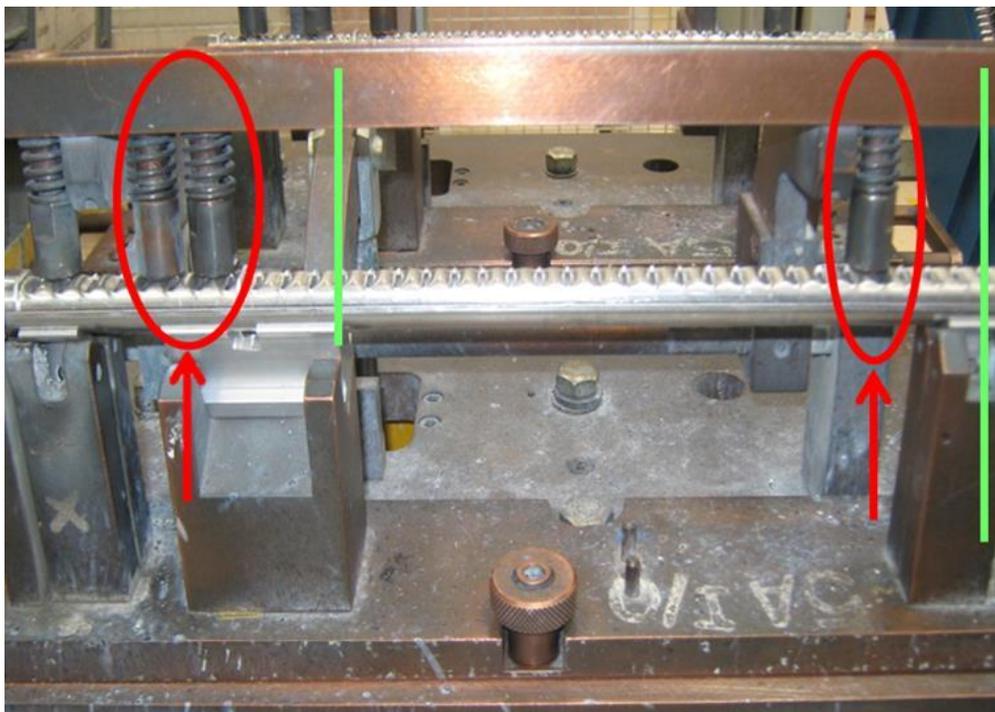


Figura 50: Posicionamiento de las guías de esfuerzo en las bases de soldadura.

11.6.1.3. Elementos de salida del Puesto de Soldadura MIG.

Para finalizar el estudio del puesto de trabajo correspondiente a la operación 7 del proceso productivo, se analizarán la integridad y la adecuación a los requerimientos del proceso de las piezas al finalizar las operaciones realizadas. Una vez terminado el ciclo de producción, el operador obtiene como resultado dos tubos cuerpo filtro y dos tubos in-out unidos por la soldadura MIG. Estos tubos serán utilizados en la siguiente operación del proceso, la cual corresponde al compactado o ensamble de estos tubos junto a las aletas y los tubos multiport, para luego ser soldados en el horno CAB.

Al realizar una inspección visual de los condensadores 5A compactados, previamente al ingreso de los mismos al horno, se verifica que parte de estos presentan un incorrecto posicionamiento del racor con tubo distribuidor, donde se advierte una distancia excesiva entre estos componentes, lo que posiblemente se manifestará como el modo de falla el cual se desea eliminar del proceso productivo. En la figura 51 se muestra el defecto al cual se está describiendo en un condensador 5A luego del compactado.

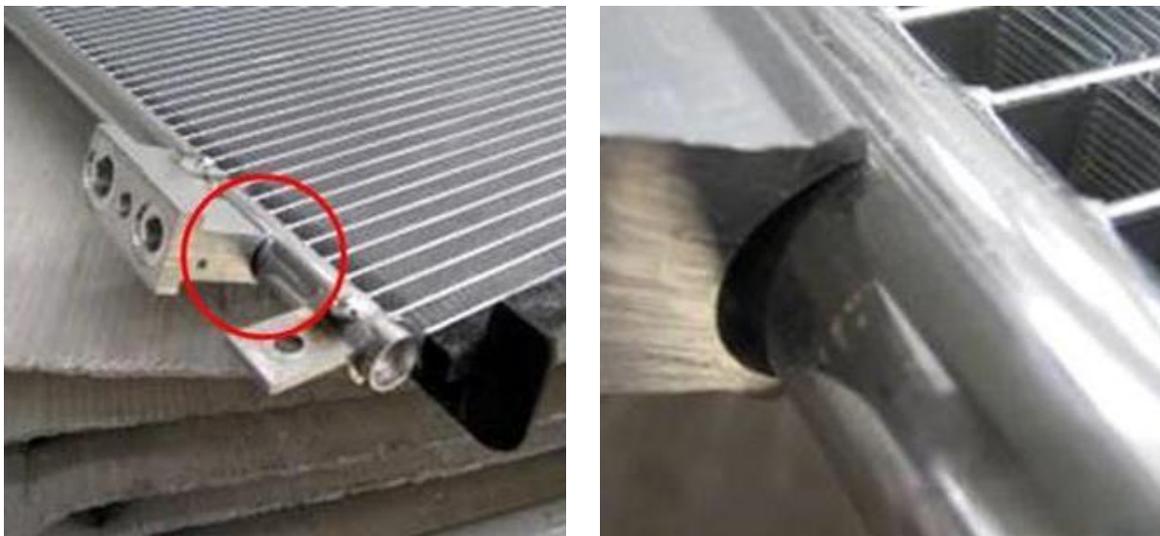


Figura 51: Incorrecto posicionamiento racor - tubo distribuidor en condensador 5A compactado.

Observado este posible defecto en los productos terminados del puesto de soldadura MIG, y en los condensadores compactados en la entrada al horno CAB, se procederá a verificar la adecuación de estas piezas con los requisitos técnicos del proceso de soldadura NOCOLOK.

Como ha sido descrito en el marco teórico, durante el desarrollo del tema Soldadura con fundente NOCOLOK, se estableció como cota de proceso que la distancia máxima entre los componentes a soldar debe ser menor a 0,15 mm (ver página 46). Teniendo esta referencia, se procede a medir la actual distancia que existe entre el racor y el tubo distribuidor. Esta magnitud

se midió con un calibre fijo (galga) dando el siguiente resultado ilustrado en la figura 52 a continuación:

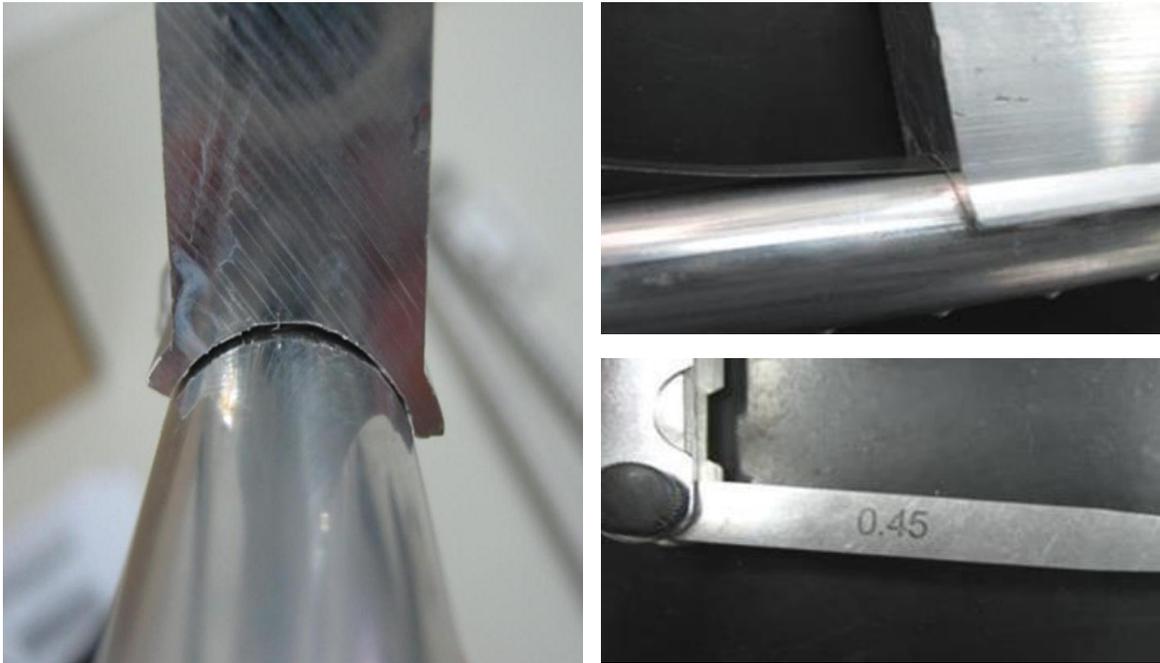


Figura 52: Distancia entre racor y tubo distribuidor.

Como se observa en la figura 52 anteriormente, la distancia existente entre el racor y el tubo distribuidor es de 0,45 mm, distancia tres veces superior a lo establecido como la máxima cota de proceso (0,15 mm). Esta excesiva distancia entre los componentes a soldar provoca una dificultad para que el revestimiento o clad fluya por capilaridad y luego del enfriamiento los componentes queden unidos, es decir esta distancia pone en riesgo la correcta soldadura del racor al tubo distribuidor.

Identificadas estas piezas en el proceso productivo, se realizó un corte transversal a las mismas para obtener una mejor visualización del problema que genera el modo de falla que se busca eliminar del proceso evitando la ocurrencia del mismo. Como se observa con mayor detalle en la figura 53, mediante un corte transversal al tubo distribuidor, se visualiza la luz presente en el acople entre el tubo distribuidor y el racor la cual genera una condición crítica en la región donde se manifiesta el modo de falla reclamado provocando una incorrecta soldadura entre estos componentes.

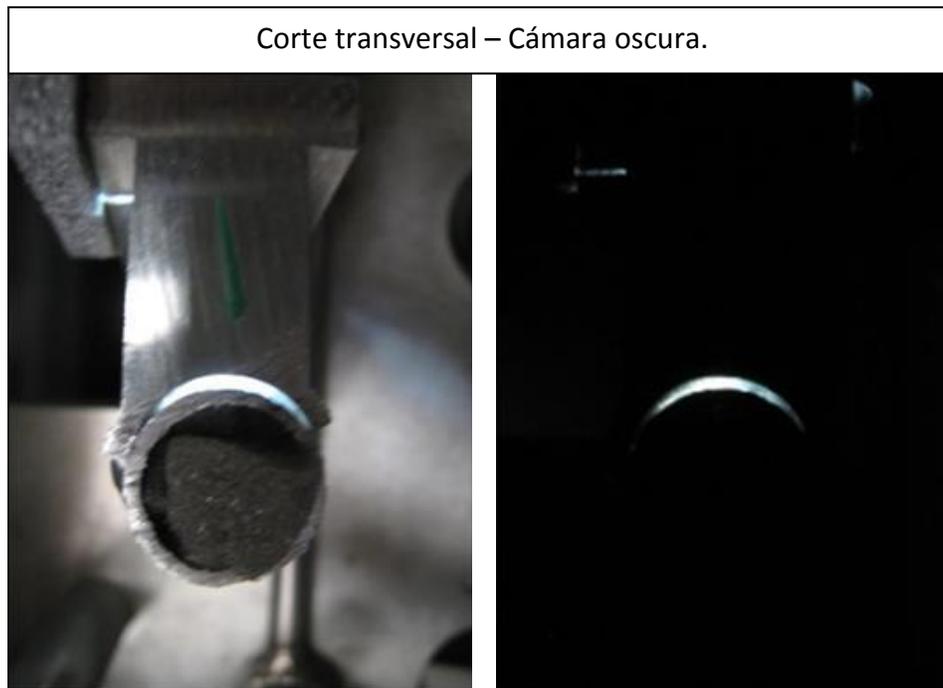


Figura 53: Corte transversal de tubo distribuidor con incorrecto acople.

De las observaciones realizadas en el puesto de trabajo, analizando los elementos de entrada al puesto, las operaciones realizadas por el personal de producción en la estación de soldadura MIG y los elementos de salida o productos terminados, se encuentran diversas situaciones anómalas, las cuales son posibles causas del incorrecto acople entre los componentes a ser soldados. Estas deficiencias serán enumeradas a continuación:

- Racores golpeados.
- Rebabas en tubo distribuidor.
- Guías de esfuerzo no aplican presión en el lugar adecuado.
- Presión inadecuada entre el tubo distribuidor y el racor.

Estos defectos encontrados en el proceso productivo serán analizados como posibles causas del incorrecto acople entre el tubo distribuidor y el racor, y se tomarán como elementos de entrada para el diagrama causa efecto, con el objetivo de realizar el estudio para determinar la causa raíz que genera el modo de falla.

Con la finalidad de contemplar todas las variables del proceso, considerando no solo lo observado durante la verificación in-situ, sino también teniendo en cuenta los inconvenientes diarios, se involucra al personal de producción que desarrolla la operación en el puesto de soldadura MIG para que participe en una tormenta de ideas, desarrollada para realizar posteriormente el estudio de causas mediante el Diagrama causa - efecto o de Ishikawa.

11.6.2. Brainstorming.

Continuando con el análisis del defecto de pérdida por incorrecta soldadura entre el tubo distribuidor y el racor, con la finalidad de determinar la causa raíz que provoca el modo de falla, se realiza una actividad interdisciplinaria para generar la mayor cantidad de causas posibles para someterlas a estudio. Tal como se describió en el marco teórico, mediante una sesión creativa se buscan nuevas ideas de manera grupal, para incentivar el pensamiento colectivo.

Se conformó un grupo de personal de diferentes áreas de la empresa, involucrando a personal de producción, calidad e ingeniería de procesos para abarcar diversas perspectivas del problema derivadas de la experiencia del trabajo diario en el puesto de trabajo, las observaciones realizadas en la estación de soldadura MIG y los conocimientos del proceso y el herramental. Como resultado de esta actividad se propusieron las siguientes causas posibles:

1. Racores golpeados.
2. Rotación de operarios.
3. Rebabas en tubos distribuidores.
4. Guías de esfuerzo no aplican presión en el lugar adecuado.
5. Manipuleo post soldadura.
6. Presión inadecuada entre el tubo distribuidor y el racor.
7. Piezas con aceite e impurezas.
8. No se realiza mantenimiento a los dispositivos de soldadura.
9. Bases con restos de soldadura.
10. Tiempo ciclo acelerado.
11. Ergonomía del puesto de trabajo.
12. Secuencia de soldado.
13. El racor no asienta en forma pareja en el dispositivo.

Obtenidas estas causas posibles del defecto mediante la tormenta de ideas, se las tomará como elementos de entrada para agruparlas según las variables que afectan al proceso en un diagrama causa - efecto. De esta manera se conseguirá representar gráficamente las causas sugeridas durante la tormenta de ideas, y ordenarlas para estar en condiciones de realizar un análisis sistemático de estas.

11.6.3. Diagrama Causa – Efecto.

Como se describió en el marco teórico, las variables en donde se ordenan las posibles causas raíces en el diagrama causa – efecto son seis, conocidas como las “6 M”, las cuales son:

Máquina, Medio Ambiente, Método, Materiales, Mano de obra y Medición. Con estos seis elementos se contempla de manera global el proceso, y se consideran todos los factores que pueden introducir variabilidad en el proceso en análisis.

A continuación en la figura 54 se muestra el diagrama causa – efecto realizado para el estudio del defecto de pérdida en el condensador 5A como consecuencia de incorrecto acople del racor y el tubo distribuidor.

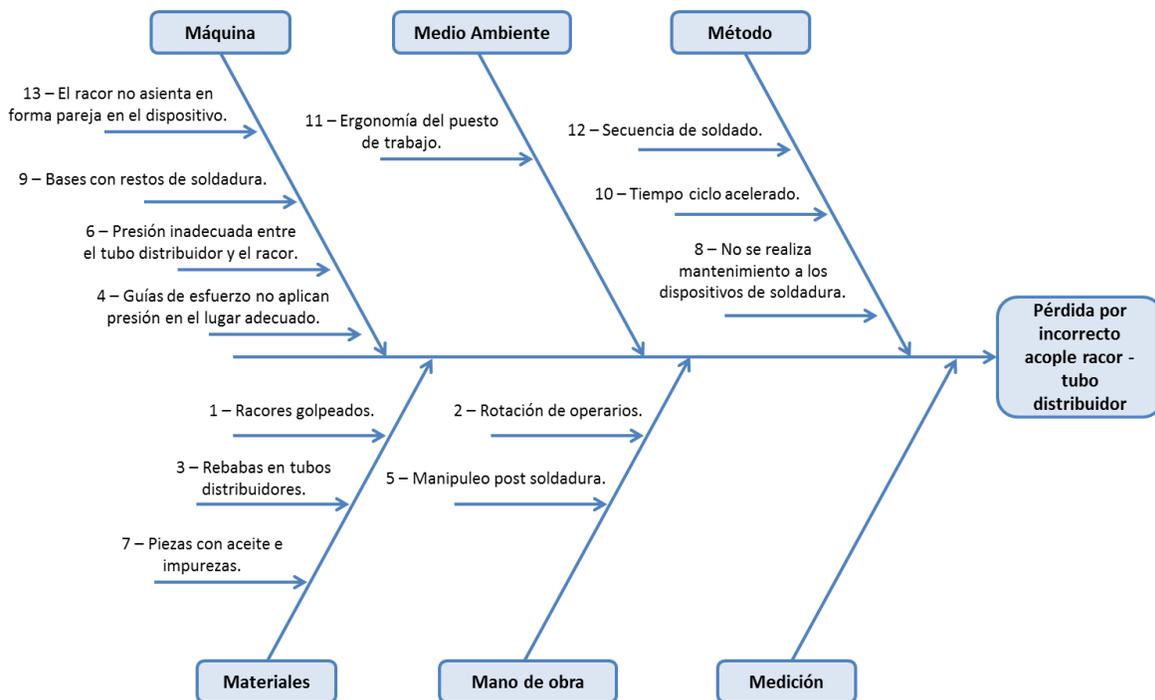


Figura 54: Diagrama causa – efecto por defecto: “Pérdida por incorrecto acople racor- tubo distribuidor”.

Ordenadas las posibles causas raíces derivadas de la tormenta de ideas en los seis elementos del diagrama causa – efecto, se procederá a analizar y evaluar las mismas, para determinar si son efectivamente causantes del modo de falla que se busca eliminar. Para determinar esto se procederá a estudiar individualmente las ideas sugeridas, contrastándolas con lo verificado en los puestos de trabajo mediante el genchi gembutsu, comprobando su incidencia según la condición de las piezas retornadas de campo, y mediante la herramienta de calidad de los 5 ¿por qué? para aquellas causas que se desee realizar un estudio más profundo.

11.6.3.1. Mano de Obra.

Dentro del factor Mano de Obra se han establecido dos posibles causas del defecto: rotación de operarios y manipuleo post-soldadura. En primer lugar se analizará incidencia de la

rotación de operarios que realizan las operaciones en la ocurrencia del defecto, y luego se estudiará la posibilidad de que el defecto se genere por un incorrecto manipuleo luego de la unión de los componentes.

La rotación de operarios implica que las operaciones del puesto de soldadura sean efectuadas de distinta manera por cada uno de los operadores que trabajan en el puesto, comprometiendo la calidad de las piezas al finalizar la operación. Como se ha verificado en la documentación del proceso, todas las operaciones realizadas están descritas en las Hojas de Proceso, y durante la verificación in-situ se corroboró que las operaciones son desarrolladas de acuerdo al método de trabajo. Además, es requisito de la organización que todas las personas que ocupan un puesto de trabajo sean entrenadas previamente en el método de trabajo correspondiente. Por lo explicado se considera que la rotación de operarios no es causa del defecto en estudio.

El manipuleo post-soldadura implica que las piezas, una vez finalizadas la unión por soldadura MIG, sean golpeadas o intervenidas de manera que se afecte la condición e integridad de estas. En la verificación del puesto de trabajo, se ha observado que una vez finalizadas las operaciones, los tubos son dispuestos en cajas plásticas para luego ser ensamblados al resto de los componentes del condensador en el compactado. Estas facilidades utilizadas están definidas en el método de trabajo y en ellas se reduce el movimiento de las piezas y se limita la posibilidad de golpes. Por otra parte, los condensadores retornados de campo no presentan evidencias de golpes o incorrecto manipuleo en el tubo in-out. Por lo explicado se considera que el manipuleo post-soldadura no es causa del defecto en estudio.

11.6.3.2. Materiales.

Dentro del factor Materiales se han establecido tres posibles causas del defecto: Racores golpeados, rebabas en tubos distribuidores y piezas con aceite e impurezas. Siguiendo la metodología empleada, se analizará en primer lugar si el defecto es consecuencia de golpes en los racores, luego se verificará si es producido por rebaba en los tubos distribuidores y para finalizar se analizará si la pérdida en el condensador es consecuencia de la suciedad en las piezas soldadas.

La causa por racores golpeados contempla que la incorrecta unión entre estos y el tubo distribuidor es consecuencia de una deformación provocada por golpes. Como se ha observado en el puesto de trabajo, la disposición de los racores no es óptima y también se encontraron piezas con golpes en el proceso productivo. Por contraparte, las piezas analizadas retornadas de campo no presentan golpes en los racores, y las deformaciones provocadas por golpes en los racores no afectan sus tolerancias dimensionales. Por estos motivos, los racores golpeados no se consideran causa del defecto en estudio, aunque esta deficiencia del proceso se tomará como una oportunidad de mejora, con el objetivo de un correcto aseguramiento de la calidad de los

productos y eliminar la posibilidad de ocurrencia de otro tipo de falla consecuencia de este problema.

La causa por rebabas en tubos distribuidores contempla que el incorrecto acople entre el racor y el tubo distribuidor se genera por la presencia de una rebaba entre los dos componentes a unir. Como se ha observado en el proceso, hay rebabas de la operación de perforado presente en los tubos distribuidores, aunque en los condensadores retornados de campo no se encuentra esta rebaba. Por este motivo, la rebaba en tubos distribuidores no se considera causa del defecto en estudio, pero al igual que los racores golpeados, esta anomalía del proceso se toma como una oportunidad de mejora para llevar adelante la mejora continua del proceso productivo y evitar las consecuencias de este defecto en el proceso.

La causa por piezas con aceite e impurezas contempla que la incorrecta soldadura de los componentes es provocada por suciedad presente en ellos. Uno de los requisitos para una correcta soldadura es que las piezas a ser unidas no presenten suciedad, caso contrario, no se asegura una soldadura adecuada. En el proceso realizado en DNAR se elimina la posibilidad de suciedad en los tubos distribuidores con la operación 4, donde estos son lavados luego de realizar las operaciones de mecanizado. Por este motivo, las piezas con aceite e impurezas no se consideran causa del defecto en estudio.

11.6.3.3. Máquina.

Dentro del factor Máquina se han establecido cuatro posibles causas del defecto: El racor no asienta de forma pareja en el dispositivo, bases con restos de soldadura, presión inadecuada entre el tubo distribuidor y el racor y las guías de esfuerzo no aplican presión sobre el lugar adecuado. Con la metodología empleada se realizará el análisis de para determinar la posibilidad de que estas variabilidades en el factor máquina puedan generar el defecto es estudio.

En primera instancia se observa una interrelación entre tres de estas causas posibles. Existe una vinculación de la inadecuada presión entre el tubo distribuidor y el racor con la presencia de restos de soldadura en las bases y el hecho de que el racor no asiente de forma pareja en el dispositivo. Para esta situación que se presenta, donde se encuentra una correspondencia entre estas causas posibles, se decide englobarlas en una sola. Tomando como causa que el dispositivo no asegura el cumplimiento de las cotas de proceso definidas.

Analizando esta nueva causa, que el dispositivo no asegure el cumplimiento de las cotas de proceso implica que la base de soldadura no posee un mecanismo para realizar el acople entre estos dos componentes. Por lo observado en el puesto de trabajo, las bases de soldadura aseguran que el operador no equivoque la posición del racor y el tubo distribuidor, pero no aseguran la cota de proceso que establece la distancia máxima de 0,15 mm entre dos componentes a soldar en el horno CAB. Por la presencia de condensadores previo al ingreso del horno con esta anomalía se

evidencia que esta cota de proceso no esté garantizada. Por este motivo, que las bases de soldadura no aseguren el cumplimiento de las cotas de proceso es causa la fuga por incorrecto acople del racor con el tubo distribuidor.

La presión inadecuada ejercida por las guías de esfuerzo implica que la fuerza no se aplique en los apoyos de las piezas en el dispositivo y de esta manera no acoplen correctamente los componentes a soldar. Durante la verificación in-situ del proceso se presencia esta situación anómala en la cual los puntos de aplicación de las guías de esfuerzo no coinciden con los puntos de apoyo respecto de la base. Como contrapartida se nota que a pesar de esta desviación dentro del proceso, la presión a la que son sometidos los componentes es suficiente para asegurar su posición en el dispositivo. Por este motivo, la inadecuada presión ejercida por las guías de esfuerzo no se considera causa del defecto en estudio, aunque se tomará como una oportunidad de mejora del proceso corregir la posición de estas.

11.6.3.4. Medio Ambiente.

Dentro del factor Medio Ambiente se ha establecido una posible causa del defecto: Ergonomía del puesto de trabajo. En el concepto de ergonomía se ha englobado no solo la postura de trabajo del operador en el puesto, sino que también abarca las condiciones de contorno, como lo son la intensidad de luz, temperatura, exposición al ruido, etc.

La ergonomía del puesto de trabajo así entendida fue analizada durante la verificación in-situ del puesto, durante la cual se comprobó que el espacio que posee el operador para realizar su actividad es apropiado y no se encuentran elementos que entorpezcan su movimiento. Por otro lado, las condiciones del entorno son apropiadas para realizar el trabajo correctamente. La intensidad de luz presente en el puesto de trabajo permite realizar los controles visuales sin forzar la visión, y la intensidad del sonido y la temperatura no exceden niveles que dificulten el desarrollo de las operaciones. Por estas razones se considera que la ergonomía del puesto de trabajo no es causa del defecto en estudio.

11.6.3.5. Método.

Dentro del factor Método se han establecido tres posibles causas del defecto: Secuencia del soldado, tiempo de ciclo acelerado y que no se realiza mantenimiento a los dispositivos de soldadura. Estas tres posibles causas serán analizadas individualmente para determinar la factibilidad de que sean causas raíces o no del defecto de pérdida por incorrecto acople entre el racor y el tubo distribuidor, o si se encuentran situaciones que presentan una oportunidad de mejora para el proceso.

La secuencia de soldado implica que el orden en el que son soldados los componentes del tubo in-out en la estación de soldadura MIG provoca el incorrecto posicionamiento o acople entre ellos. De lo verificado en el puesto de trabajo y lo definido en la hoja de procesos se observa que los componentes son dispuestos en los dispositivos de soldadura y fijados en ellos mediante la presión ejercida por las guías de esfuerzo, previamente a que el robot realice la soldadura. Esto conlleva a que cuando se realiza la unión de los componentes, estos ya tienen definida su posición, por lo que la secuencia en la que son soldados por el robot no influye en su ubicación final. Por este motivo, la secuencia de soldado no se considera causa del defecto en estudio.

El tiempo de ciclo acelerado implica que el incorrecto posicionamiento de los componentes es consecuencia del tiempo que posee el operador para realizar las operaciones. A través de las observaciones realizadas en la estación de soldadura se considera que el tiempo que posee el operador para realizar el método de trabajo completo es racional y no genera inconvenientes para desarrollarlo. Por otro lado, las bases de soldadura son dispositivos a prueba de error, es decir, que solo permite posicionar a los componentes a soldar de una única manera, imposibilitando que estos sean colocados incorrectamente, independientemente del tiempo empleado para ubicarlos, por ejemplo se evita el mal posicionamiento de las staffas, la incorrecta orientación del racor o que el tubo distribuidor se encuentre desalineado. Por lo explicado anteriormente se considera que el tiempo de ciclo no es causa del defecto en estudio.

Que no se realice mantenimiento a los dispositivos de soldadura implica que no exista un método que estipule las acciones a realizar y su frecuencia para asegurar el buen estado de los dispositivos y su correcto funcionamiento. Dentro de la documentación correspondiente a cada puesto de trabajo se establece el mantenimiento preventivo y autónomo a realizar, abarcando la limpieza del lugar de trabajo y mantenimiento primario realizado por el operador, como el mantenimiento realizado por el personal de mantenimiento a las máquinas y dispositivos del proceso. En la estación de soldadura MIG se encuentra dentro del mantenimiento preventivo el control de la limpieza de las bases de soldadura. Visto que las bases de soldadura están contempladas en el mantenimiento preventivo del puesto de trabajo no se considera como causa raíz del defecto en estudio, aunque se establece como oportunidad de mejora especificar las acciones a realizar en las bases de soldadura para asegurar que están en condiciones de realizar correctamente el proceso.

11.6.3.6. Medición.

Dentro del factor Medición no se ha establecido ninguna causa posible del defecto en estudio.

A continuación se realizará un resumen de lo desarrollado en las páginas previas. Luego de obtener las causas posibles del defecto en estudio, se realizó un análisis individual, dentro de cada rama del diagrama causa – efecto. Durante este estudio se identificó una causa del defecto que se desea eliminar su ocurrencia en el proceso y cuatro oportunidades de mejora. A continuación se detalla el resultado del análisis de causas posibles:

Causa de ocurrencia:

- Las bases de soldadura no aseguran el cumplimiento de las cotas de proceso.

Oportunidades de mejora:

- Racores golpeados.
- Tubos distribuidores con rebabas.
- Presión inadecuada ejercida por las guías de esfuerzo.
- No se realiza mantenimiento a las bases de soldadura.

11.6.4. 5 ¿Por qué?

Con la finalidad de obtener la causa raíz de la ocurrencia de la pérdida en el condensador 5A por la incorrecta soldadura del racor y el tubo distribuidor se utilizará la herramienta de calidad de los 5 ¿Por qué? aplicada a la causa de ocurrencia surgida del análisis de las causas del diagrama causa – efecto.

Defecto	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Condensador 5A con pérdida.	Incorrecto acople entre racor y tubo distribuidor.	Las bases de soldadura no aseguran el cumplimiento de las cotas de proceso.	No poseen un mecanismo que asegure su cumplimiento.	No fue concebido durante el diseño.

Con la aplicación de esta herramienta queda en evidencia que el defecto es originado por una deficiencia de las bases de soldadura, en la que el diseño de estas no asegura el cumplimiento de las cotas de proceso definidas para que se realice la correcta soldadura de los componentes en el horno de soldadura CAB. A partir de la definición de esta causa raíz, se procederá a desarrollar en los apartados siguientes las acciones correctivas a realizar para eliminar la ocurrencia del defecto en el proceso productivo.

12. Implementación de contramedidas.

A partir de la definición de la causa raíz de la ocurrencia del defecto por pérdida por incorrecto acople entre el racor y el tubo distribuidor se está en condiciones de plantear un plan de acción para implementar las contramedidas que permitan eliminar la causa raíz encontrada. De esta manera se logrará eliminar el defecto que mayor cantidad de reclamos de campo generó durante el período de estudio, como se planteó en los objetivos del trabajo.

En primer lugar se realizará un análisis crítico de por qué el dispositivo no asegura la cota de proceso y luego se propondrá una mejora en el diseño de estas bases para ser implementada en el proceso productivo. Una vez implementada la mejora, se procederá a medir los resultados obtenidos y a estandarizar las acciones realizadas.

12.1. Análisis de dispositivos de soldadura actual.

Las bases de soldadura del modelo de condensador 5A cuenta con un soporte para colocar el racor y dos soportes para colocar las fijaciones, sobre ellos se posiciona el tubo distribuidor, luego las guías de esfuerzo ejercen presión sobre el tubo y finalmente el robot realiza la unión de las partes del tubo in – out. Esta sucesión de operaciones se muestran en la figura 55:

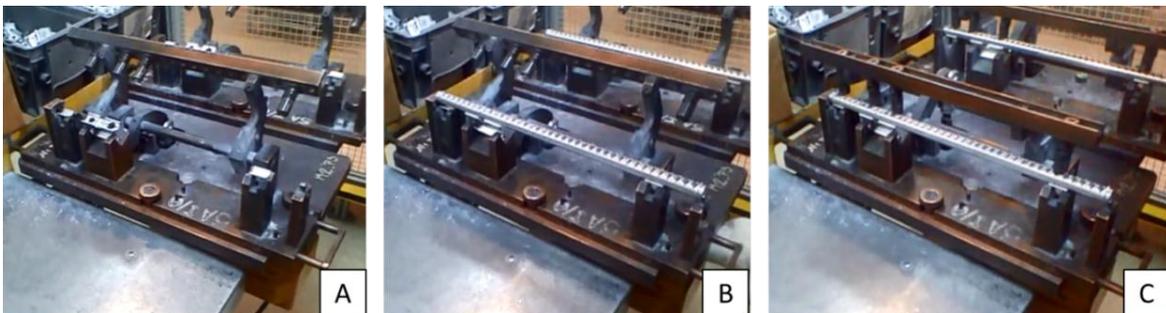


Figura 55: Sucesión de operaciones en puesto de soldadura MIG.

En la figura 55 A se observa el dispositivo de soldadura con las fijaciones y el racor posicionado en los soportes, en la figura 55 B se muestra la base de soldadura con el tubo distribuidor posicionado sobre las fijaciones y el racor. En la figura 55 C las guías de esfuerzo del dispositivo se encuentran ejerciendo presión sobre los componentes del tubo in – out.

Este es el dispositivo al cual se buscará modificar su diseño con la finalidad de evitar la ocurrencia el modo de falla de pérdida por incorrecto acople entre el tubo distribuidor y el racor. Como se determinó luego del análisis desarrollado, la causa raíz del modo de falla radica en que este dispositivo para la soldadura de los componentes no asegura las cotas de proceso definidas, generando una distancia excesiva en la unión del racor con el tubo distribuidor, lo que provoca una incorrecta soldadura de los componentes en el horno CAB.

Para la modificación del dispositivo se propusieron distintas alternativas para mejorar el acople de los componentes del tubo in – out. Inicialmente se planteó la posibilidad de ejercer mayor presión sobre los componentes con las guías de esfuerzo. Esta alternativa fue descartada porque su implementación presenta el riesgo de deformar el tubo distribuidor durante su aplicación. Luego se enfocó la mejora en introducir una modificación en el soporte del racor, buscando que este logre un mejor acople entre el tubo y el racor, evitando la posibilidad de dañar estos componentes. A continuación, en la figura 56 se observa el diseño de este soporte.

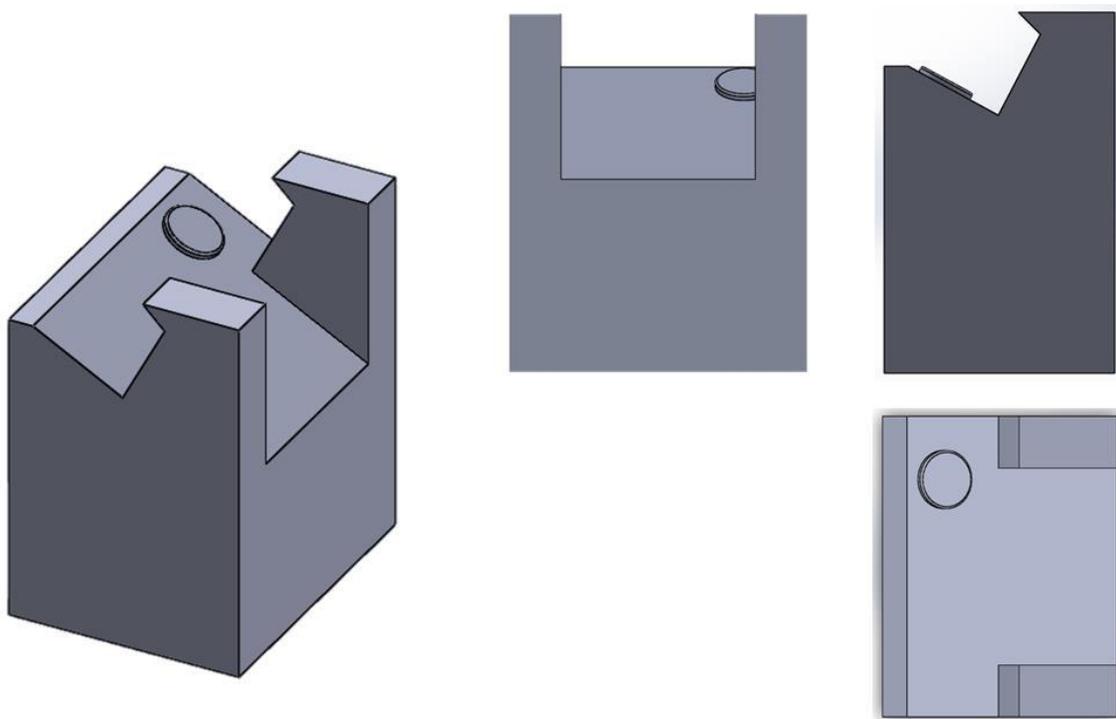


Figura 56: Soporte para racor en dispositivo de soldadura MIG.

12.2. Propuesta de modificación de diseño.

El soporte para el racor del dispositivo para soldadura MIG, ilustrado en la figura 56, cuenta con un plano inclinado en donde se posiciona el racor, en el cual se asegura que la orientación de este mediante un sobresaliente en la base con la dimensión del orificio de mayor diámetro del racor. Con este sistema queda eliminada la posibilidad de posicionar incorrectamente el racor.

Se buscó introducir una modificación en el soporte que ayude a que el racor y el tubo distribuidor se encuentren posicionados lo más próximos posible cuando se realiza la soldadura MIG, evitando la distancia que se presenta actualmente. La propuesta de modificación que se realizó consiste en ejercer una fuerza en el racor que lo desplace en dirección al tubo distribuidor. En la figura 57 se encuentra una representación de los componentes y la fuerza para facilitar su acople.

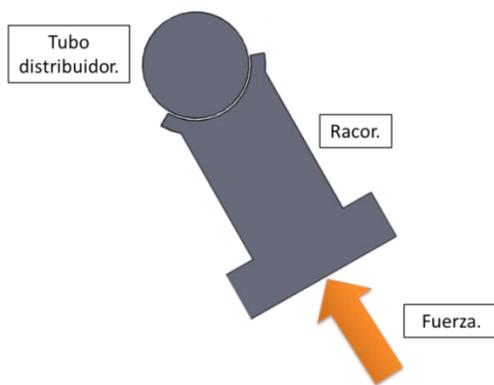


Figura 57: Representación de componentes y fuerza en soporte de racor.

La propuesta de modificación del diseño del soporte implicó que la fuerza representada anteriormente se realice por un vástago y un resorte ubicados en la superficie donde apoya el racor en el soporte. Este simple mecanismo actúa ejerciendo una fuerza sobre el racor, desplazándolo en la dirección del tubo distribuidor. El diseño modificado del soporte se muestra a continuación en la figura 58.

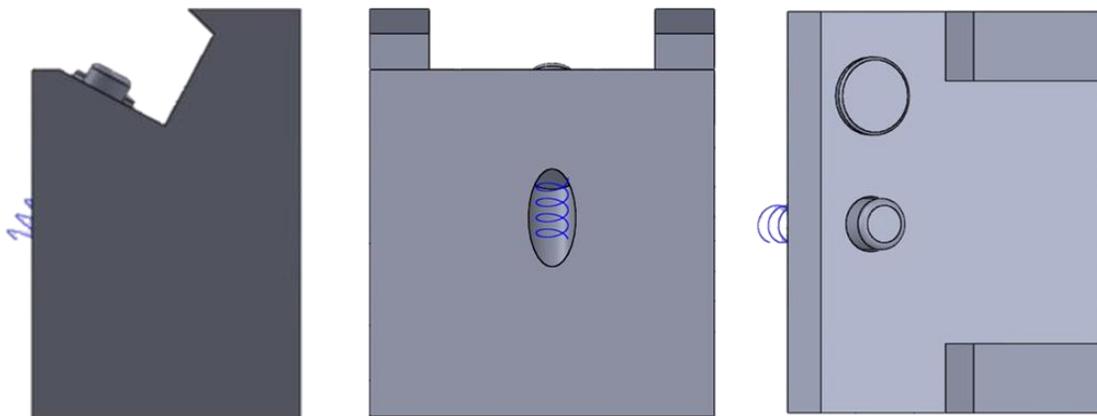


Figura 58: Diseño modificado del soporte para racor en dispositivo de soldadura MIG.

12.3. Prueba de funcionamiento con diseño modificado.

Previamente a realizar una modificación en el herramental utilizado en el proceso se efectuará una prueba de funcionamiento con soporte prototipo, con la propuesta de mejora implementada en él. Esta prueba se efectuará en un soporte de aluminio, con el diseño modificado según se observa en la figura 59 a continuación.



Figura 59: Prototipo de modificación de soporte de racor.

Con este prototipo se realizará una prueba de funcionamiento de la modificación en la línea de producción. La prueba consiste en realizar un turno de producción con el soporte modificado en la base de soldadura MIG, verificando el correcto acople de los tubos producidos aleatoriamente con el calibre de liberación del puesto de trabajo. Dando seguimiento también a las piezas que son probadas en los bancos de helio a final de línea, para controlar que el modo de falla no se presente en dichos condensadores.

Durante la prueba de funcionamiento del diseño modificado del soporte para el racor se han obtenido resultados satisfactorios tanto en el control dimensional de los tubos in – out soldados, mediante en control realizado con el calibre de forma, como en el test de estanqueidad realizado en el banco de helio a final de línea. El 100% de los tubos verificados dimensionalmente fueron aprobados por el calibre dimensional, y no se detectaron pérdidas por la soldadura del tubo distribuidor y el racor en el test de estanqueidad. Por estos resultados obtenidos en la prueba de funcionamiento con el diseño modificado en un prototipo se ha decidido adoptar la modificación en las bases de soldadura utilizadas en el proceso normal de producción.

12.4. Implementación de diseño modificado en línea de producción.

Realizada la prueba de funcionamiento de la mejora en el diseño y tomada la decisión de efectuar la modificación en las bases de soldadura, se efectuó la implementación final en la línea de producción el día 20 de Junio de 2013. El dispositivo modificado se observa en la figura 60 a continuación.

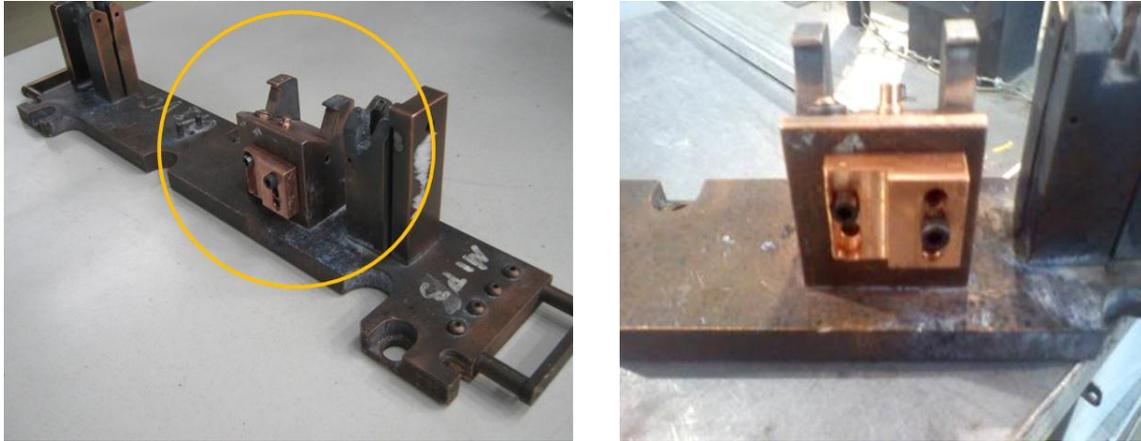


Figura 60: Implementación de modificación en base de soldadura.

Eliminada la causa de ocurrencia del defecto del proceso de manufactura de condensadores 5A, y de acuerdo a la metodología PDCA, se deberá realizar una verificación de los resultados obtenidos luego de implementar la modificación. La verificación de los resultados se encuentra desarrollada en el siguiente apartado.

13. Verificación de los resultados.

Implementada la mejora definitiva en las bases de soldadura MIG para tubos in-out del modelo de condensadores 5A se procederá a medir la eficacia de la acción correctiva tomada en el proceso. Para llevar adelante la verificación de los resultados se evaluará la modificación de los dispositivos basándose en dos condiciones: en primer lugar se evaluará la conformidad con las cotas de proceso de las piezas que se encuentran luego de la estación de soldadura MIG y en segundo lugar se analizará los retornos de garantía luego de haber implementado la contramedida en la línea de producción.

13.1. Verificación de los resultados en el proceso productivo.

Con la finalidad de controlar el resultado de la acción correctiva y asegurar que se ha eliminado el defecto por incorrecto acople del racor en el tubo distribuidor se procederá a realizar una verificación in situ de la nueva situación en el proceso.

En esta nueva inspección del proceso en la estación de soldadura MIG se busca comprobar que luego de implementar la modificación en las bases de soldadura, las piezas producidas durante esta operación están en conformidad con las cotas de proceso definidas para una correcta

soldadura de los componentes. Se procede a realizar una comparación de la situación actual con la situación previa a la contramedida, tomando de manera aleatoria una pieza en proceso luego de la estación de soldadura MIG y otra luego de la operación de compactado. El contraste de las situaciones se observa en las figuras 61 y 62.

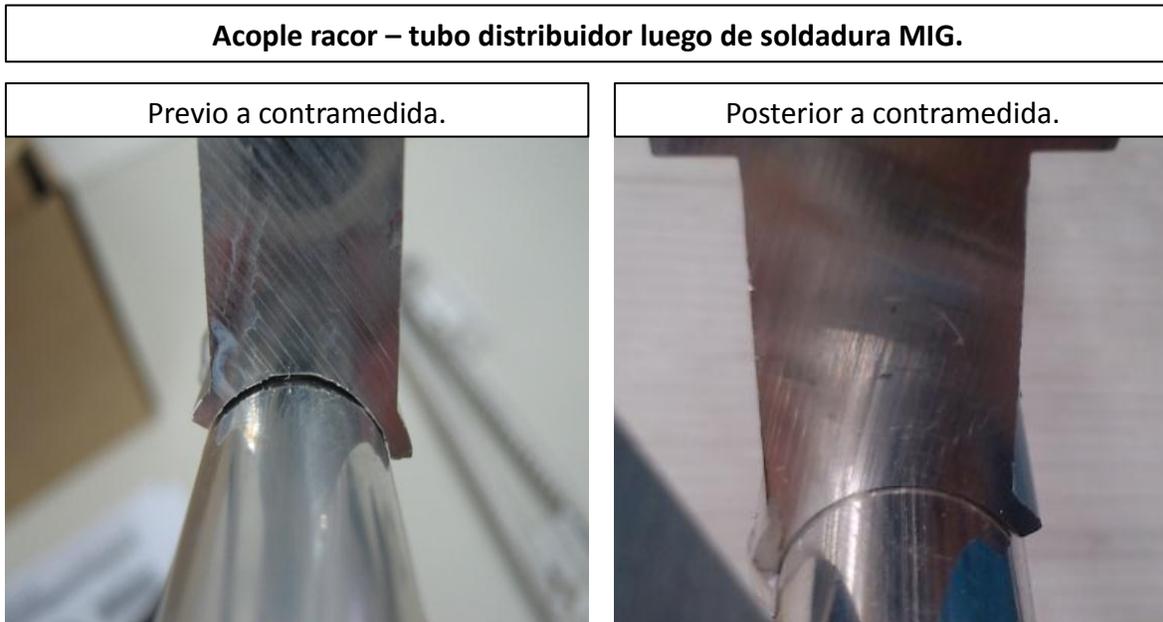


Figura 61: Acople racor – tubo distribuidor luego de soldadura MIG.



Figura 62: Acople racor – tubo distribuidor luego de compactado.

Como se observa claramente en las figuras 61 y 62, el acople entre el racor y el tubo distribuidor ha mejorado considerablemente comparando la situación previamente a la contramedida implementada y la situación posterior a la contramedida implementada. Con la finalidad de obtener una medida objetiva de la mejora realizada se procederá a medir con un calibre fijo (galga) la distancia entre el acople entre el racor y el tubo distribuidor, recordando que la distancia máxima entre componentes a soldar no debe exceder los 0,15 mm. El resultado de esta medición muestra en la figura 63 a continuación.



Figura 63: Distancia entre racor y tubo distribuidor luego de contramedida.

Del resultado obtenido durante esta medición, se está en condiciones de afirmar objetivamente que la contramedida implementada en el proceso de manufactura es efectiva y asegura la cota de proceso de acople entre el racor y el tubo distribuidor. Luego de este cambio introducido en la base de soldadura, se ha logrado mejorar una distancia entre el racor y el tubo distribuidor de 0,45 mm a una menor a 0,15 mm, la cual está en conformidad con lo establecido para asegurar una correcta soldadura de los componentes.

13.2. Verificación de resultados en retornos de garantía en tiempo extendido.

Con el objetivo de obtener un enfoque más amplio del efecto de la contramedida, se realizará a continuación un análisis de los reclamos de garantía recibidos desde Julio 2013 a Agosto 2014 para verificar si la contramedida implementada en el proceso de producción ha logrado eliminar este modo de falla en los reclamos de campo recibidos. Como se realizó al inicio del análisis de los reclamos de garantía, se muestra en la tabla 13 los reclamos recibidos durante el período mencionado.

Ítem	I.O.	Fecha de Reclamo	Modelo	Defecto	Costo (R\$)
1	305-13	12/09/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Multiport pinchado	668,25
2	291-13	12/09/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	739,31
3	291-13	12/09/2013	5E0778080	Pérdida interna (Trafilamento setto)	729,76
4	370-13	17/10/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	590,24
5	370-13	17/10/2013	5A0275080	Perdida Tubo Distribuidor - Tubo Multiport	612,2
6	370-13	17/10/2013	5A0275080	Perdida por tappo	666,17
7	369-13	17/10/2013	5E0778080	Pérdida Tubo Multiport pinchado	866,68
8	385-13	11/11/2013	5E0778080	Pérdida interna (Trafilamento setto)	712,98
9	384-13	11/11/2013	5E0778080	Pérdida Tubo Multiport pinchado	738,47
10	384-13	11/11/2013	5A0275080	Pérdida Tubo Multiport pinchado	780,25
11	404-13	19/11/2013	5E0778080	Pérdida interna (Trafilamento setto)	750,86
12	431-13	16/12/2013	5E0778080	Perdida Tubo Distribuidor - Tubo Multiport	755,75
13	22-14	10/01/2014	5E0778080	Pérdida interna (Trafilamento setto)	899,11
14	27-14	24/01/2014	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	665,39
15	27-14	24/01/2014	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	780,79
16	27-14	24/01/2014	5A0275080	Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	650,01
17	27-14	24/01/2014	5E0778080	Pérdida soldadura TIG	723,01
18	48-14	25/02/2014	5E0778080	Pérdida interna (Trafilamento setto)	815,97
19	47-14	25/02/2014	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	734,54
20	44-14	25/02/2014	150010200	Pérdida guarnición colector	644,84
21	110-14	17/05/2014	5A0275080	Pérdida soldadura TIG	649,95
22	108-14	17/05/2014	5E0778080	Pérdida soldadura TIG	838,98
23	130-14	26/06/2014	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	618,9
24	130-14	26/06/2014	5A0275080	Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	787,9
25	202-14	18/08/2014	5A0275080	Pérdida soldadura TIG	591,21
26	179-14	18/08/2014	5F2775080	Pérdida soldadura TIG	996,98
27	177-14	18/08/2014	150010200	Pérdida guarnición - colector	731,09

Tabla 13: Detalle del total de reclamos de campo debitados. Período Julio 2013 – Agosto 2014.

A partir de los datos detallados en la tabla 13 se procederá a realizar un análisis de estos, con la finalidad de obtener de manera clara y precisa la información respecto de los reclamos recibidos del condensador modelo 5A, su participación en el total de reclamos, y verificar la incidencia del defecto de pérdida por la incorrecta soldadura del racor y el tubo distribuidor en el total de reclamos y si el defecto ha ocurrido luego de la implementación de la contramedida en el proceso.

Del procesamiento de los datos se obtiene como primera información la relación entre las cantidades y costos de los reclamos y el modelo reclamado, como se observa en la tabla 14 y el gráfico 16:

Reclamos por modelo				
Modelo	Cantidad	Porcentaje del total reclamado	Costo (R\$)	Porcentaje de los costos reclamados
5A0275080	14	51,9%	9535,11	48,3%
5E0778080	10	37,0%	7831,57	39,7%
150010200	2	7,4%	1375,93	7,0%
5F2775080	1	3,7%	996,98	5,1%

Tabla 14: Cantidades y costos de los reclamos por modelo. Período Julio 2013 – Agosto 2014.

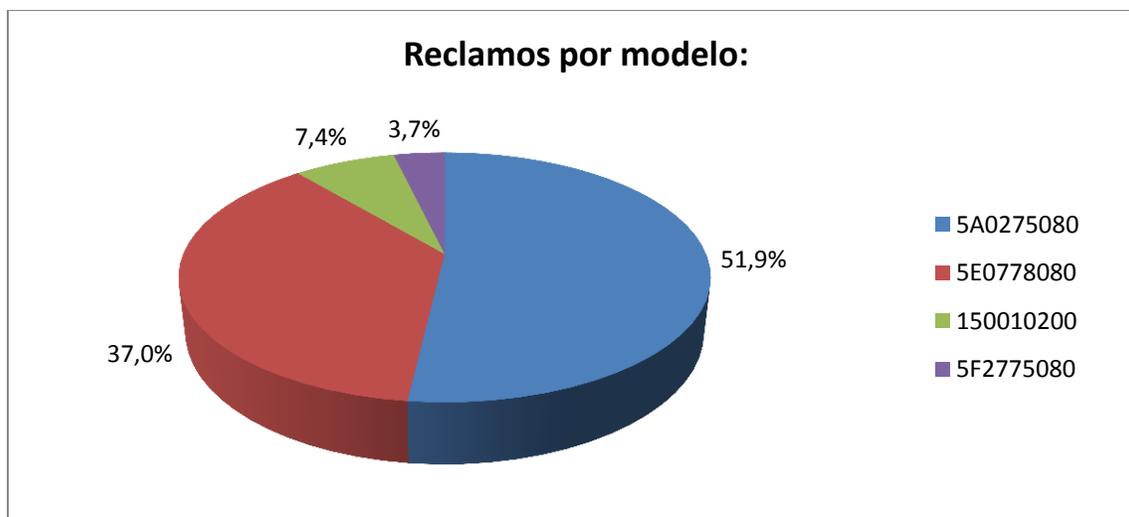


Gráfico 16: Cantidad de reclamos por modelo. Período Julio 2013 – Agosto 2014.

De la información obtenida de los reclamos por modelo, y la comparación de estos resultados con los obtenidos en el período de estudio anterior, se observa que la proporción de los reclamos de campo por modelo se mantiene en porcentajes similares, el modelo de condensador 5E se mantiene en el orden del 30% y el condensador modelo 5A se mantiene en el orden del 50%. A continuación, para entrar en mayor detalle de los reclamos obtenidos, se muestran en la tabla 15 y el gráfico 17 los reclamos y costos recibidos por modo de falla.

Reclamos por modo de falla				
Modo de falla	Cantidad	Porcentaje del total reclamado	Costo (R\$)	Porcentaje de los costos reclamados
Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	5	18,5%	3587,52	18,2%
Pérdida soldadura TIG	5	18,5%	3800,13	19,3%
Pérdida interna (Trafilamento setto)	5	18,5%	3908,68	19,8%
Pérdida Tubo Multiport pinchado	4	14,8%	3053,65	15,5%
Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	3	11,1%	1979,56	10,0%
Pérdida guarnición - colector	2	7,4%	1375,93	7,0%
Pérdida Tubo Distribuidor - Tubo Multiport	2	7,4%	1367,95	6,9%
Pérdida por tappo	1	3,7%	666,17	3,4%

Tabla 15: Cantidades y costos de los reclamos por modo de falla. Período Julio 2013 – Agosto 2014.

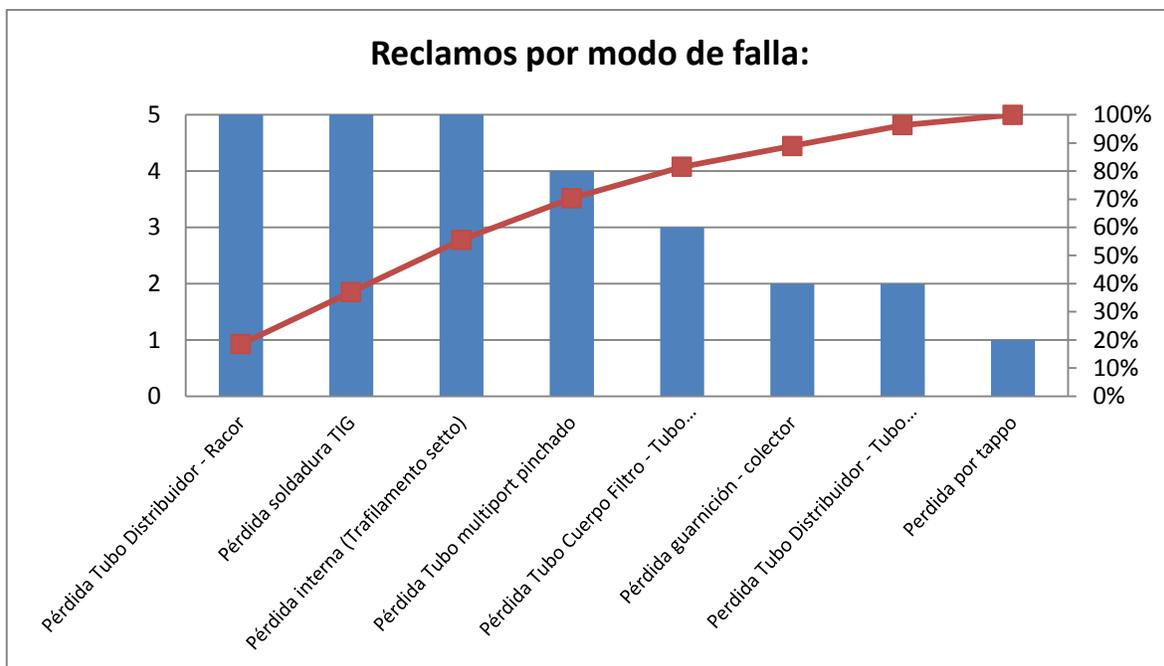


Gráfico 17: Cantidad de reclamos por modo de falla. Período Julio 2013 – Agosto 2014.

De los datos de la tabla 15, representados en el gráfico 17, se comprueba que los defectos de pérdida en tubo distribuidor – racor y pérdida interna se mantienen como los de mayor cantidad de reclamos, aunque se observa en el diagrama de Pareto que no cumplen con la proporción de 80 – 20 (el 80% de la cantidad reclamada se concentra en el 20% de los modo de falla reclamados). La cantidad reclamada de estos modos de falla se ha disminuido considerablemente respecto al anterior período de análisis.

Para obtener un enfoque más apropiado sobre el correcto funcionamiento de la contramedida implementada, se continuará el análisis de los reclamos de garantía, acotando el estudio a los reclamos correspondientes a los condensadores modelo 5A. En la tabla 16 y gráfico 18 se muestran los datos correspondientes a los reclamos de este modelo de condensadores.

Reclamos por modo de falla modelo 5A				
Modo de falla	Cantidad	Porcentaje del total reclamado	Costo (R\$)	Porcentaje de los costos reclamados
Pérdida Tubo Distribuidor - Racor	5	35,7%	3587,52	37,6%
Pérdida Tubo Cuerpo Filtro - Tubo Distribuidor	3	21,4%	1979,56	20,8%
Pérdida Tubo Multiport pinchado	2	14,3%	1448,5	15,2%
Pérdida soldadura TIG	2	14,3%	1241,16	13,0%
Perdida Tubo Distribuidor - Tubo Multiport	1	7,1%	612,2	6,4%
Perdida por tappo	1	7,1%	666,17	7,0%
Total	14	100%	9535,11	100%

Tabla 16: Cantidad y costo de los reclamos por modo de falla modelo 5A. Período Julio 2013 – Agosto 2014.

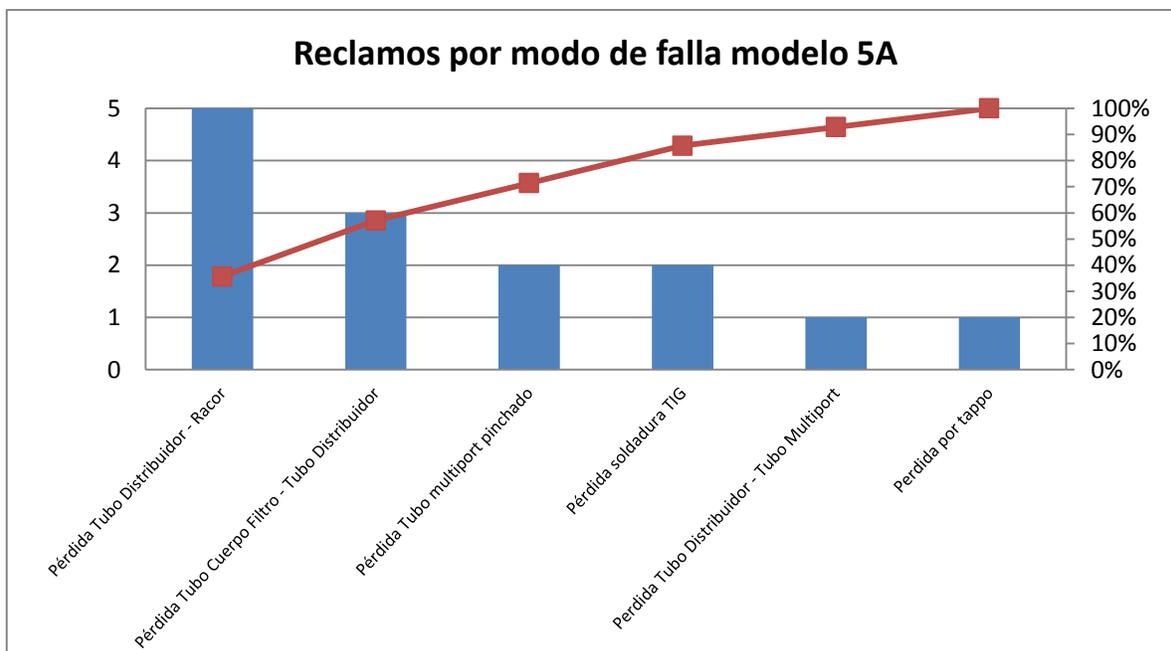


Gráfico 18: Cantidad de reclamos por modo de falla modelo 5A. Período Julio 2013 – Agosto 2014.

A partir de esta información se encuentra la presencia del modo de falla pérdida en tubo distribuidor – racor en los condensadores modelo 5A, y este modo de falla continúa siendo el de mayor incidencia en el total de reclamado, generando un costo de 3587,52 R\$. Por otro lado la garantía de las piezas contempla un período de tres años o 100.000 Km (lo que se cumpla en primer lugar) lo que deja abierta la posibilidad de que los reclamos correspondan a piezas producidas anteriormente a la contramedida. En la tabla 17 a continuación se encuentran los datos de los vehículos que han presentado el este modo de falla.

Datos de reclamos "Pérdida Tubo Distribuidor - Racor" en condensador 5A			
I.O.	Fecha de reclamo	Fecha de venta	Km.
27-14	24/01/2014	25/05/2013	7942
27-14	24/01/2014	26/11/2012	19155
47-14	25/02/2014	30/11/2012	9000
130-14	26/06/2014	19/02/2013	4800
130-14	26/06/2014	29/04/2013	13895

Tabla 17: Datos de reclamos "Pérdida Tubo Distribuidor - Racor" en condensador 5A. Período Julio 2013 – Agosto 2014.

A pesar de que el segundo período de estudio de los reclamos de campo también se registraron reclamos por el modo de falla de fuga por tubo distribuidor – racor, el 100% de ellos corresponden a automóviles vendidos anteriormente a la implementación de la contramedida en el proceso productivo en DNAR, por lo cual como no se produjeron reclamos luego de haber modificado las bases de soldadura, se considera que la contramedida es efectiva y logra eliminar la ocurrencia del modo de falla.

14. Implementación de las oportunidades de mejoras.

Durante el desarrollo del análisis de causas de ocurrencia del defecto de incorrecto acople del racor y el tubo distribuidor, se encontraron diversas situaciones anómalas en el proceso productivo que, aunque no representaron la causa raíz del problema en estudio, se identificaron como oportunidades para mejorar la calidad tanto del proceso como del producto final y eliminar la posibilidad de que se generen pérdidas por estas deficiencias.

Las situaciones identificadas como oportunidades de mejora en el proceso de manufactura en DNAR son las siguientes:

- Racores golpeados.
- Tubos distribuidores con rebabas.
- Presión inadecuada ejercida por las guías de esfuerzo.
- No se realiza mantenimiento a las bases de soldadura.

A continuación se describirán las acciones tomadas para evitar la ocurrencia de estos defectos encontrados en la verificación in-situ del puesto de soldadura MIG con el objetivo de eliminar posibles modos de falla.

14.1. Racores golpeados.

En la verificación del puesto de trabajo de la estación de soldadura MIG se encontró que los racores estaban estibados a granel dispuestos en cajas al frente del operador, en las cuales existe la posibilidad de golpes de las piezas. Se detectó que esta incorrecta disposición se genera cuando se trasvasa los racores desde el embalaje proveniente del proveedor a las cajas utilizadas en la producción en DNAR. Por este motivo se tomó la decisión de no realizar el cambio de embalaje y abastecer la línea directamente de la caja original en la cual se recibe del proveedor. Esta acción puede observarse en la figura 64.



Figura 64: Abastecimiento a línea de racores en embalaje original.

14.2. Tubos distribuidores con rebabas.

La segunda situación anómala identificada como oportunidad de mejora es la presencia de rebabas metálicas en los tubos distribuidores, provenientes de la operación de perforado. Se realizó el análisis de esta operación del proceso, en donde se determinó que la herramienta utilizada para hacer los orificios no es la correcta, ya que esta deja viruta hacia afuera. Por este motivo se decidió reemplazar la mecha utilizada por una nueva con la característica de no dejar virutas luego realizar el perforado. En la figura 65 se observa la mecha nueva y la usada anteriormente.

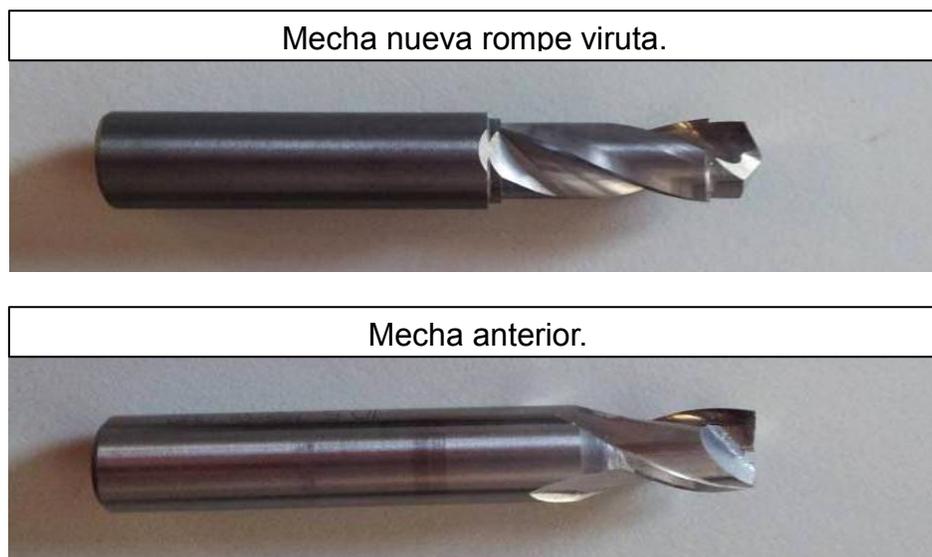


Figura 65: Nueva herramienta para operación de perforado.

14.3. Presión inadecuada ejercida por las guías de esfuerzo.

La tercera situación anómala identificada durante el genchi gembutsu realizado en la estación de soldadura MIG consiste en que los puntos de apoyo de las guías de esfuerzo, las cuales ejercen presión sobre el tubo distribuidor en las bases de soldadura, no se ubicaban en la posición correcta. Para evitar cualquier modo de falla relacionado a esta condición del proceso se estableció la correcta posición de los resortes de las guías, ubicándolos sobre cada punto de apoyo y se realizó un entrenamiento de los operadores del puesto. En la figura 66 se observa la correcta posición de las guías.



Figura 66: Correcta disposición de guías de esfuerzo en base de soldadura MIG.

14.4. No se realiza mantenimiento a las bases de soldadura.

La última situación anómala detectada en el proceso de manufactura es que no se realiza mantenimiento a las bases de soldadura correspondientes a la operación de soldadura MIG. Esta condición del proceso será revertida incluyendo tanto la limpieza de las bases como el mantenimiento al mecanismo de la modificación implementa en la acción correctiva dentro del mantenimiento preventivo que se realiza en el puesto de soldadura MIG. La modificación al mantenimiento preventivo está en relación con la estandarización de las mejoras realizadas lo cual será desarrollado a continuación.

15. Estandarización de mejoras.

Una vez implementadas las acciones de mejora en el proceso productivo en DNAR se realizará el proceso de estandarización de dichas mejoras. El objetivo de la estandarización es que el progreso que se realizó se mantenga constante en el tiempo, asegurando que se cumplan las acciones tomadas y evitando la reincidencia de estas anomalías en el puesto de trabajo. La estandarización abarca a la modificación en la base de soldadura implementada para eliminar el incorrecto acople entre el tubo distribuidor y el racor, como a las oportunidades de mejoras detectadas en el proceso productivo.

Como se describió anteriormente, los dispositivos de soldadura MIG no formaban parte del mantenimiento preventivo de la operación, por lo que se incluyó en este la limpieza de las bases de soldadura y el reemplazo del resorte presente en la modificación realizada. Estas acciones a realizar durante el mantenimiento preventivo se observan en la figura 67.

DETALLE		FREC.	RESP.	Tpo.	Julio
1	MECANICO Limpieza de las bases para soldado	1 M	MANT		0
2	MECANICO Reemplazar resorte que empuja al raccordo hacia arriba (base de soldado)	1 M	MANT		0

Figura 67: Mantenimiento preventivo estación de soldadura MIG.

En segundo lugar, con la finalidad de evitar la recurrencia en la causa de no detección del defecto de incorrecto acople de tubo distribuidor y racor, se ha localizado en el ingreso al horno se soldadura CAB una ayuda visual que explicita que en los condensadores modelo 5A no se debe aplicar NOCOLOK en la región de acople del tubo – racor. De esta manera se evita la posibilidad de que un operador que no se encuentre en conocimiento del defecto realice incorrectamente la operación. Esta ayuda visual se muestra en la figura 68.



Figura 68: Ayuda visual: Condensador 5A, no aplicar NOCOLOK en racor a la entrada del horno CAB.

Continuando con la estandarización de las acciones realizadas, se procederá a establecer ayudas visuales con el objetivo de prevenir la repetición del incorrecto posicionamiento de los puntos de apoyo de las guías de esfuerzo en las bases de soldadura y mejorar la gestión visual en el puesto de trabajo. Estas ayudas visuales se observan en la figura 69 A y B a continuación.

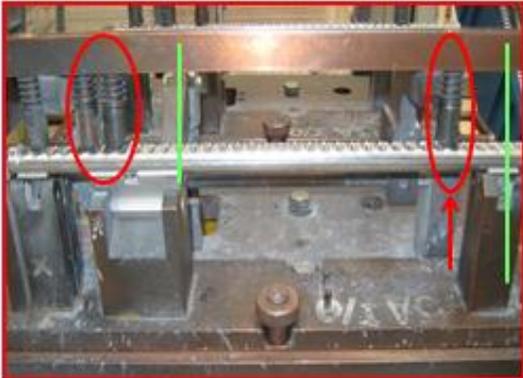
DENSO

AYUDA VISUAL

TITULO: CONDENSADOR 5A- POSICIÓN DE RESORTES EN DISPOSITIVO.



POSICIÓN CORRECTA DE RESORTES. UN RESORTE SOBRE CADA PUNTO DE APOYO.



POSICIÓN INCORRECTA. PRESIÓN DESFAREJA.

DENSO MANUFACTURING ARGENTINA S.A

Figura 69 A: Ayuda visual: Correcto posicionamiento de guías de esfuerzo en base de soldadura MIG.

DENSO

AYUDA VISUAL

TITULO: CONDENSADOR 5A - POSICIÓN DE RESORTES EN DISPOSITIVO.



POSICIÓN CORRECTA DE LOS RESORTES. ASEGURARSE DE COLOCAR LOS RESORTES EN ÉSTOS AGUJEROS PARA MODELO 5A

DENSO MANUFACTURING ARGENTINA S.A

Figura 69 B: Ayuda visual: Correcto posicionamiento de guías de esfuerzo en base de soldadura MIG.

Finalizando la estandarización de las oportunidades de mejora realizadas, se elaborarán ayudas visuales respecto a las oportunidades de mejoras que se detectaron e implementaron en el puesto de soldadura MIG. Para impedir que se reitere la situación de racores golpeados durante el abastecimiento de las piezas a la línea de producción se realizó la ayuda visual ilustrada en la figura 70.



Figura 70: Ayuda visual: Disposición de racores en línea de producción en embalaje original.

Modificado el mantenimiento preventivo en el puesto de soldadura MIG incluyendo a las bases de soldadura en el mismo y realizadas las ayudas visuales respecto a las oportunidades de mejoras detectadas se asegura que no ocurrirá la reincidencia de estos defectos detectados durante la actividad desarrollada. Esto corresponde a la última de las etapas del ciclo de Deming de mejora continua, siendo la etapa Act (Actuar) en el círculo PDCA.

16. Impacto económico.

Para concluir con el estudio de la mejora implementada y con la finalidad de obtener una mirada completa del Proyecto Integrador, se realizará el análisis de impacto económico. Como medida para visualizar el impacto económico se verificarán los costos de los débitos de garantía como consecuencia de pérdida por incorrecta soldadura del tubo distribuidor - racor en el modelo

de condensador 5A durante los dos períodos de estudio. Estos datos se observan en la tabla 18 y se ilustran en el gráfico 19.

Costos por pérdida Tubo Distribuidor - Racor (R\$) (Según período de estudio)	
Período Julio 2012 - Julio 2013	Período Julio 2013 - Agosto 2014
7137,89	3587,52

Tabla 18: Costos por pérdida Tubo distribuidor – Racor (según período de estudio).

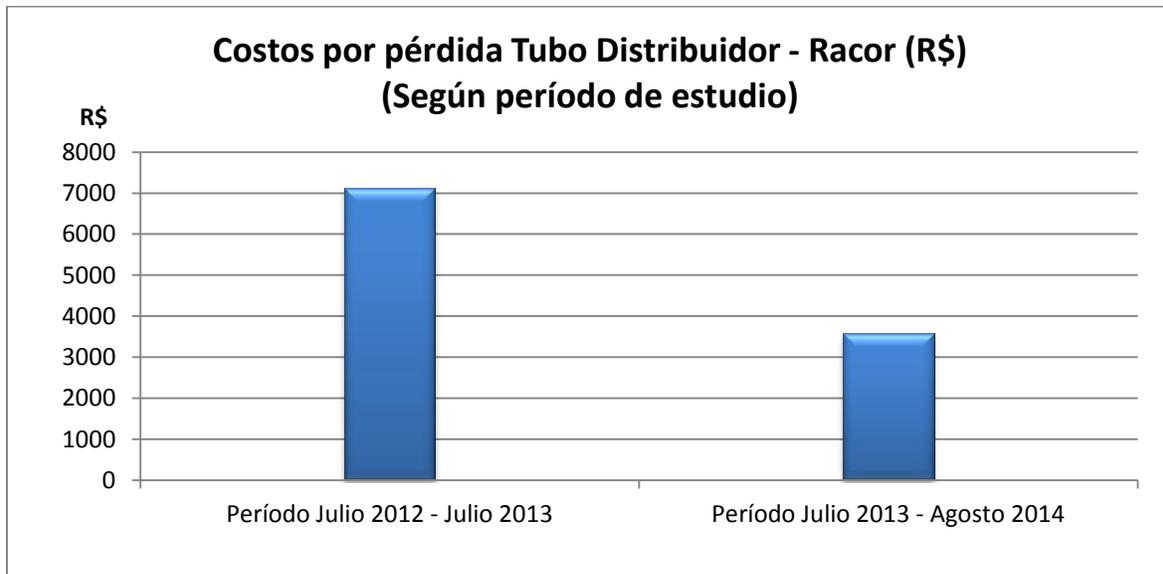


Gráfico 19: Costos por pérdida Tubo distribuidor – Racor (según período de estudio).

A través de los datos representados en el gráfico 19 y la tabla 18 se observa una disminución en forma directa de los costos debitados, de un total de 7137,89 R\$ en el período Julio 2012 a Julio 2013 a un total de 3587,52 R\$ en el período Julio 2013 a Agosto 2014, representando una disminución de un 49,8%. Por otro lado, como se evidenció en la tabla 17, los cinco condensadores reclamados que generaron los débitos por 3587,52 R\$ corresponden a automóviles vendidos antes de la implementación de la contramedida. Por este motivo, en la tabla 19 a continuación se muestran los costos debitados por pérdida por incorrecta soldadura de tubo distribuidor – racor en el modelo de condensador 5A antes y después de contramedida.

Costos por pérdida Tubo Distribuidor - Racor (R\$) (Según implementación de contramedida)	
Antes de contramedida	Después de contramedida
10725,41	0

Tabla 18: Costos por pérdida Tubo distribuidor – Racor (según implementación de contramedida).

En forma ilustrativa, estos datos son representados en el gráfico 20 a continuación.

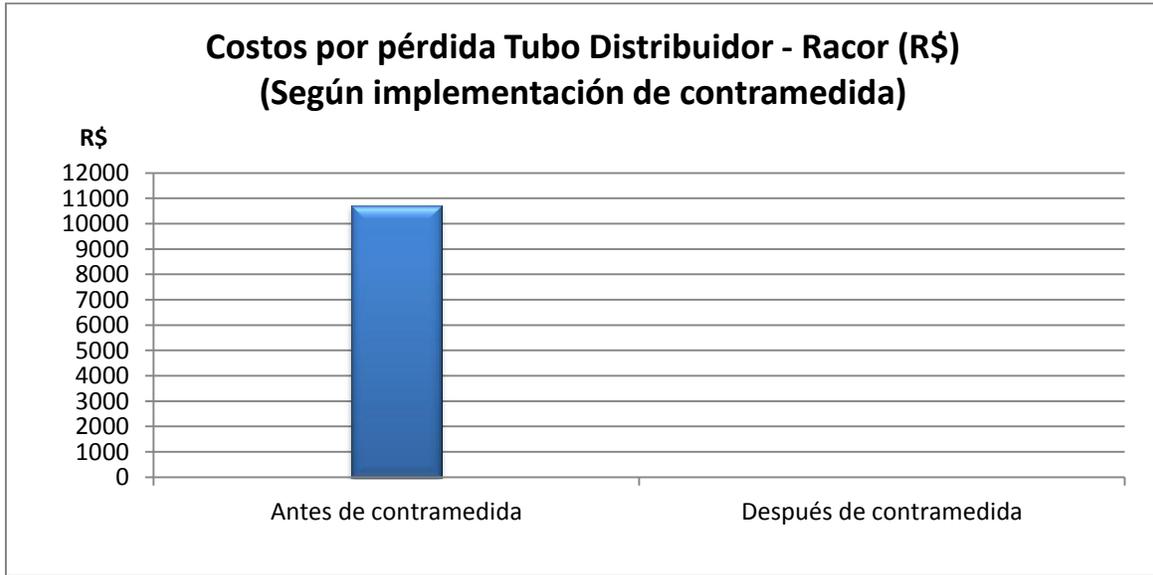


Gráfico 20: Costos por pérdida Tubo distribuidor – Racor (según implementación de contramedida).

En el gráfico anterior se observa claramente la eficacia de la contramedida implementada, gracias a la cual no se han recibido reclamos post implementación y consecuentemente los costos asociados por el modo de falla son nulos. Para finalizar el estudio del impacto económico y obtener real magnitud de la eficiencia de la acción tomada se contabilizarán los costos para llevarla adelante. Dentro de los costos se tendrá en cuenta el material utilizado para el prototipo, las horas-hombre del personal de mantenimiento, quien realizó el prototipo y la modificación definitiva en el herramental y las horas-hombre del personal de calidad para dar seguimiento a la implementación. El costo del resorte y el vástago para el herramental definitivo se consideran despreciables.

El tiempo empleado para elaborar el prototipo en aluminio fue de cuatro horas, y para modificar la base de soldadura definitiva una hora, por lo que el total de horas-hombre trabajadas por el personal de mantenimiento es de cinco horas. Por su parte, el tiempo empleado por personal de calidad para dar seguimiento fue de dos horas. Tomando un valor de hora de 75 \$ el costo total empleado en mano de obra es de 525 \$. En cuanto al costo del material empleado para fabricar el prototipo se valorará en 50 \$. Por lo cual los costos de implementación se estiman en 575 \$ (aproximadamente 190 R\$).

Por este motivo se está en condiciones de afirmar que el impacto económico es de gran envergadura, ya que se ha logrado una importante reducción en los costos de no calidad a partir de una simple modificación en el herramental productivo, con costos de implementación ínfimos respecto al ahorro conseguido. Reduciendo débitos por un total de 10725,41 R\$ a partir de una inversión de 190 R\$.

17. Conclusiones.

A través del desarrollo del Proyecto Integrador se ha logrado identificar el modo de falla que causaba la mayor cantidad de reclamos de campo, establecer cuál era la causa raíz en el proceso y eliminarla del mismo. La actividad se realizó según la metodología PDCA, de acuerdo con el ciclo de Deming para la mejora continua, y se apoyó en el uso de herramientas de calidad y en los conceptos sobre la soldadura con fundente NOCOLOK para el estudio de causas y aplicación de contramedidas.

El resultado del estudio realizado deriva en la modificación del dispositivo para la soldadura MIG del racor y el tubo distribuidor, asegurando de esta manera el correcto posicionamiento de estos componentes para su unión. La eficacia de esta modificación se ha verificado comparando la cantidad de reclamos provocados por la incorrecta soldadura del racor al tubo distribuidor antes y después de implementar los cambios en el proceso.

Durante el análisis inicial de los reclamos de campo, la cantidad correspondiente a este modo de falla fue de 12 unidades, abarcando un 25 % del total reclamado. Posteriormente a la implementación de la contramedida, se obtuvo que 5 de los reclamos corresponden con este modo de falla, siendo la fecha de producción de todos ellos anterior a la contramedida implementada. La comparación de las cantidades reclamadas según los principales modo de falla se muestra en el gráfico 21.

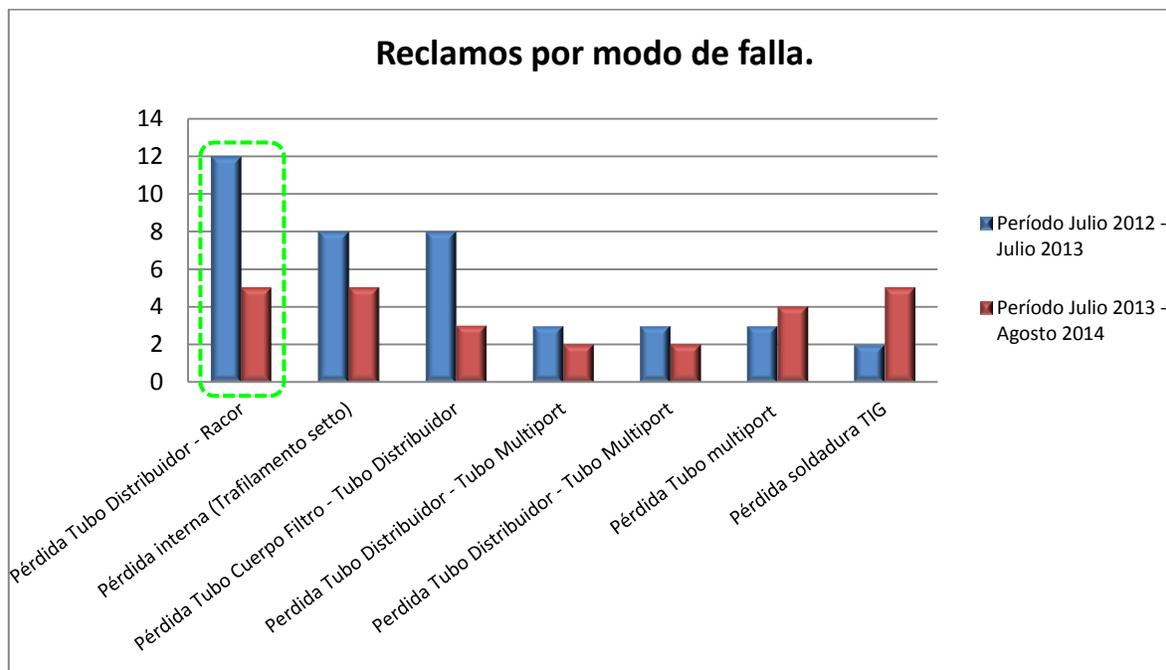


Gráfico 21: Comparación de cantidades reclamadas según los principales modos de falla.

En el gráfico 21 queda en evidencia la disminución de la cantidad de reclamos recibidas por pérdida tubo distribuidor – racor, siendo todos los reclamos recibidos en el período Julio 2013 Agosto 2014 posterior a la modificación de la base de soldadura.

En cuanto al objetivo general planteado al inicio del Proyecto Integrador, que consistía en eliminar el principal causante de reclamos de campo, se puede afirmar que se ha cumplido. Durante la verificación de los resultados de la modificación del dispositivo se ha corroborado que tanto en el proceso productivo, como en los reclamos de campo recibidos en el período comprendido entre Julio 2013 y agosto 2014 no se detectan condensadores con este modo de falla, por lo que se determina que mediante la mejora implementada se ha logrado erradicar el defecto.

Respecto a los objetivos específicos se está en condiciones de afirmar que:

- Se logró una reducción de los costos de no calidad de la empresa. En primera instancia con la disminución en forma directa de los costos debitados por reclamo recibido, de un total de 7137,89 R\$ en el período Julio 2012 a Julio 2013 a un total de 3587,52 R\$ en el período Julio 2013 a Agosto 2014, representando una disminución de un 49,8%. Estos débitos corresponden a piezas producidas anteriormente a la implementación de la contramedida, por lo que se puede establecer que los costos debitados luego de la implementación de la contramedida son nulos. Por otro lado, se redujeron los costos indirectos de no calidad, que implican el envío de piezas para analizar, el tiempo empleado por el personal para realizar los análisis, el costo de las reparaciones, la mano de obra de las reparaciones, etc.
- Se logró un aumento en la productividad mediante la implementación de las acciones correctivas en el proceso. Se ha eliminado la ocurrencia del defecto estudiado, aumentando así el porcentaje de piezas OK respecto al total soldadas. En el gráfico 15 se observó que el 30 % de las piezas detectadas con pérdida durante la semana 24 correspondían a este modo de falla (185 de un total de 612) representando un 5,54% del total soldadas (3340 condensadores). Por otra parte se han tomado acciones para eliminar defectos del proceso como golpes en racores o presencia de virutas en los tubos distribuidores eliminando así el scrap de componentes por estas causas.
- Se estimuló el trabajo en equipo. Esta fue una actividad desarrollada por un equipo interdisciplinario, en la cual se involucraron personas pertenecientes a diferentes áreas, como calidad, producción e ingeniería de procesos. La participación e involucración de las distintas áreas promueve la mejora en el ambiente de trabajo y el compromiso de las personas involucradas en la actividad para generar resultados positivos.
- Fomentar el compromiso con la empresa. La actividad desarrollada se realizó con la participación voluntaria de todas las personas involucradas, logrando beneficios económicos y productivos para la empresa a través de la implementación de las mejoras propuestas, contribuyendo también a mejorar el clima laboral dentro de la misma a través de mejores relaciones interpersonales.
- Se incrementó la motivación y realización personal de los involucrados. A todos los participantes de los Círculos de Calidad que realizan la presentación final de la actividad se

les paga a modo de estímulo económico una PIM (Propuesta Individual de Mejora) de segundo nivel. Por otra parte, el grupo que presentó el trabajo desarrollado fue ganador de la competencia interna realizada en DNAR, logrando así la oportunidad de participar en la competencia Mercosur de Denso, realizada Agosto 2013 en Belo Horizonte, estado de Minas Gerais, Brasil.

Cumplido el objetivo general del Proyecto Integrador y los objetivos específicos propuestos al inicio, se plantea el desafío de seguir adelante con la mejora continua. De esta manera, se establece como plan a futuro eliminar del proceso productivo el segundo modo de falla que provoca mayor cantidad de reclamos de campo, el cual corresponde al defecto de pérdida interna en el condensador 5E (trafilamento setto).

Realizando el Proyecto Integrador, se han aplicado conceptos, técnicas y conocimientos los cuales están incluidos en el plan de estudios de la carrera de ingeniería industrial. La descripción de la empresa en donde se desarrolló el trabajo se basó en los conceptos de *gestión de empresas*, como lo son las 5 fuerzas de Porter, la cadena de valor y la matriz FODA, para analizar las actividades realizadas por la empresa y la posición competitiva de esta respecto a sus competidores en el contexto en el cual desarrolla su actividad.

Durante el estudio de los reclamos de garantía, el análisis de causas y la implementación de contramedidas, se han utilizado herramientas de *gestión de calidad*, como el diagrama de Pareto, el diagrama causa-efecto, los 5 ¿por qué? para establecer el modo de falla a eliminar y la causa raíz de la misma. Por otra parte, el método de soldadura con fundente NOCOLOK es comprendido con conceptos de *materiales* como son el diagrama de fases de una composición y el punto eutéctico de la misma. También se emplean conceptos de *estudio del trabajo* y *mantenimiento industrial* como lo son la utilización de flujogramas, hojas de proceso, métodos de trabajo y el empleo de mantenimiento preventivo en un puesto de trabajo.

Por lo desarrollado anteriormente se resume que el Proyecto Integrador abarcó distintos campos, los cuales fueron objeto de estudio académico, y se utilizó diversas herramientas que brinda la carrera universitaria aplicándolas en un contexto industrial de manera práctica y medible. Esto concluye la importancia y necesidad de la formación de ingenieros industriales que desarrollen sus actividades en el mercado laboral actual.

18. Bibliografía.

- AMAT, Oriol. 1993. Costes de calidad y de no calidad. Barcelona. Gestión 2000.
- PORTER, Michael. 2000. Estrategia competitiva: técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia. México. CECSA.
- CUATRECASAS, Lluís. 2005. Gestión integral de la calidad. Implantación, control y certificación. Barcelona. Gestión 2000.
- SMITH, William. 2004. Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales. Cuarta edición. Madrid. McGraw-Hill Interamericana.
- The nocolok flux brazing process. <http://www.solvaychemicals.com>
- <http://www.globaldenso.com/en/>
- AR CONDICIONADO AUTOMOTIVO. 2010. Denso do Brasil LTDA.
- Curso de Aire Acondicionado. 2007. Denso Manufacturing Argentina S.A.