

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DEL SUR DE GUANAJUATO**



## **“Análisis Sistemático de Modos de Fallo y Lecciones Aprendidas para la mejora de PPMS”**

Opción 2 Titulación Integral – Tesis profesional

Elaborada por:

Karen Itzel Calderón Elías

Que presenta para obtener el título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Asesor:

M.I. Cristina Orozco Trujillo

# **“Análisis Sistemático de Modos de Fallo y Lecciones Aprendidas para la mejora de PPMS”**

Elaborada por:

**Karen Itzel Calderón Elías**

Aprobado por. .... M.I. Cristina Orozco Trujillo  
Nombre del Asesor (Nombre completo y grado)  
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial  
Asesor de la opción de titulación

Revisado por. .... Ing. Jorge Ramón Hernández Bernal  
Nombre del Revisor (Nombre completo y grado)  
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial  
Revisor de la opción de titulación

Revisado por. .... MDO Jesús Amparo Morales Guzmán  
Nombre del Revisor (Nombre completo y grado)  
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial  
Revisor de la opción de titulación



# Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato

TECNOLOGÍA Y CALIDAD PARA LA VIDA

## LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Uriangato, Gto., 27/agosto/2025

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral


M.C. José Gabriel Aguilera González  
Director Académico  
ITSUR  
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre de estudiante y/o egresado(a): Karen Itzel Calderón Elías	
Carrera: Ingeniería Industrial	Núm. de control: D20120362
Nombre del proyecto: Análisis Sistemático de Modos de Fallo y Lecciones Aprendidas para la mejora de PFM's	
Producto: Opción 2: Titulación Integral – Tesis Profesional	

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestras y nuestros egresados.

ATENTAMENTE

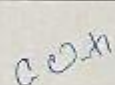
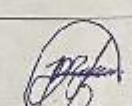

  
M.C. Gabriel Mogaña Guzmán  
Jefe de División de Ingeniería Industrial  
ITSUR

Instituto Tecnológico Superior  
del Sur de Guanajuato



COORDINACIÓN INGENIERÍA  
INDUSTRIAL

La comisión revisora ha tenido a bien aprobar la reproducción de este trabajo.

		
Nombre y Firma de Asesor(a) M.I. Cristina Orceco Trujillo	Nombre y Firma del Revisor(a)* <sup>1</sup> Ing. Jorge Ramón Hernández Bernal	Nombre y Firma del Revisor(a)* <sup>2</sup> MOD Jesús Amparo Morales Guzmán

c.c.p.: Expediente

Julio 2017

**Título de la tesis:**

“Análisis Sistemático de Modos de Fallo y Lecciones Aprendidas para la mejora de PPMS”

**Resumen y abstract:**

This project aimed to analyze and reduce defects in the production processes of the BELL 505 program's subsets area at Aernnova Aerospace México. The study identified recurring failures, including surface finish issues, drilling and countersinking errors, deburring problems, and component misalignment, which contributed to rework and increased operational costs. To address these challenges, the Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) methodology was applied to classify failure modes and establish corrective and preventive strategies. The study involved analyzing historical data, documenting lessons learned, and implementing an action plan focused on standardizing procedures, conducting internal audits, and training personnel. Additionally, the integration of Statistical Process Control (SPC) tools was proposed for real-time monitoring of critical process variables.

The results demonstrated a significant reduction in recorded defects, improving product quality and decreasing costs associated with non-conformance. The study underscores the importance of continuous improvement in the aerospace industry, as the application of structured methodologies enhances operational efficiency and process reliability. Furthermore, documenting and disseminating lessons learned fosters a quality-driven culture and prevents recurring failures.

This project establishes the foundation for future optimizations in other production processes, ensuring a systematic approach to defect reduction and quality management. By implementing targeted corrective actions and preventive measures, Aernnova Aerospace México strengthens its competitiveness in the global aerospace sector. The findings suggest that continuous training, standardized workflows, and real-time process monitoring are essential to sustaining long-term operational excellence.

**Pababras clave (Keywords)**

- Defects: cualquier desviación de un producto o proceso respecto a los requisitos, especificaciones o estándares de calidad establecidos.
- Lessons learned: conocimiento adquirido a partir de una experiencia pasada, que permite identificar buenas prácticas, errores o áreas de mejora en un proceso, con el objetivo de optimizar futuras operaciones y evitar la recurrencia de fallos.
- Continuos improvement: enfoque sistemático y permanente que busca optimizar procesos, productos o servicios mediante la identificación y eliminación de ineficiencias, defectos o desperdicios. Se basa en la revisión constante de las operaciones para implementar ajustes progresivos que aumenten la calidad, la productividad y la satisfacción del cliente.

## **Agradecimientos**

La finalización del proyecto titulado "Análisis Sistemático de Modos de Fallo y Lecciones Aprendidas para la Mejora de PPMS" no hubiera sido posible sin el valioso apoyo y la colaboración de Aernnova México, por brindarme la oportunidad de realizar mis prácticas profesionales y el apoyo constante que me han ofrecido desde el día uno. Así como de las personas dentro de la empresa que me han acompañado durante este proceso.

Mi más sincero agradecimiento a mi asesora interna, la M.I. Cristina Orozco Trujillo, por su conocimiento, paciencia y constante guía a lo largo de este camino. Su experiencia y acompañamiento han sido fundamentales para el termino de este proyecto.

A mis padres y hermanos, por su amor incondicional, comprensión y respaldo a lo largo de todos estos años de estudio. A mis amigos, por su apoyo y por estar siempre presentes para ofrecerme palabras de aliento. La suma de ellos han sido clave para mantenerme enfocada y motivada en todo momento de este proceso.

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar este trabajo a mi Familia que han sido pilares fundamentales para mi vida, a mis padres Oscar y Claudia por todo el sacrificio que han tenido que hacer para tener la vida que tengo por siempre impulsarme a ser mejor y llegar a cumplir mis metas, les agradezco todo lo que me han dado, su amor, paciencia y comprensión, a mis hermanos Oscar y Emmanuel por todo el cariño, alegrías y por su apoyo incondicional por estar cuando los necesito y sacarme una sonrisa, a mi hermana Vetty por ser mi cómplice en todo, por nunca dejarme sola, por apoyarme y por su amor incondicional, a mis abuelas por creer en mí, por su apoyo y su cariño inigualable.

La culminación de este proyecto es un logro que se lo debo a mi familia ya que por más difíciles que se pongan las cosas siempre me ayudan a buscar la forma de que mis metas y sueños se logren.

A mis amigos, por su apoyo, su amistad y por todos los instantes de alegría y risas que hicieron este camino más fácil. Por siempre creer en mí y en mis capacidades y nunca dudar que lo lograríamos. A ti gracias por nunca dejarme sola, apoyarme, animarme en todos esos momentos que más necesite los bonitos y no tan bonitos, por ese cariño que nunca me faltó y ayudar a hacer esta etapa más fácil y bonita me la llevo en mis recuerdos, gracias por siempre creer en que cumpliría esta meta.

A mis profesores, por sus conocimientos brindados, por su orientación y por motivarme a alcanzar nuevas metas tanto académicas como personales.

Con todo mi cariño,

Karen Itzel Calderón Elías

## INDICE DE CONTENIDO GENERAL

<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>1</b>
INTRODUCCIÓN	1
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>2</b>
MARCO TEÓRICO (ANTECEDENTES)	2
2.1 <i>Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)</i>	2
2.2 <i>SPC</i>	3
2.3 <i>Diagrama de flujo de operaciones (DOP)</i>	4
2.4 <i>Auditoría</i>	5
2.5 <i>RD</i>	6
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>8</b>
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
3.1 <i>Identificación</i>	8
3.2 <i>Justificación</i>	9
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>10</b>
OBJETIVOS	10
4.1 <i>Objetivo General</i>	10
4.2 <i>Objetivos específicos</i>	10
4.3 <i>Pregunta de Investigación</i>	11
4.4 <i>Hipótesis</i>	11
<b>CAPÍTULO 5</b>	<b>12</b>
METODOLOGÍA	12
ILUSTRACIÓN 1 FLUJO CABINA BELL 505 AERNNOVA MÉXICO, ELABORACIÓN PROPIA	13
ILUSTRACIÓN 2 CONSOLE PN <b>SLS-030-270-007</b> , AERNNOVA MÉXICO	14
ILUSTRACIÓN 3 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO CPA, ELABORACIÓN PROPIA	15
ILUSTRACIÓN 4 TUNNEL PN SLS-030-301-009, AERNNOVA MÉXICO	16
ILUSTRACIÓN 5 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO TUNNEL, ELABORACIÓN PROPIA	17
ILUSTRACIÓN 6 FFA PN SLS-030-210-005, AERNNOVA MÉXICO	18
ILUSTRACIÓN 7 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO FFA, ELABORACIÓN PROPIA	19
ILUSTRACIÓN 8 UPPER PN SLS-030-304-005, AERNNOVA MÉXICO	20
ILUSTRACIÓN 9 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO UPPER, ELABORACIÓN PROPIA	20
ILUSTRACIÓN 10 AFTER PN SLS-030-305-005, AERNNOVA MÉXICO	21
ILUSTRACIÓN 11 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO AFTER, ELABORACIÓN PROPIA	21
ILUSTRACIÓN 12 RDS SUBCONJUNTOS ENERO-AGOSTO 2024, ELABORACIÓN PROPIA	22
TABLA 1 CARACTERÍSTICAS CLAVE AGRUPADAS POR FAMILIA DE ACUERDO CON EL PCA-00-069 DE AERNNOVA AEROSPACE, RDS SUBCONJUNTOS, ELABORACIÓN PROPIA	23



ILUSTRACIÓN 13 RDS CPA, ELABORACIÓN PROPIA.....	24
ILUSTRACIÓN 14 RDS TUNNEL, ELABORACIÓN PROPIA .....	25
ILUSTRACIÓN 15 RDS FFA, ELABORACIÓN PROPIA .....	25
ILUSTRACIÓN 16 RDS UPPER, ELABORACIÓN PROPIA.....	26
ILUSTRACIÓN 17 RDS AFT, ELABORACIÓN PROPIA .....	26
TABLA 2 COSTO NO CALIDAD 2023, ELABORACIÓN PROPIA. ....	27
TABLA 3 COSTO NO CALIDAD ENE-AGOS 2024, ELABORACIÓN PROPIA. ....	28
TABLA 4 HORAS NO CALIDAD EN ÁREAS, ELABORACIÓN PROPIA.....	28
TABLA 5 VALORES MODO DE FALLO, ELABORACIÓN PROPIA. ....	31
TABLA 6 AMFE TUNNEL ASSY/FFA, ELABORACIÓN PROPIA.....	33
TABLA 7 PLANIFICACIÓN SPC, ELABORACIÓN PROPIA. ....	34
ILUSTRACIÓN 18 EJEMPLO INSTRUCCIÓN DE CALIDAD DELMIA, AERNNOVA MÉXICO....	35
TABLA 8 PLANEACIÓN REFRESH DE PROCEDIMIENTOS, DEPTO. R.H. AERNNOVA MÉXICO .....	37
ILUSTRACIÓN 19 CHECK LIST AUDITORÍAS, ELABORACIÓN PROPIA. ....	40
ILUSTRACIÓN 20 FORMATO CONTROL DE LECCIONES APRENDIDAS, ELABORACIÓN PROPIA. ....	40
ILUSTRACIÓN 21 CI BELL 505, AERNNOVA MÉXICO. ....	41
ILUSTRACIÓN 22 FORMATO LECCIONES APRENDIDAS, ELABORACIÓN PROPIA.....	42
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>44</b>
RESULTADOS .....	44
ILUSTRACIÓN 23 RDS TUNNEL NOVIEMBRE 2024, ELABORACIÓN PROPIA. ....	45
ILUSTRACIÓN 24 RDS FFA NOVIEMBRE 2024, ELABORACIÓN PROPIA. ....	45
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>46</b>
CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO .....	46
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1 FLUJO CABINA BELL 505 AERNNOVA MÉXICO, ELABORACIÓN PROPIA. ....	13
ILUSTRACIÓN 2 CONSOLE PN SLS-030-270-007, AERNNOVA MÉXICO. ....	14
ILUSTRACIÓN 3 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO CPA, ELABORACIÓN PROPIA. ....	15
ILUSTRACIÓN 4 TUNNEL PN SLS-030-301-009, AERNNOVA MÉXICO. ....	16
ILUSTRACIÓN 5 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO TUNNEL, ELABORACIÓN PROPIA. ....	17
ILUSTRACIÓN 6 FFA PN SLS-030-210-005, AERNNOVA MÉXICO. ....	18
ILUSTRACIÓN 7 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO FFA, ELABORACIÓN PROPIA. ....	19
ILUSTRACIÓN 8 UPPER PN SLS-030-304-005, AERNNOVA MÉXICO. ....	20
ILUSTRACIÓN 9 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO UPPER, ELABORACIÓN PROPIA. ....	20
ILUSTRACIÓN 10 AFTER PN SLS-030-305-005, AERNNOVA MÉXICO. ....	21
ILUSTRACIÓN 11 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO AFTER, ELABORACIÓN PROPIA. ....	21
ILUSTRACIÓN 12 RDS SUBCONJUNTOS ENERO-AGOSTO 2024, ELABORACIÓN PROPIA. ....	22
ILUSTRACIÓN 13 RDS CPA, ELABORACIÓN PROPIA. ....	24
ILUSTRACIÓN 14 RDS TUNNEL, ELABORACIÓN PROPIA. ....	25
ILUSTRACIÓN 15 RDS FFA, ELABORACIÓN PROPIA. ....	25
ILUSTRACIÓN 16 RDS UPPER, ELABORACIÓN PROPIA. ....	26
ILUSTRACIÓN 17 RDS AFT, ELABORACIÓN PROPIA. ....	26
ILUSTRACIÓN 18 EJEMPLO INSTRUCCIÓN DE CALIDAD DELMIA, AERNNOVA MÉXICO. ....	35
ILUSTRACIÓN 19 CHECK LIST AUDITORÍAS, ELABORACIÓN PROPIA. ....	40
ILUSTRACIÓN 20 FORMATO CONTROL DE LECCIONES APRENDIDAS, ELABORACIÓN PROPIA. ....	40
ILUSTRACIÓN 21 CI BELL 505, AERNNOVA MÉXICO. ....	41

ILUSTRACIÓN 22 FORMATO LECCIONES APRENDIDAS, ELABORACIÓN PROPIA.....	42
ILUSTRACIÓN 23 RDS TUNNEL NOVIEMBRE 2024, ELABORACIÓN PROPIA.....	45
ILUSTRACIÓN 24 RDS FFA NOVIEMBRE 2024, ELABORACIÓN PROPIA. ....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 CARACTERÍSTICAS CLAVE AGRUPADAS POR FAMILIA DE ACUERDO CON EL PCA-00-069 DE AERNNOVA AEROSPACE, RDS SUBCONJUNTOS, ELABORACIÓN PROPIA. ....	23
TABLA 2 COSTO NO CALIDAD 2023, ELABORACIÓN PROPIA. ....	27
TABLA 3 COSTO NO CALIDAD ENE-AGOS 2024, ELABORACIÓN PROPIA. ...	28
TABLA 4 HORAS NO CALIDAD EN ÁREAS, ELABORACIÓN PROPIA. ....	28
TABLA 5 VALORES MODO DE FALLO, ELABORACIÓN PROPIA. ....	31
TABLA 6 AMFE TUNNEL ASSY/FFA, ELABORACIÓN PROPIA. ....	33
TABLA 7 PLANIFICACIÓN SPC, ELABORACIÓN PROPIA. ....	34
TABLA 8 PLANEACIÓN REFRESH DE PROCEDIMIENTOS, DEPTO. R.H. AERNNOVA MÉXICO .....	37

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1 .....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 2 .....	2
MARCO TEÓRICO (ANTECEDENTES).....	2
2.1 <i>Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)</i> .....	2
2.2 <i>SPC</i> .....	3
2.3 <i>Diagrama de flujo de operaciones (DOP)</i> .....	4

2.4 Auditoría .....	5
2.5 RD.....	6
CAPÍTULO 3 .....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
3.1. <i>Identificación</i> .....	8
3.2. <i>Justificación</i> .....	9
CAPÍTULO 4 .....	10
OBJETIVOS .....	10
4.1 <i>Objetivo General</i> .....	10
4.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	10
4.3 <i>Pregunta de Investigación</i> .....	11
4.4 <i>Hipótesis</i> .....	11
CAPÍTULO 5 .....	12
METODOLOGÍA .....	12
5.1 <i>Metodología</i> .....	12
FASE 1: DIAGNÓSTICO Y RECOPIACIÓN DE DATOS DEL ESTADO ACTUAL .....	12
FASE 2: IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE MODOS DE FALLO (CORE TOOLS).....	29
FASE 5: PLAN DE ACCIÓN.....	34
5.2 <i>PLAN DE ACCIÓN</i> .....	34
CAPÍTULO 6 .....	44
RESULTADOS .....	44
CAPÍTULO 7 .....	46
CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO .....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48
ANEXOS .....	49

## **Capítulo 1**

### **Introducción.**

El presente trabajo se desarrolla con el propósito de realizar un análisis sistemático de modos de fallo y documentar lecciones aprendidas para la mejora de los procesos productivos en el área de subconjuntos del programa BELL 505 de Aernnova Aerospace México. La industria aeronáutica exige altos estándares de calidad y seguridad, lo que impone la necesidad de optimizar los procesos de fabricación para minimizar la incidencia de defectos y los costos asociados a la no calidad. La aplicación de metodologías como el Análisis de modos de fallo se presenta como una herramienta esencial para identificar, evaluar y priorizar los modos de fallo potenciales, permitiendo definir acciones correctivas y preventivas que contribuyan a la mejora continua.

La justificación del estudio radica en la necesidad de reducir defectos, optimizando los procesos y mejorando la eficiencia operativa, lo que a su vez incrementa la satisfacción del cliente y fortalece la sostenibilidad del negocio.

El alcance de este trabajo se centra en las estaciones de trabajo de subconjuntos, donde se analizan y mejoran las operaciones mediante la identificación de fallas, la aplicación de acciones correctivas basadas en lecciones aprendidas y la propuesta de sistemas de seguimiento. Se reconocen limitaciones como la dependencia de datos históricos y la variabilidad inherente a cada proceso, factores que se abordan en el análisis metodológico.

Este trabajo integra de manera colaborativa los conocimientos de diversas áreas, sentando las bases para futuras mejoras y promoviendo una cultura organizacional orientada a la excelencia operativa.

## **Capítulo 2**

### **Marco teórico (Antecedentes).**

#### **2.1 Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)**

El AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallo) es una herramienta de análisis utilizada en la gestión de calidad y la mejora de procesos. Su objetivo es identificar, evaluar y priorizar los posibles modos de fallo en un sistema, proceso, diseño o producto, y tomar medidas para mitigar sus efectos antes de que ocurran. Se utiliza ampliamente en la industria manufacturera, automotriz y de ingeniería para reducir riesgos y mejorar la confiabilidad. Definición según autores:

- Stamatis, D. H. (2003): "El AMEF es un enfoque estructurado y sistemático para analizar productos y procesos con el propósito de identificar posibles fallos, determinar sus efectos y establecer medidas de control para reducir o eliminar el riesgo." (H., 2003)
- AIAG (Automotive Industry Action Group) (2019): "El AMEF es un método preventivo de análisis de riesgos que ayuda a evaluar modos de fallo, sus causas y efectos, proporcionando una base para implementar mejoras en diseño y procesos." (VDA, 2019)
- Juran, J. M. & De Feo, J. A. (2010): "El análisis de modos y efectos de fallo es una herramienta clave en la gestión de la calidad para la identificación temprana de problemas potenciales y la reducción de costos asociados con defectos y fallos en productos y procesos." (Juran J.M. & De Feo, 2010)

#### **Tipos de AMEF:**

- AMEF de Diseño (DFMEA): Evalúa posibles fallos en el diseño de un producto.
- AMEF de Proceso (PFMEA): Se enfoca en identificar fallos en procesos de manufactura o ensamblaje.
- AMEF de Sistema: Analiza fallos a nivel de sistemas completos en lugar de componentes individuales.

## **2.2 SPC**

El Control Estadístico de Procesos (SPC, por sus siglas en inglés) según Montgomery D.C. es una metodología que utiliza técnicas estadísticas para medir y controlar la calidad durante el proceso de fabricación. Al monitorear y analizar datos en tiempo real, el SPC permite detectar y corregir variaciones en el proceso, garantizando que el producto final cumpla con los estándares de calidad establecidos. Esta herramienta es fundamental en la industria manufacturera, especialmente en el sector automotriz, donde se busca minimizar defectos y optimizar la eficiencia de producción.

El SPC forma parte de las llamadas "Core Tools" (Herramientas Esenciales) en la gestión de la calidad. Estas herramientas fueron desarrolladas para diseñar, desarrollar, medir, controlar, registrar, analizar y aprobar productos y servicios de calidad que satisfagan las necesidades y expectativas del cliente. Las Core Tools son seis:

1. **APQP (Planificación Avanzada de la Calidad del Producto):** Se centra en la planificación y definición de los pasos necesarios para garantizar que un producto cumpla con los requisitos del cliente.
2. **PPAP (Proceso de Aprobación de Partes de Producción):** Garantiza que los proveedores puedan producir piezas en masa de manera consistente y cumplan con las especificaciones del cliente.
3. **FMEA (Análisis de Modo y Efecto de Fallos):** Identifica y analiza posibles fallos en productos o procesos, evaluando sus efectos y estableciendo acciones para mitigar riesgos.
4. **MSA (Análisis de Sistemas de Medición):** Evalúa la precisión y confiabilidad de los sistemas de medición utilizados en el proceso de fabricación.
5. **SPC (Control Estadístico de Procesos):** Monitorea y controla la variabilidad del proceso mediante herramientas estadísticas.

6. **Plan de Control (CP):** Documento que detalla las medidas de control necesarias en cada etapa del proceso de producción para asegurar la calidad del producto.

Estas herramientas son esenciales para la implementación y mejora de un Sistema de Gestión de la Calidad, asegurando procesos eficientes y productos que satisfagan las expectativas del cliente. (Montgomery)

### **2.3 Diagrama de flujo de operaciones (DOP)**

El diagrama de flujo de operaciones, también conocido como diagrama de proceso de operación (DPO) o chart de operaciones, es una representación gráfica utilizada en ingeniería industrial y gestión de procesos para describir la secuencia de actividades dentro de un sistema de producción o servicio. Su propósito es proporcionar una visión clara de cada paso del proceso, facilitando la identificación de ineficiencias y oportunidades de mejora.

#### **Elementos clave del diagrama de flujo de operaciones**

Según Meyers y Stephens (2011) en “Manufacturing Facilities Design & Material Handling”, el diagrama de flujo de operaciones se compone de los siguientes elementos: (Meyers, 2011)

1. Operaciones – Representadas por un círculo, indican una acción principal dentro del proceso, como el ensamblaje o la fabricación de una pieza.
2. Inspecciones – Representadas por un cuadrado, muestran los puntos donde se verifica la calidad o cumplimiento de especificaciones.
3. Transporte – Representado por una flecha, indica el movimiento de materiales o productos de un punto a otro.
4. Almacenamiento – Representado por un triángulo invertido, indica un punto donde los materiales se guardan hasta su uso posterior.
5. Demoras o esperas – Representadas por la letra “D” o un semicírculo, muestran los momentos en los que el proceso se detiene temporalmente.



### **Beneficios del diagrama de flujo de operaciones**

De acuerdo con Groover (2016) en “Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing”, este diagrama ayuda a:

- Identificar actividades innecesarias o redundantes.
- Mejorar el flujo de trabajo y la productividad.
- Reducir costos operativos y tiempos de ciclo.
- Optimizar el uso de recursos dentro de la planta de producción.

Este diagrama permite visualizar cuántos pasos se requieren, si hay demoras innecesarias y si es posible reducir movimientos para optimizar el proceso. (Groover, 2016)

### **2.4 Auditoría**

Una auditoría es un proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencia y evaluarla objetivamente con el fin de determinar el grado de cumplimiento de ciertos criterios o estándares.

Según Russell (2005) en “The Internal Auditing Handbook”, la auditoría es una herramienta clave para la evaluación y mejora de los procesos dentro de una organización, ya que permite verificar la conformidad con normativas internas, estándares de calidad y regulaciones externas. Se puede aplicar en diversas áreas, como auditoría financiera, operativa, de sistemas o de calidad. (Russell, 2005)

#### **Tipos de auditoría según su enfoque**

1. Auditoría interna: Realizada dentro de la organización para evaluar la eficiencia operativa y el cumplimiento de procedimientos internos.
2. Auditoría externa: Ejecutada por una entidad independiente para verificar la conformidad con normativas o requisitos legales.
3. Auditoría de calidad: Centrada en la verificación del cumplimiento de normas de gestión de calidad, como ISO 9001.
4. Auditoría financiera: Revisión de los estados financieros para garantizar su exactitud y cumplimiento de principios contables.

### **Importancia de la auditoría**

De acuerdo con Arens, Elder y Beasley (2014) en “Auditing and Assurance Services: An Integrated Approach”, una auditoría permite: (Arens, 2014)

- Detectar y prevenir errores o fraudes en los procesos.
- Mejorar la eficiencia operativa y la toma de decisiones.
- Asegurar el cumplimiento de regulaciones y estándares.
- Incrementar la transparencia y confianza en la organización.

### **2.5 RD**

En el contexto de la industria aeronáutica, RD puede referirse a diferentes conceptos dependiendo del área de aplicación. Algunas de las acepciones más comunes incluyen:

#### **1. Revisión de Diseño (RD - “Review Design”)**

En ingeniería aeronáutica, un RD es un proceso formal en el que se evalúa un diseño antes de su aprobación para la fabricación o implementación. De acuerdo con Raymer (2018) en “Aircraft Design: A Conceptual Approach”, las revisiones de diseño son fundamentales en el desarrollo de aeronaves para asegurar que cumplen con los requisitos de seguridad, aerodinámica y rendimiento. (Raymer, 2018)

#### **2. Requisito de Diseño (RD - “Requirement Definition”)**

Se refiere a la especificación de los criterios técnicos y funcionales que un componente o sistema aeronáutico debe cumplir. Según Sadraey (2012) en “Aircraft Design: A Systems Engineering Approach”, definir los requisitos de diseño es un paso crucial en la ingeniería de aeronaves, ya que permite establecer parámetros claros para la fabricación y certificación. (Sadrey, 2012)

#### **3. Documento de Referencia (RD - “Reference Document”)**

En gestión de calidad y certificación, un RD puede ser un documento que sirve como base para el cumplimiento de normativas y estándares aeronáuticos, como AS9100 o los requisitos de la EASA (European Union Aviation Safety Agency).

### **Importancia de los RD en aeronáutica**

Según Anderson (2017) en “Introduction to Flight”, los RD garantizan:

- La coherencia en el diseño y desarrollo de aeronaves.
- El cumplimiento de normativas internacionales de seguridad y calidad.
- La reducción de riesgos en el proceso de certificación y fabricación.

(Anderson, 2017)

## **Capítulo 3**

### **Planteamiento del problema**

#### **3.1. Identificación**

En Aernnova Aerospace México, el área de subconjuntos del programa BELL 505 enfrenta una alta tasa de defectos, lo que se traduce en costos significativos por no calidad e ineficiencia de \$22 344 dólares aproximadamente, lo que representa un obstáculo crítico para el crecimiento sostenible de la empresa, especialmente en un contexto de expansión y la incorporación de nuevos proyectos. La identificación y análisis de los modos de fallo en las estaciones de trabajo del área de subconjuntos del BELL 505 son insuficientes, lo que conlleva a la repetición de errores operativos y una falta de implementación efectiva de acciones correctivas y preventivas. Esta situación no solo impacta la calidad del producto final, sino que también incrementa los costos operativos y afecta la satisfacción del cliente.

Ya que la falta de una metodología sistemática para abordar los defectos no solo compromete la calidad del BELL 505, sino que también puede llevar a una disminución en la competitividad de Aernnova Aerospace en el mercado. Los costos de producción aumentan debido a retrabajos y desperdicios, lo que impacta la rentabilidad. La insatisfacción del cliente puede resultar en pérdida de confianza y oportunidades de negocio. A largo plazo, esto podría afectar la viabilidad de futuros proyectos y la capacidad de la empresa para adaptarse a un entorno en constante cambio. Por lo tanto, en esta investigación buscamos visualizar el ¿Cómo impacta la aplicación de un método para la reducción de la tasa de defectos y en la disminución de los costos de no calidad en el área de subconjuntos de Bell 505?

### **3.2. Justificación**

El área de subconjuntos Bell 505 es la que más contribuye en costos de no calidad e ineficiencia en Aernnova Aerospace México. Actualmente la empresa se encuentra en un crecimiento acelerado por la inclusión de nuevos proyectos por lo que es fundamental, que los programas en serie se encuentren dentro de los objetivos de calidad. Este proyecto busca definir un sistema que pueda ser adoptada por nuevos proyectos o aquellos que tengan problemas de calidad en el futuro.

Aplicando metodologías que implementarán prácticas de la mejora continua diseñadas para minimizar los fallos operativos y prevenir su recurrencia. Esta estrategia permitirá no solo corregir los problemas existentes, sino también fomentar una cultura de excelencia operativa y responsabilidad entre el personal. La identificación de causas raíz y la capacitación contribuirán a la optimización de procesos, reduciendo costos y tiempos de producción, y mejorando la satisfacción del cliente. Este enfoque no solo solucionará los problemas actuales, sino que también fortalecerá la competitividad y la sostenibilidad a largo plazo en las demás áreas.

## **Capítulo 4**

### **Objetivos**

#### **4.1 Objetivo General**

Reducir la incidencia de defectos en un 30% y mejorar la eficiencia operativa en el área de subconjuntos del programa BELL 505 de Aernnova Aerospace México, mediante la implementación de un análisis sistemático, la documentación de lecciones aprendidas, de forma que se optimicen los procesos productivos, se disminuyan los costos asociados a la no calidad y se incremente la satisfacción del cliente.

#### **4.2 Objetivos específicos**

- Determinar y clasificar los modos de fallo que impactan significativamente en la calidad y eficiencia, con el fin de priorizar las acciones correctivas y preventivas en las estaciones de trabajo del área de subconjuntos.
- Identificar y enfocar esfuerzos en aquellos procesos que generan la mayor cantidad de defectos, para reducir la variabilidad y mejorar la calidad en las estaciones de trabajo del área de subconjuntos.
- Desarrollar e implementar acciones correctivas y preventivas para eliminar o reducir significativamente los modos de fallo en las estaciones de trabajo del área de subconjuntos.
- Establecer un sistema de seguimiento y monitoreo para evaluar la efectividad de las acciones implementadas y garantizar su sostenibilidad en las estaciones de trabajo del área de subconjuntos.
- Cuantificar el impacto de las mejoras con el fin de medir el alcance de los beneficios y orientar decisiones futuras en las estaciones de trabajo del área de subconjuntos.

### **4.3 Pregunta de Investigación**

¿Cómo impacta la aplicación de un método sistemático en la reducción de la tasa de defectos y en la disminución de los costos de no calidad en el área de subconjuntos del programa BELL 505 de Aernnova Aerospace México?

#### **Variable independiente**

- Implementación de un AMEF sistemático en las estaciones de trabajo.

#### **Variable Dependiente**

- Tasa de defectos (Número de piezas con fallo/total producido).
- Costos de No calidad.
- Número de acciones correctivas y preventivas efectivas aplicadas.

### **4.4 Hipótesis**

**Hipótesis alternativa (H1):** La implementación de un método sistemático de AMEF en el área de subconjuntos de Bell 505 reducirá significativamente la tasa de defectos y los costos de no calidad en al menos un 30% posterior a su aplicación.

**Hipótesis Nula (H0):** La aplicación de un método AMEF no producirá cambios significativos en la tasa de defectos ni en los costos de no calidad en el área de subconjuntos Bell 505.

## **Capítulo 5**

### **Metodología**

#### **5.1 Metodología**

Para llevar a cabo el proyecto de mejora de calidad en el área de subconjuntos del programa BELL 505, se presenta una metodología detallada paso a paso. Esta metodología incluye fases de análisis, implementación y evaluación, y está diseñada para identificar y reducir los modos de fallo que más impactan la eficiencia operativa y la calidad.

#### **Fase 1: Diagnóstico y Recopilación de Datos del Estado Actual**

Como primer paso se observó la manera en que se realizan las operaciones en cada área. El área de Subconjuntos de Bell cuenta con 5 áreas donde se va desarrollando la parte inferior de la cabina de Helicóptero en serie, estas áreas es esencial reducir los modos de fallo ya que, en Fases posteriores llegan a tener defectos que son más difíciles de reparar que cuando estaban en el área correspondiente donde se realiza, lo que ocasiona retrabajos con más tiempo y recursos. Véase en la ilustración 1 el flujo de la fabricación de una cabina. Como se observa en la ilustración 1 los montajes que se realizan en subconjuntos son las piezas principales que se ensamblan en cada una de las 4 fases.



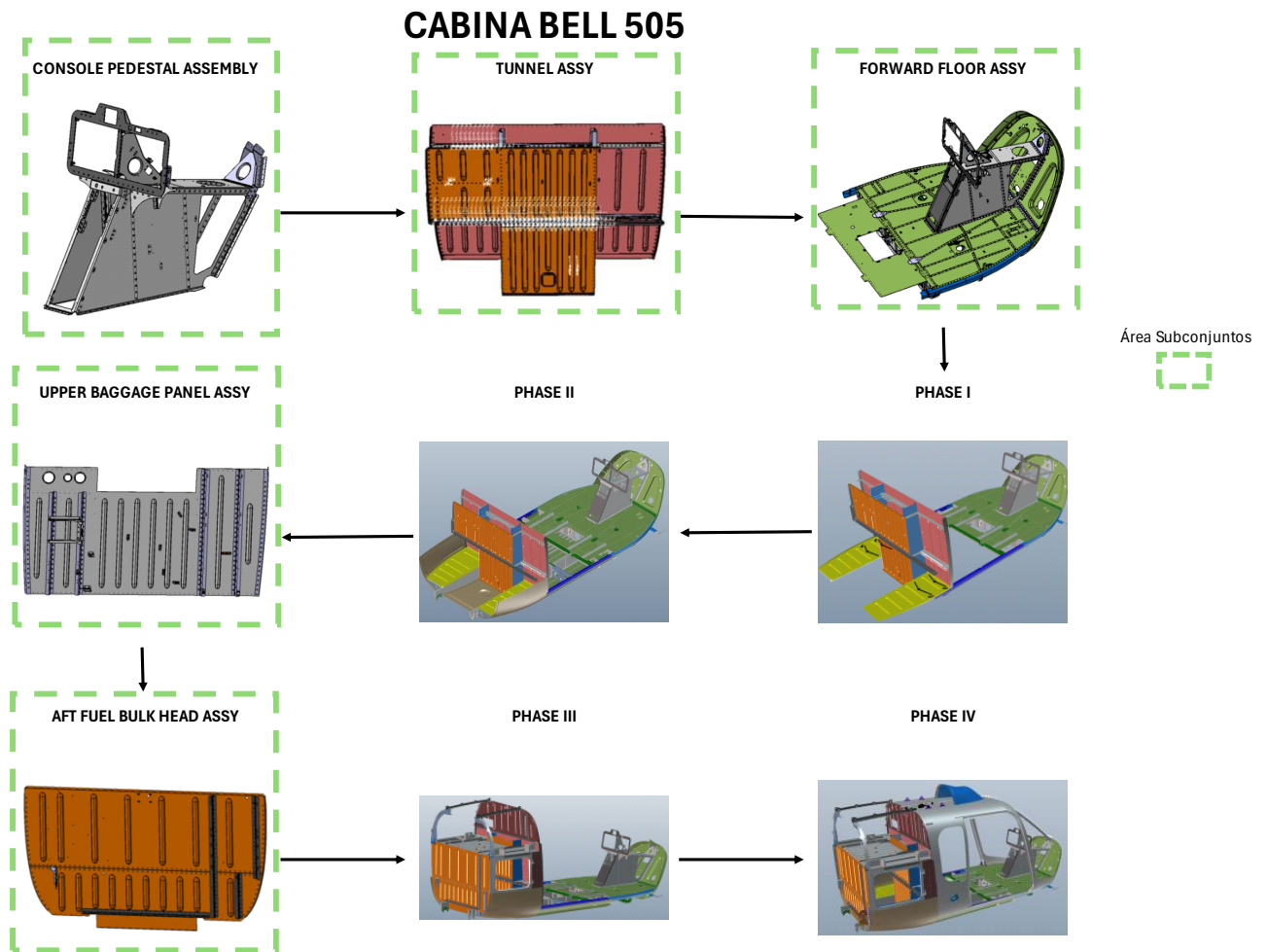
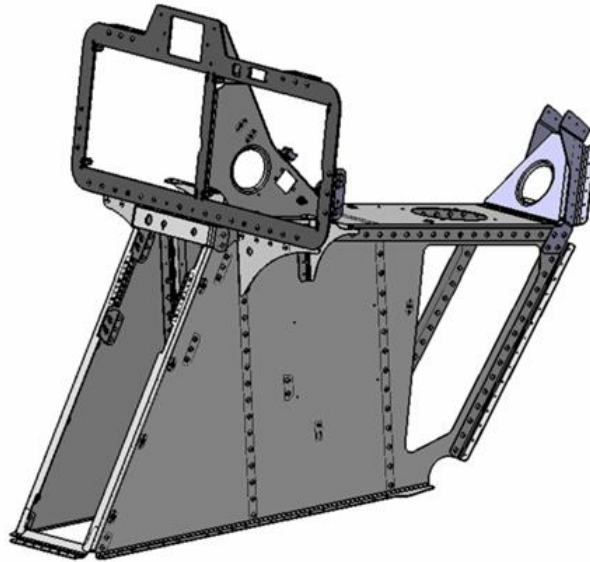


Ilustración 1 Flujo Cabina Bell 505 Aernnova México, elaboración propia.

### 5.1.1 Operaciones y áreas de subconjuntos BELL 505

Primeramente, se observó el proceso y se realizó un diagrama de flujo de cada una de las áreas para tener una noción más detallada de cada una de las actividades que se realiza y poder visualizar los Modos de Fallo más a detalle.

#### **5.1.1.1 CONSOLE PEDESTAL ASSY (CPA)**



*Ilustración 2 Console PN **SLS-030-270-007**, Aernnova México.*

El proceso de fabricación del CPA (véase en la ilustración 2) describe de manera secuencial los pasos de fabricación (véase en la ilustración 3). En total, hay 16 actividades, desde la preparación e instalación de refuerzos (stiffener) y la perforación de orificios, hasta la aplicación de sellante final. A grandes rasgos, el proceso comienza asegurando el hardware necesario (soportes y refuerzos), continúa con operaciones de remachado para dar forma al pedestal, y luego avanza hacia revisiones de medidas, aplicación de pintura y acabado.

En cada paso se especifica la tarea principal y se van verificando las dimensiones y la calidad antes de avanzar. De esta manera, el diagrama muestra un flujo ordenado de las acciones que debe realizar la persona encargada de la fabricación, garantizando que se cumplan los requisitos de calidad y que el producto final se ensamble correctamente.

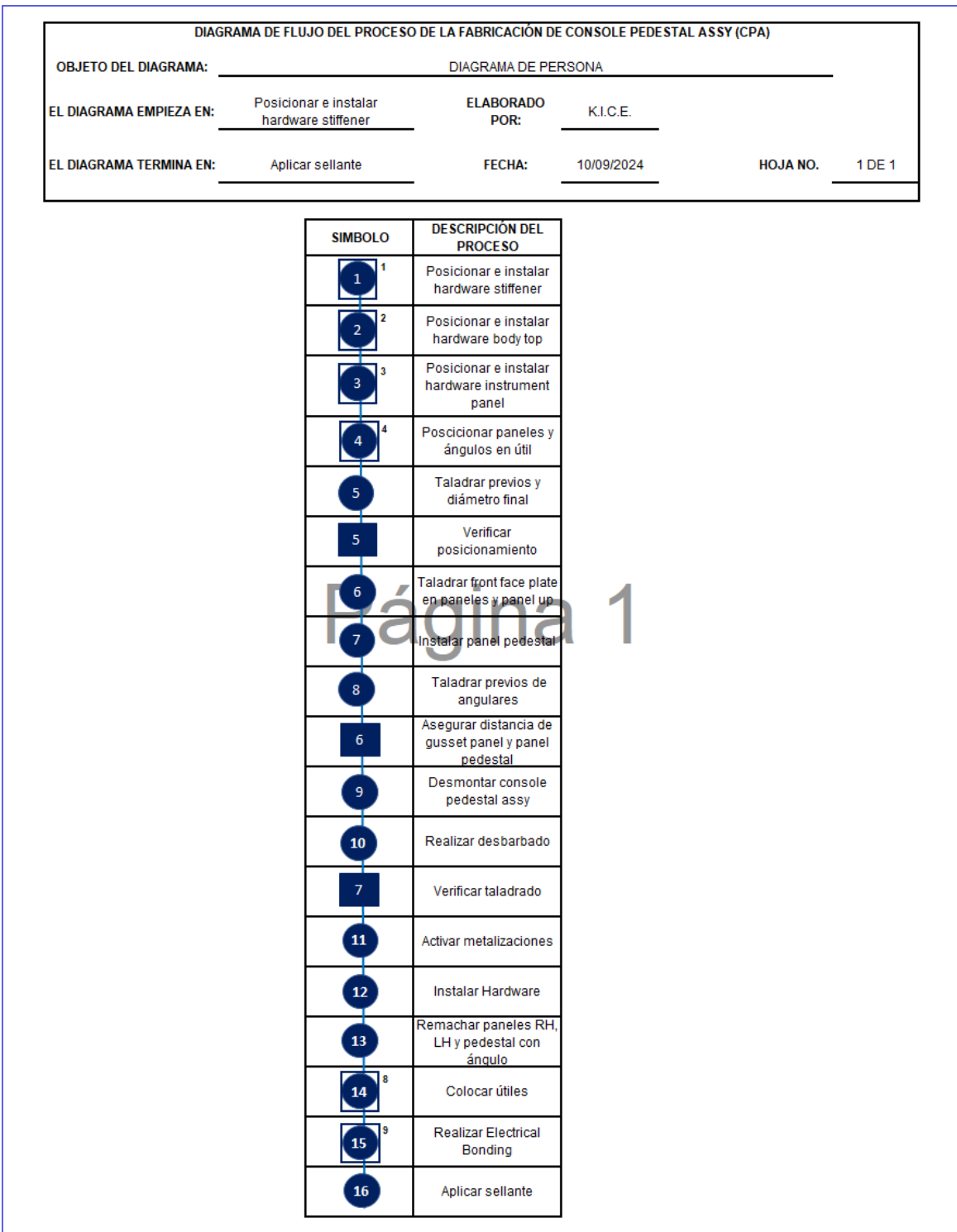
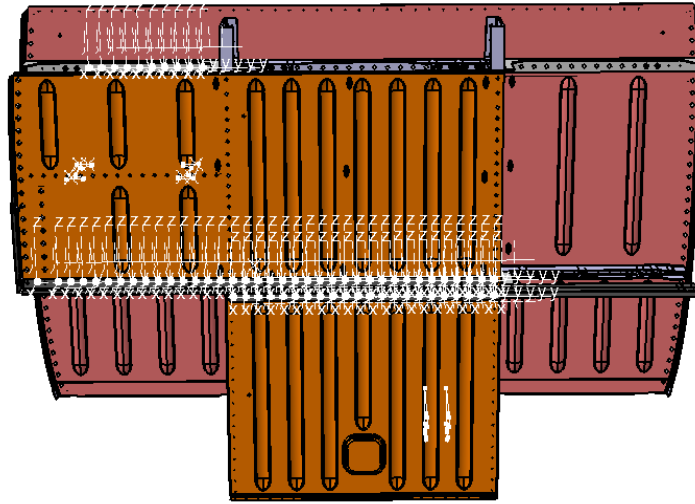


Ilustración 3 Diagrama de flujo de proceso CPA, elaboración propia.

#### 5.1.1.2 TUNNEL ASSY



*Ilustración 4 Tunnel PN SLS-030-301-009, Aernnova México.*

A partir de la información visible (véase en la ilustración 5), este diagrama de 20 pasos describe de manera secuencial el proceso de ensamble del Tunnel (véase en la ilustración 4). A grandes rasgos, el flujo inicia con el posicionamiento de la pieza elemental, continúa con la conformación de las piezas, avanza a la inspección de calidad y medidas, y finaliza con el acabado aplicación pintura, sellante y verificación final.

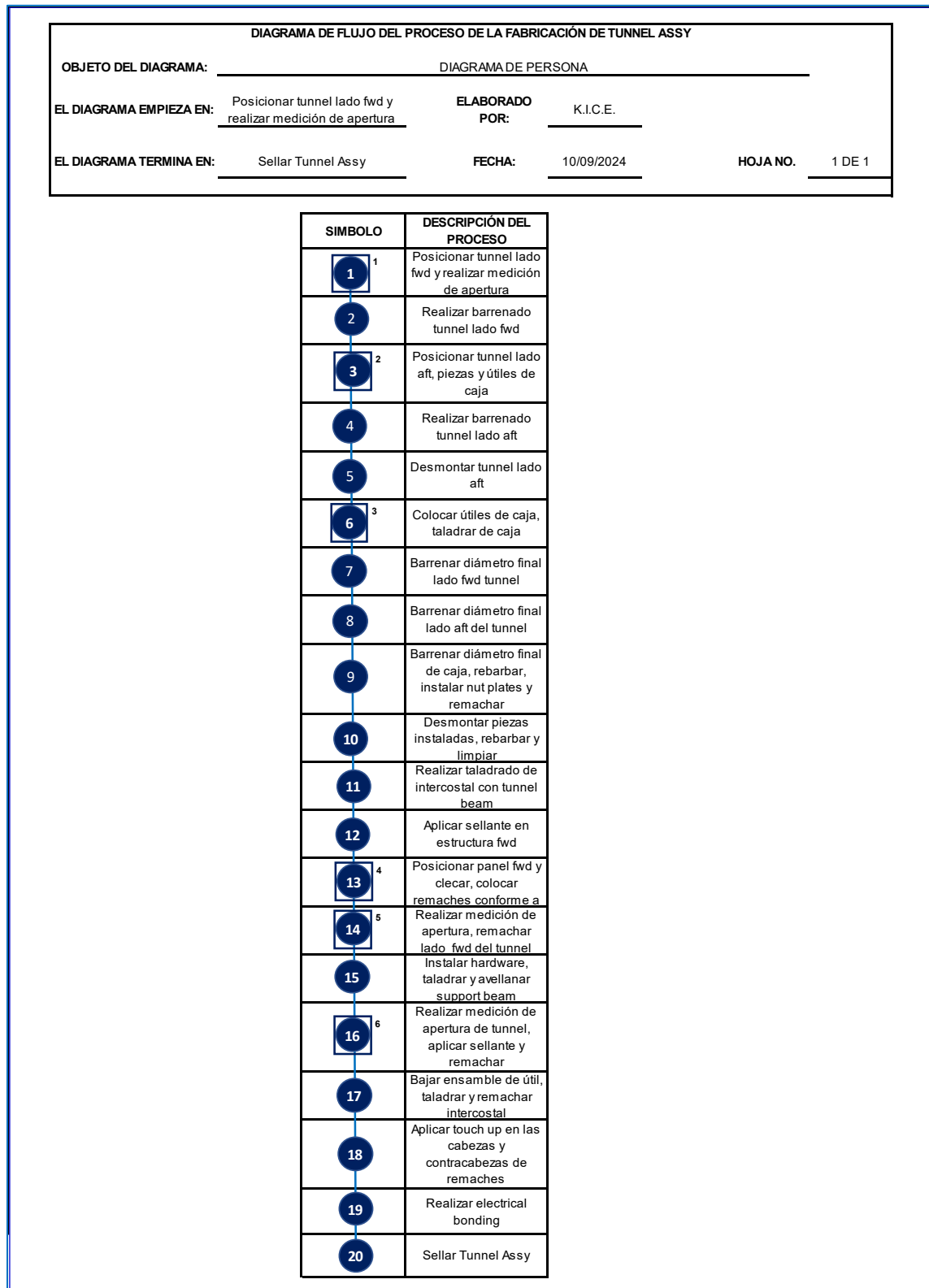
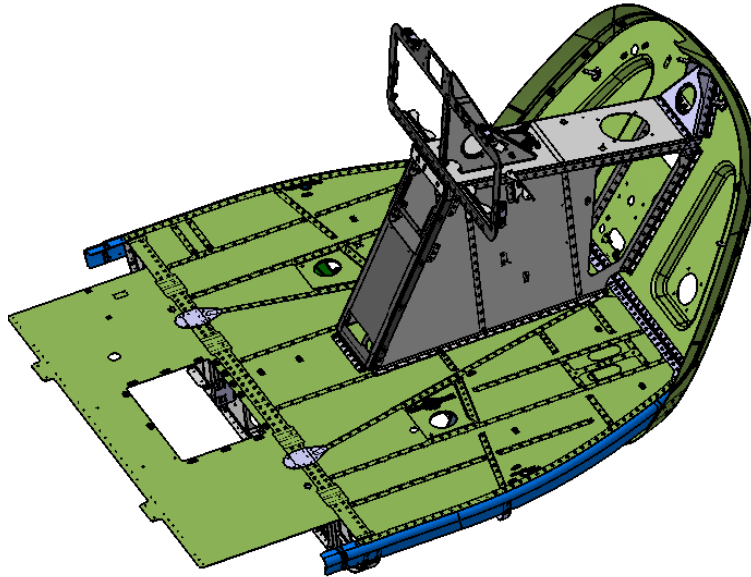


Ilustración 5 Diagrama de flujo de proceso TUNNEL, elaboración propia.

### **5.1.1.3 FWD FLOOR ASSY (FFA)**



*Ilustración 6 FFA PN SLS-030-210-005, Aernnova México.*

Para la fabricación del FFA (véase en la ilustración 6) el diagrama (véase en la ilustración 7) presenta 20 pasos que describen de forma ordenada el proceso de fabricación o ensamble. A grandes rasgos, se puede dividir en las siguientes etapas: Mecanizado y ajustes, Armado y fijación, Verificaciones intermedias, acabado e. Inspección final.

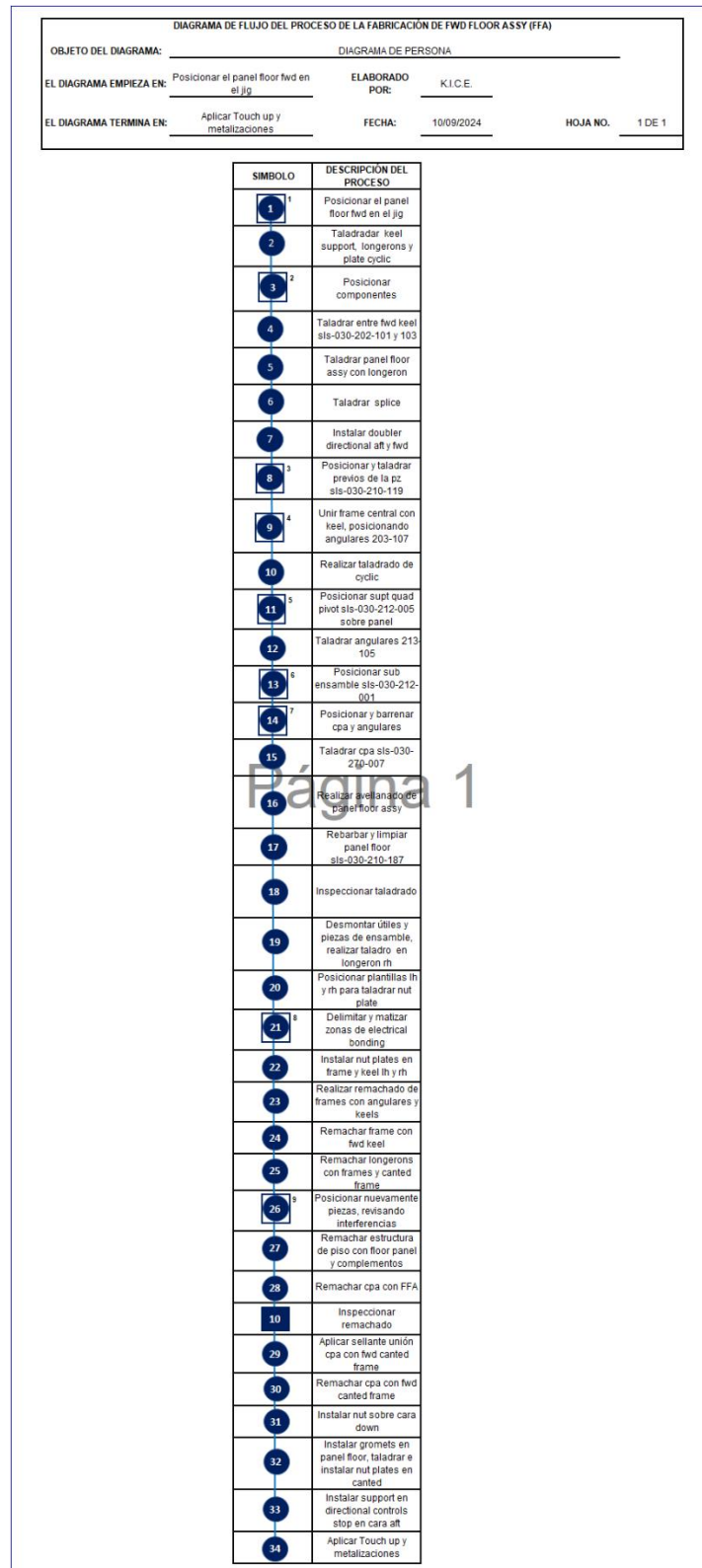


Ilustración 7 Diagrama de flujo de proceso FFA, elaboración propia

#### 5.1.1.4 UPPER BAGGAGE PANEL ASSY

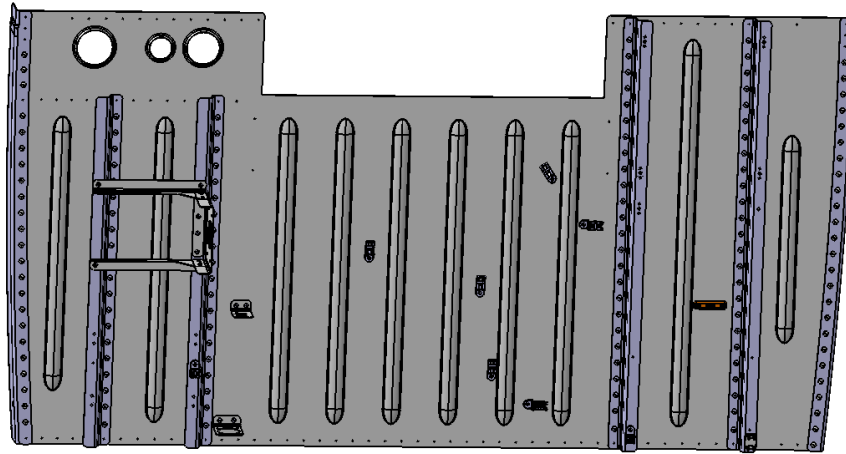


Ilustración 8 UPPER PN SLS-030-304-005, Aeranova México.

Para la fabricación del Upper (véase en la ilustración 8) el diagrama (véase la ilustración 9) describe a grandes rasgos el proceso que va desde posicionamiento, armado y fijación, acabado e inspecciones finales.

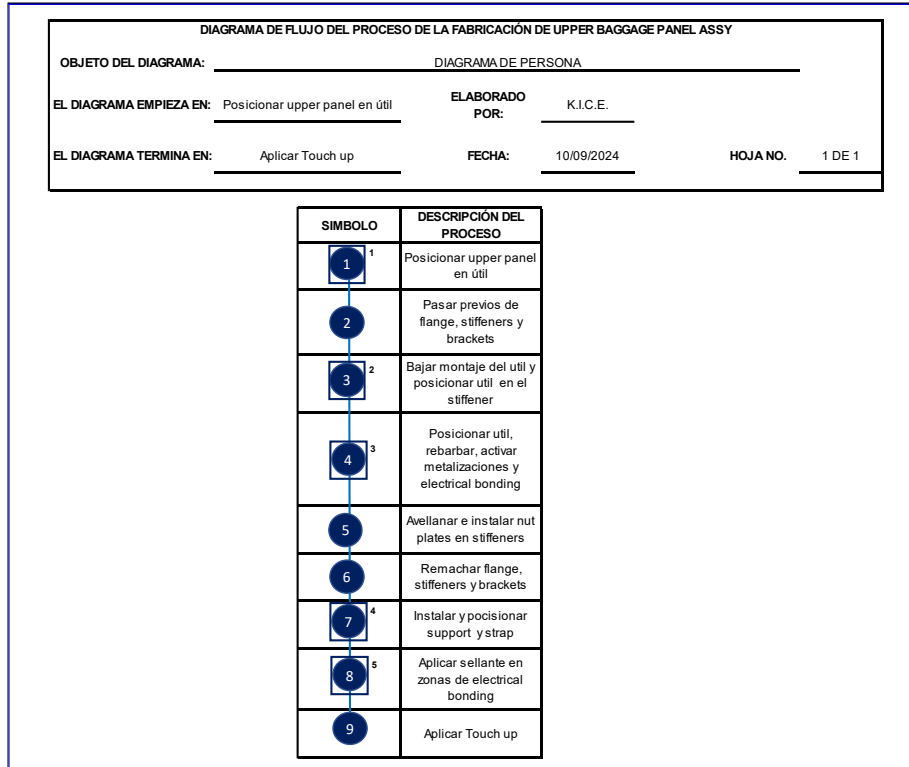


Ilustración 9 Diagrama de flujo de proceso UPPER, elaboración propia



### 5.1.1.5 AFT FUEL BULKHEAD ASSY

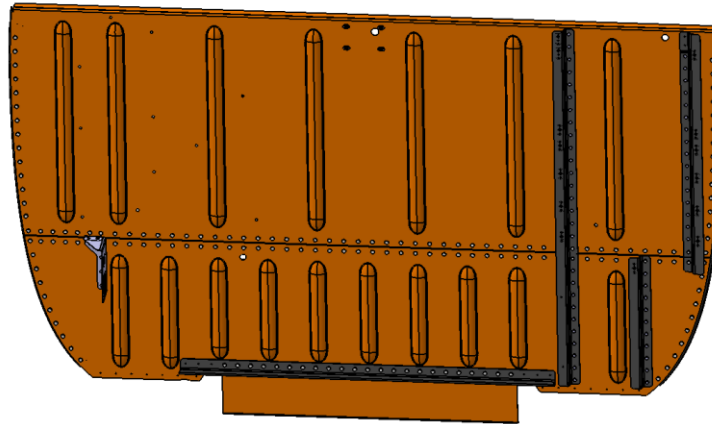


Ilustración 10 AFTER PN SLS-030-305-005, Aernnova México.

Para la fabricación del After (véase en la ilustración 10) el diagrama (véase la ilustración 11) describe a grandes rasgos el proceso que va desde posicionamiento, armado y fijación, instalación de hardware, acabado e inspecciones finales.

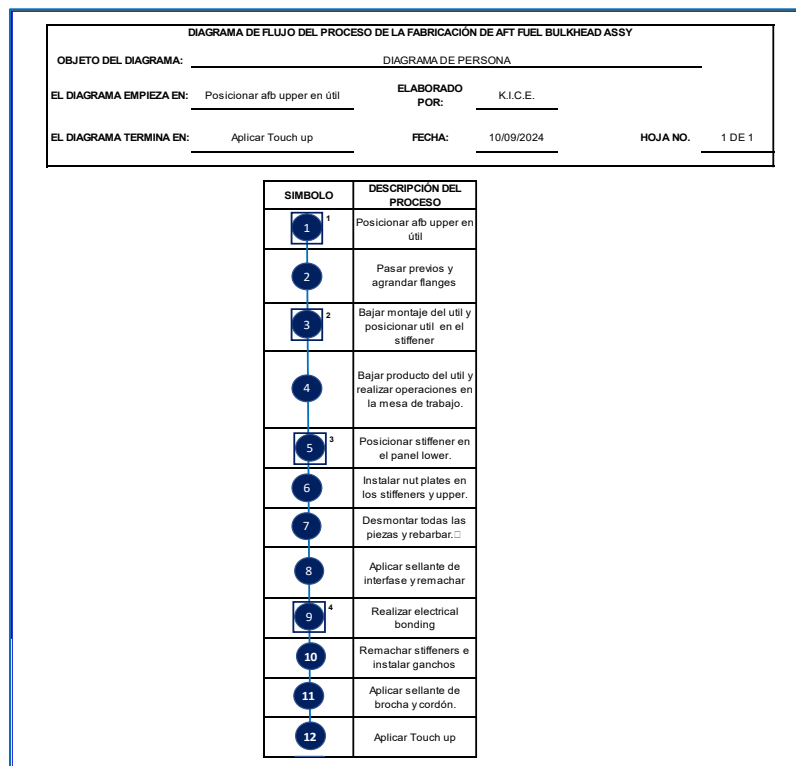


Ilustración 11 Diagrama de flujo de proceso AFTER, elaboración propia.

### 5.1.2 Diagnostico

Se realizó un diagnóstico con los datos históricos del año 2023 (véase en el anexo I) que nos ayudo a tener una percepción más detallada de los defectos y un histórico de comparación para el periodo Ene-agosto 2024.

De acuerdo con el procedimiento para el despliegue de Proyectos seis sigmas de Aernnova PCA-00-069 se cuenta con características clave de montaje y fabricación estandarizadas por familias (véase en la tabla 1) que afecten la funcionalidad desde el punto de vista del operador (instalación, actuaciones y tiempo de vida) o del cliente ya sea interno o externo (fabricación, ajuste, calidad percibida, etc.) Véase en el anexo I. Por lo tanto, los defectos están estandarizados por estas familias.

El área general de Subconjuntos Bell en el año 2023 tuvo un total de **1028** RDS (véase en el anexo II) distribuido en cada una de sus áreas.

El objetivo de este año 2024 es bajar las horas de reparación de No Calidad ya que para Aernnova México representa un coste alto que puede ser minimizado. El diagnostico preliminar específicamente para el periodo Enero-agosto 2024 nos arroja un total de 627 RDS para dicho periodo lo que representa el 61% de los defectos del año 2023 véase en la ilustración 12.

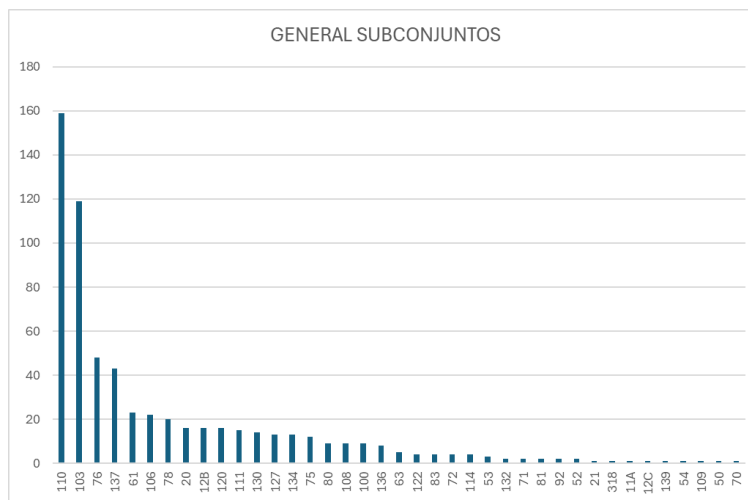


Ilustración 12 RDS Subconjuntos Enero-agosto 2024, elaboración propia

*Tabla 1 Características clave agrupadas por Familia de acuerdo con el PCA-00-069 de Aernnova Aerospace, RDS Subconjuntos, elaboración propia.*

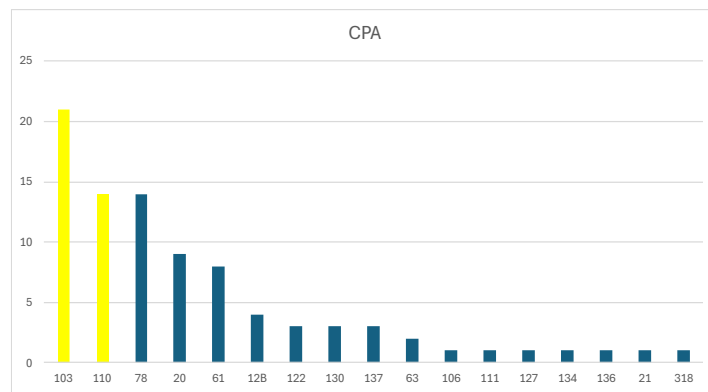
CARACTERISTICA CLAVE	FAMILIA
GAPS Y STEPS ENTRE ELEMENTOS	20
GAPS ENTRE PANELES SEGÚN ESPECIFICACION	21
POSICIONADOS DE ELEMENTOS	50
TIPO DE PIEZA SEGÚN ESPECIFICACION	52
TIPO DE HARDWARE SEGÚN ESPECIFICACION (REACHE, TORNILLO, NUT PLATE, ROTULA, ETC) EN BUENAS CONDICIONES	53
NUMERO ADECUADO DE PIEZAS INSTALADAS (CANTIDAD SIN EXCESO NI DEFECTO)	54
AUSENCIA DE HARDWARE	61
AUSENCIA DE DEFORMACIONES U ONDULACIONES	63
CARACTERISTICAS DEL TALADRO	70
POSICION TALADRO SEGÚN ESPECIFICACION	71
DIAMETRO TALADRO SEGÚN ESPECIFICACION	72
TALADRO NO REALIZADO O INDEBIDO	75
PROFUNDIDAD DEL AVELLANADO SEGÚN ESPECIFICACION	76
REBARBADO SEGÚN ESPECIFICACION	78
FOE/SUCIEDAD	80
AUSENCIA DE FOE/SUCIEDAD NO INSERTADO	81
AUSENCIA DE FOE INSERTADO EN UNIONES DE PIEZAS	83
METALIZACIONES EN POSICION Y FORMA SEGÚN ESPECIFICACION	92
NUT PLATES/DZUZ SIN MOVIMIENTO	100
ASPECTO VISUAL(AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACION,	103
PRESENCIA/AUSENCIA DE SELLANTE DONDE CORRESPONDA SEGÚN ESPECIFICACION	106
BOTON / CORDON DE SELLANTE SEGÚN ESPECIFICACION	108
POSICIONAMIENTO CORRECTO DE PIEZAS	109
MARCAS/RAYONES	110
AUSENCIA DE MARCAS	111
ACABADO DE LAS REPARACIONES SEGÚN ESPECIFICACION	114
CARACTERISTICAS DEL REMACHADO/ATORNILLADO	120
CONTRACABEZA BIEN INSTALADA Y ASENTADOS	122
AUSENCIA DE GAP CIRCUNFERENCIAL	127
CARACTERISTICAS DE PINTURA	130
ADHERENCIA PINTURA SEGÚN ESPECIFICACION	132
AUSENCIA DE PINTURA EN ZONAS QUE NO DEBEN DE IR PINTADAS (BONDING, ETC)	134
CARACTERISTICAS VISUALES NO MEDIBLES ( DESQUELGUES, HERVIDOS, BURBUJAS....) SEGÚN ESPECIFICACION	136
AUSENCIA DE ZONAS SIN PINTAR CUANDO DEBAN IR PINTADAS	137
AUSENCIA DE ESPOLVOREADOS DE PINTURA EN OTRAS PIEZAS	139
MOUTING CON MOVIMIENTO	318
OTROS DEFECTOS DE ACABADO	11A
AUSENCIA DE MARCAS EN CABEZAS Y CONTRACABEZAS	12B
ALTURA DE REMACHE/TORNILLO SEGÚN ESPECIFICACION	12C

Como se muestra en la ilustración 7, Subconjuntos Bell para la característica 110 Marcas/Rayones cuenta con 159 RDS y para la característica 103 Aspecto Visual con 119 RDS, siendo estas las más representativas en cuanto a cantidad, tan solo estas representan el 44% de Horas No Calidad y un Coste de \$12 dólares por hora de reparación. para el Área en general.

Las siguientes ilustraciones muestran de manera individual cada área donde se puede observar el tipo y la cantidad de RDS.

### **Console pedestal Assy (CPA)**

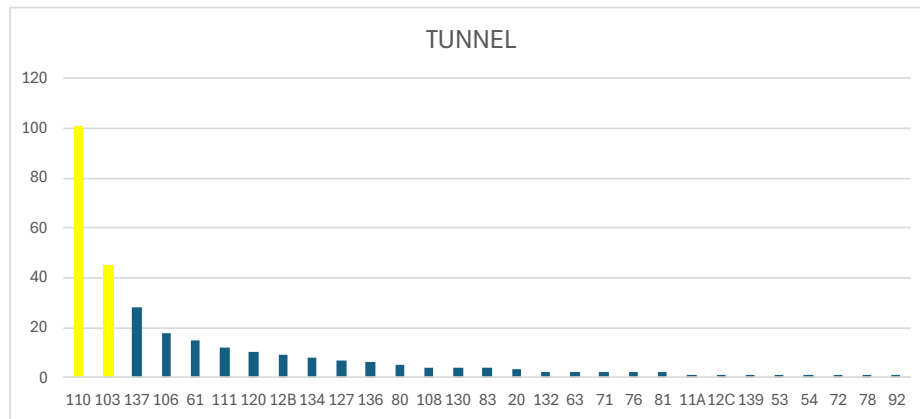
En el área de la fabricación de la consola se observa un total de 88 RDS representando el 14% de las Horas No Calidad de este periodo. En este principalmente se observa la Característica 103 aspecto visual con 21 RDS, la 110 Marcas/rayones con 14 RDS así mismo para la característica 78 Rebarbado según especificación. Véase en la ilustración 12.



*Ilustración 13 RDS CPA, elaboración propia.*

### **Tunnel Assy**

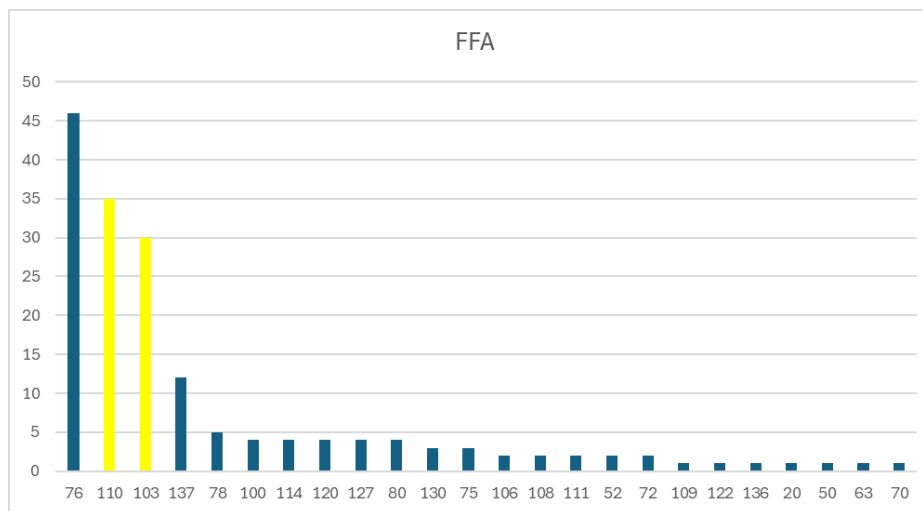
En Tunnel se observa un total de 297 RDS que representa el 47% de las Horas No Calidad. Principalmente para la característica 110 Marcas/rayones con 101 RDS y para la característica 103 de aspecto visual con 45 RDS. Véase en la ilustración 13.



*Ilustración 14 RDS Tunnel, elaboración propia*

### **FWD FLOOR ASSY (FFA)**

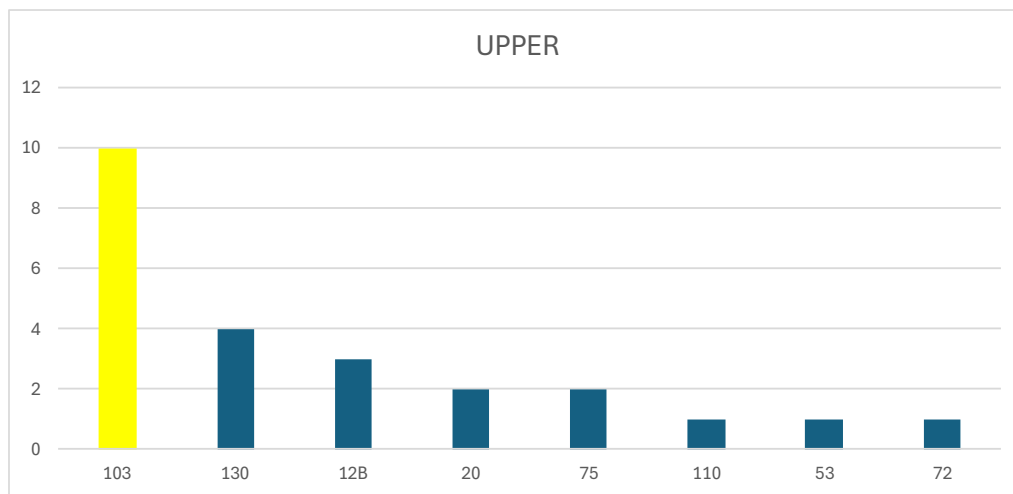
Para la fabricación del FFA se tiene un total de 171 RDS que representa el 27% de Horas No Calidad donde se observa la característica 76 Profundidad del avellanado según especificación con 46 RDS, la característica 110 marcas/rayones con 35 RDS y la 103 Aspecto visual con 30 RDS como más representativas por la cantidad. Véase en la ilustración 14.



*Ilustración 15 RDS FFA, elaboración propia*

### **UPPER BAGGAGE PANEL ASSY**

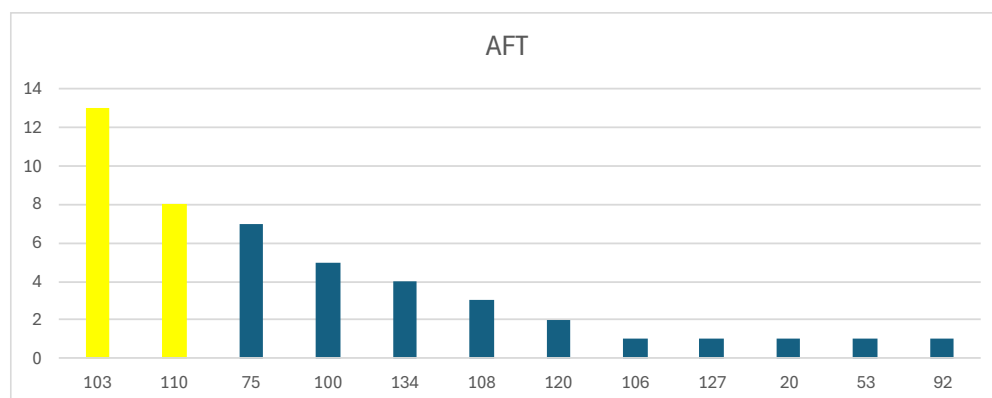
En el área de fabricación del UPPER cuenta con 24 RDS representando solo el 4% de Horas No Calidad con la característica 103 aspecto visual con 10 RDS. Véase en la ilustración 15.



*Ilustración 16 RDS UPPER, elaboración propia*

### **AFT FUEL BULKHEAD ASSY**

En la fabricación del AFT cuenta con 47 RDS representando el 7% de las horas No calidad con la característica 103 aspecto visual con 13 RDS siendo las más representativa en cantidad. Véase en la ilustración 16.



*Ilustración 17 RDS AFT, elaboración propia*

De acuerdo con estos resultados en el periodo Ene-Agos 2024 con el 61% del total de RDS de 2023 de nuestros datos histórico, sugiere que la tendencia de defectos sigue siendo alta y de continuar este ritmo los RDS de 2024 podrían igualar o superar los de 2023.

Se visualiza que el mayor concentrado de RDS es en defectos de tipo acabado superficial (marcas, rayones y aspecto visual deficiente) son problemas recurrentes en todas las áreas de subconjuntos, errores en proceso de taladrado y avellanado especialmente lo muestra en el área de FWD Floor Assy donde la profundidad del avellanado es un problema recurrente, por otro lado, también se visualiza problemas de rebarbado y ajuste de piezas debido a especificaciones incorrectas o falta de inspección.

Si bien no es posible detallar el tiempo de reparación por tipo de RD, ya que ningún defecto es igual por las diferentes características que pueden tener como: tipo de defecto, impacto en la funcionalidad y seguridad, tipo de proceso, tamaño y condiciones de la pieza y condiciones de la operación, por ello cada reparación debe ser evaluada de manera individual y poder asegurar que se cumplan las normativas y se mantenga la seguridad.

Realizando un análisis, asumiendo que se requiera en promedio 1 hora de reparación, lo cual es una hipótesis que puede ser ajustada según datos reales.

*Tabla 2 Costo No calidad 2023, elaboración propia.*

2023			
Total de RDs	1028	Horas de No Calidad	1028
Costo unit/hora No calidad en Dólares	\$ 12.00	Costo Total en dólares	\$ 12,336.00

*Tabla 3 Costo No calidad Ene-Agos 2024, elaboración propia.*

Ene-Agost 2024			
Total de RDs	627	Horas de No Calidad	627
Costo unit/hora No calidad en Dolares	\$ 12.00	Costo Total en Dolares	\$ 7,524.00

Este cálculo simplificado muestra el costo asociado a la No Calidad, en la práctica el tiempo de reparación va a variar más/menos de acuerdo con el tipo de defecto y su impacto, aun siendo el caso como hipótesis se observa un impacto financiero de las ineficiencias para el periodo 2024 (Véase en la tabla 3). Siguiendo con dicha Hipótesis se realizó el análisis por área, identificando donde se concentran los mayores costos siendo el área de Tunnel y FFA (Véase en la tabla 4).

*Tabla 4 Horas no calidad en áreas, elaboración propia.*

HORAS NO CALIDAD ENE-AGOS 2024			
Área	RDS	costo unit/hora	Costo total
CPA	88	\$ 12.00	\$ 1,056.00
TUNNEL	297	\$ 12.00	\$ 3,564.00
FFA	171	\$ 12.00	\$ 2,052.00
UPPER	24	\$ 12.00	\$ 288.00
AFT	47	\$ 12.00	\$ 564.00

De acuerdo con los resultados se optó por implementar un Análisis de Modo y efecto de Fallo de proceso que se enfoca en identificar modos de fallo en procesos de manufactura o ensamblaje para priorizar acciones correctivas y preventivas adaptado a la realidad operativa de cada área, para abordar el problema de defectos por ser una herramienta técnica, estratégica y practica para lo que necesitamos.

El AMFE es una herramienta preventiva diseñada para identificar los posibles modos de fallo antes de que ocurran o se repitan, a diferencia de otras metodologías que solo actúan después de que el error ya generó costos, por lo tanto, nos ayuda a reducir los retrabajos, desperdicios y fallos reincidentes que actualmente afectan



en el proceso. El AMFE evalúa y prioriza riesgos, por lo tanto, permite enfocar los recursos en los procesos más críticos, optimizando tiempo y costos.

Para la estandarización de acciones correctivas y preventivas os ayuda a documentar de forma sistemática las causas raíz de fallos y las acciones correctivas/preventivas correspondientes.

Esta metodología se alinea con los sistemas de gestión de calidad de Aernnova con la ISO 9001 y la AS9100 siendo que su aplicación facilita las auditorías internas y externas.

### **Fase 2: Identificación y Priorización de Modos de Fallo (Core Tools)**

Para tener un avance significativo en nuestras mejoras se decidió realizar una priorización de áreas, en este caso el área de Tunnel y FFA dado que de acuerdo con los resultados obtenidos tienen un mayor impacto en la línea para el área de subconjuntos.

#### **5.1.3 ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLO (AMEF)**

Al realizar un análisis preliminar de los RDS y procesos del área de FFA y Tunnel observamos que son muy similares sobre todo en los defectos por lo tanto las mismas acciones serán aplicadas para las dos áreas (véase en la tabla 5). De acuerdo con el PCA-00-053 véase en el Anexo III. Para la realización del AMFE se realizó la siguiente sistemática

##### **5.1.3.1 Definición del alcance y conformación del equipo**

###### **1. Selección de áreas críticas**

Se eligieron Tunnel Assy y FFA al concentrar, entre ambas, más del 74 % de los Registros de Defecto (RDS) y de las Horas de No Calidad del período Ene-Ago 2024.

###### **2. Equipo multidisciplinario**

- **Ingeniería de Procesos:** aportó el diagrama de flujo y el conocimiento técnico de cada operación.

- **Ingeniería de Calidad:** definió criterios de severidad, controles actuales y estándares PCA-00-053.
- **Supervisores y Líderes de área:** contribuyeron con la visión práctica de las tareas diarias.

#### **5.1.3.2 Identificación de funciones y modos de fallo**

##### **1. Mapeo detallado del proceso**

Se analizó cada operación (perforado, avellanado, rebarbado, pintado, sellado) en pasos elementales a partir de los diagramas de flujo (Véase Ilustración 5 y 7).

##### **2. Lluvia de modos de fallo**

En cada paso se registraron todos los modos de falla potenciales (acabado, rebabas excesivas, taladro descentrado, falta de torque en remaches, etc.). Se apoyó en el histórico de RDS para validar cuáles fallos ya habían ocurrido y cuáles podían ser “casi fallos”.

#### **5.1.3.3 Evaluación de efectos y causas**

##### **1. Descripción de efectos**

Para cada modo de fallo se anotó el efecto sobre la funcionalidad, la seguridad y la apariencia del subconjunto (por ejemplo: “avellanado insuficiente que impide el anclaje correcto en el utillaje”).

##### **2. Identificación de causas raíz**

Se empleó la técnica de “5 porqués” y diagramas de Ishikawa durante los talleres para llegar a causas como:

- Herramienta mal calibrada.
- Falta de instrucción visual en Delmia.
- Ausencia de verificación intermedia.

Estas causas alimentaron la sección “Causas Potenciales” de la hoja AMFE.

#### **5.1.3.4 Valoración de Riesgo (Cálculo de NPR / RPN)**

Para cada modo de fallo se asignaron tres valores (escala 1–10):

Tabla 5 Valores modo de fallo, elaboración propia.

Parámetro	Qué mide	Ejemplo de criterio
Severidad	Impacto del fallo en el cliente u operación	10 = riesgo de rechazo total; 5 = retrabajo menor
Ocurrencia	Frecuencia histórica o esperada del modo de fallo	9 = récord mensual > 30 RDS; 3 = menos de 5 RDS/mes
Detección	Probabilidad de que los controles actuales fallen	8 = no hay inspección intermedia; 2 = verificación de 100 %

$RPN = \text{Severidad} \times \text{Ocurrencia} \times \text{Detección}$

Se consideraron  $RPN \geq 100$  como modos de muy alta prioridad y  $RPN 50\text{--}99$  como prioridad media.

En la Tabla 5 se muestran varios modos con RPN entre 120 y 256, lo que obligó a tomar acción inmediata.

### 5.1.3.5 Priorización y selección de modos de fallo críticos

De acuerdo a la regla 80/20: los primeros 4 modos de fallo (concentrando 85 % del total de RPN) fueron elegidos para diseñar acciones correctivas inmediatas.

### 5.1.3.6 Documentación y trazabilidad

Para la Plantilla AMEF se utilizó el formato de Aernnova (PCA-00-053, Anexo III) para capturar: Modo de fallo, Efecto, Causa, RPN, Control actual, Acciones propuestas, Responsable y Fecha de cierre.

**Base de datos en red:** Todos los AMEF quedaron registrados en un repositorio compartido para revisión en auditorías ISO 9001 / AS9100 y para alimentar el sistema de “Lecciones Aprendidas”.

### 5.1.3.7 Definición de acciones correctivas y preventivas

Para cada modo de fallo crítico se establecieron:


- Acción correctiva (inmediata): revisión y calibración diaria de la broca de taladrado, actualización de la instrucción visual en Delmia.

- Acción preventiva (largo plazo): incorporación de puntos de control intermedios en el Plan de Control piloto de SPC para monitorear la línea.
- Responsables y plazos: se acordó ejecutar medidas de corto plazo en un lapso máximo de 2 semanas y piloto SPC en 3 meses.

Se espera una reducción de RPN: al recalibrar herramientas y reforzar controles de inspección, se estimó bajar un 40 % el RPN de los modos más críticos, base para Fase 3 (Implementación SPC): la identificación de variables críticas ya que sustentara el diseño de cartas de control y alarmas tempranas.

El AMEF no solo permitió priorizar correctamente los modos de fallo más costosos y recurrentes, sino que también generó una ruta clara de acciones y responsables, alineada con la mejora continua y los requisitos de calidad de Aernnova Aerospace. Esto sentó las bases para la cuantificación de resultados y la extensión de la metodología al resto de subconjuntos del programa BELL 505.

Tabla 6 AMFE TUNNEL ASSY/FFA, Elaboración propia.

				ANÁLISIS DEL MODO DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)				Proceso Productivo Logístico Organizativo		AMFE Nr:		TUNNEL ASSY / FWD FLOOR ASSY (FFA)									
Proye				Denominació				<div>LIDER: Karen Itzel Calderón Elías</div> <div>EQUIPO: Manuel de Jesús Valadez Ramos</div> <div>Raúl López Mateos</div>													
Rev. AMFE		Fecha		Rev. Plano		Ind. Proceso												Motivos Rev:			
-		30/09/2024		-		-												-			
OP.	OPERACIÓN/ DESCRIPCION	FALLOS POTENCIALES			CONTROLES ACTUALES	VALORACIÓN					ACCIONES		RESULTADO						OBJETIVO		
		MODOS DE FALLO POTENCIAL	EFFECTOS DE FALLO POTENCIAL	CAUSAS DE FALLO POTENCIAL		O	S	D	NPR	KC	Fechas/ Responsable	Descripción	O'	S'	D'	NPR'	PC	LL		P/R	NPR"
1	Pocisionamiento	Pocisionamiento inadecuado y alineación deficiente	Error de montaje, retrabajo y disminución de calidad final	Error humano	Verificación visual	5	8	6	240	N/A	25/09/2024 - Juan M. Biais	Capacitar al personal	3	7	4	84	-	-	-	-	
2	Taladrado	Taladro desalineado o a profundidad errónea	Barreno fuera de especificación; retrabajo	Parámetros de herramienta mal ajustados; brocas desgastadas; error humano	Control visual superficial	5	8	5	200	N/A	25/09/2024 - Uriel M.	1) Capacitar en calibración y cambio de brocas; 2) Implementar verificación medición inicial	3	8	4	96	-	-	-	-	
3	Avellanado	Profundidad fuera de tolerancia	Remaches mal asentados; riesgo de GAP en la unión	Herramienta descalibrada; falta de control de profundidad; ausencia de plantilla	Inspección puntual sin registro; ausencia de prueba piloto	5	9	4	180	N/A	23/09/2024 - Efrain A.	1) Calibrar herramienta periódicamente; 2) Implementar bitácora de calibración	3	8	3	72	-	-	-	-	
4	Limpieza y desbarbado	Rebabas o residuos en la pieza	Daños en superficie; interferencias en el ensamble	Falta de inspección visual final; procedimiento inadecuado; prisa	Limpieza manual sin checklist; ausencia de equipo especializado	4	7	5	140	N/A	27/09/2024 - Raúl P.	1) Estandarizar proceso de desbarbado con checklist; 2) Capacitar en técnicas de limpieza y pulido; 3) Incorporar herramientas específicas	3	7	4	84	-	-	-	-	
5	Aplicación de sellante/adhesivo	Aplicación excesiva o insuficiente	Fugas; falta de resistencia; contaminación; retrabajo	Dosificación manual sin estándar; falta de capacitación en sellantes	Revisiones ocasionales ; control limitado de volumen	3	8	5	120	N/A	25/09/2024 - Uriel M.	Capacitar al equipo en técnica de aplicación	2	7	4	56	-	-	-	-	

### 5.1.4 SPC

El Control Estadístico de Procesos (SPC) complementado con el AMFE, nos va a llegar a permitir monitorear en tiempo real las variables críticas identificadas como fuentes de falla potencial. De esta manera, se asegura la estabilidad del proceso y se **reducen** los defectos, alineando las acciones correctivas del AMFE con la prevención temprana de fallas.

Esta opción quedara en propuesta ya que por cambio de proyecto en 2025 por orden directa de dirección deberá ser evaluada si los recursos utilizados para el estudio funcionaran para el nuevo proyecto, iniciando con una prueba piloto (véase en la tabla 7).

*Tabla 7 Planificación SPC, elaboración propia.*

Operación	Variable	Método de Medición	Frecuencia	Tipo de gráfico
Posicionamiento (1)	Desalinización (mm)	Plantilla con escalas / CMM	Cada 5 piezas	Barra X y R
Taladrado (2)	Diámetro / profundidad (mm)	Calibrador / micrómetro / medidor de profundidad	100% en piezas críticas o cada 10 piezas	IMR o barra X y R
Avellanado (3)	Prof. avellanado (mm)	Comparador digital / palpador	Cada 5 piezas	Barra X y R
Limpieza y desbarbado (4)	Rebabas (cumpleaños /no)	Inspección visual + lista de verificación	Muestreo 10%	gráfico p
Aplicación de sellador (5)	Cantidad de sellante (g)	Báscula / verificador volumétrico	Cada 5 piezas	Barra X y R

## Fase 5: Plan de Acción

### 5.2 PLAN DE ACCIÓN

Este plan de acción está planteado para el área de FFA y Tunnel como áreas de prioridad.

- Estandarización de Procedimientos e Instrucciones de Trabajo:**  
 Actualizar las instrucciones de trabajo más detalladas y visuales para garantizar la correcta ejecución. Véase en el Anexo IV la instrucción completa. Aernnova utiliza la Plataforma Delmia para que los operadores puedan fichar cada operación y visualizarla para poder seguirla por lo tanto las instrucciones visuales se encuentran en plataforma como se observa en la ilustración 18.

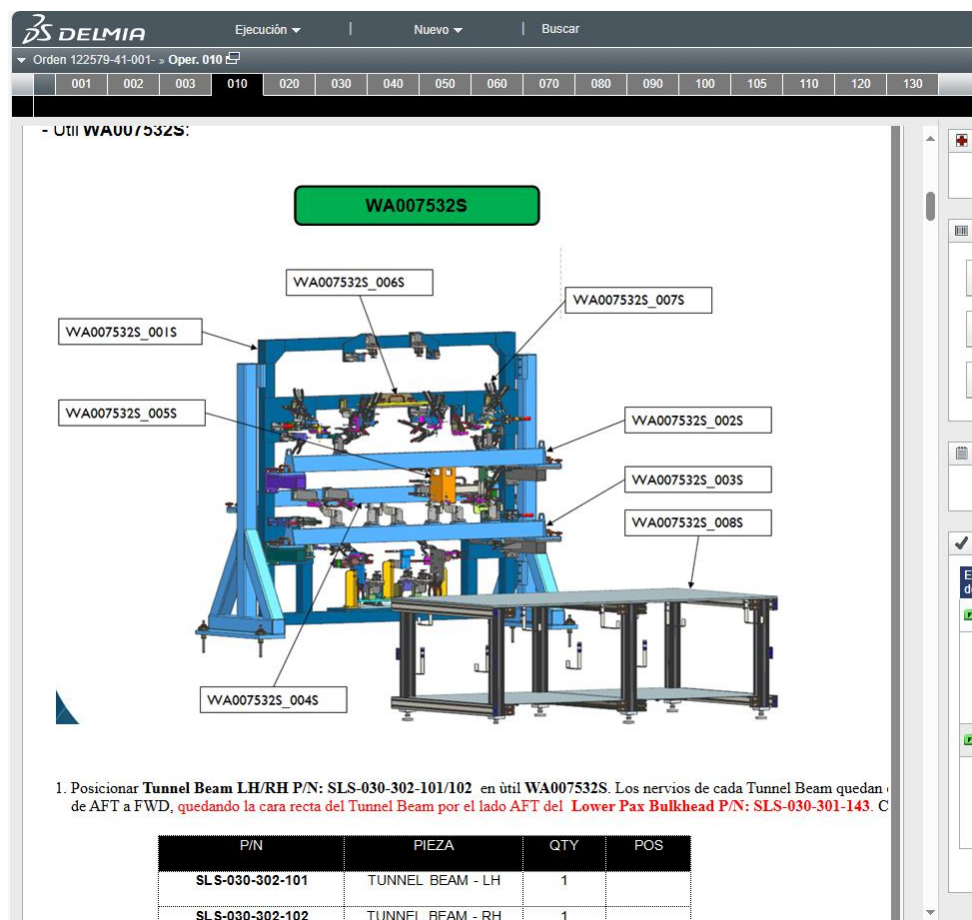


Ilustración 18 Ejemplo Instrucción de calidad Delmia, Aernnova México.

**Capacitación Personal:** refrescamientos en técnicas de posicionamiento, taladrado, avellanado y aplicación de sellante. Para este caso se realizará una sesión de 40min dividida en 2 grupos donde se les mostrará el correcto procedimiento de cada proceso como un Refresh de lo ya aprendido. En la tabla 8 se puede visualizar la planeación de las sesiones con el personal y fecha correspondiente.



Tabla 8 Planeación Refresh de procedimientos, Depto. R.H. Aernnova México



**REFRESH POSICIONAMIENTO, TALADRADO Y AVELLANADO**

PLANNING OF RECERTIFICATIONS 2022-2023-2024

RESPONSIBLE: TRAINING/QUALITY CAM/MAM

PAX TO CERTIFY - COMPONENTS / ASSEMBLY

**A/I** ACTIVE/INACTIVE QUALIFICATION  
**R** RECERTIFICATION PLAN

N°	PAX		DUE DATE (1 YEAR)	STATUS	OBSERVATIONS	CERTIFICATION	SESION 1 04/10/2024	SESION 1 11/10/2024
129198	NOGUEZ ESTRADA, LEONEL	03/01/2024	02/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
131806	CALDERON CABALLERO, ISAAC	02/01/2024	02/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
127578	MENDOZA HERNANDEZ, LUIS ANTONIO	24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
127633	JAIME SOTO DANIEL ALBERTO	24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
135975	SUAREZ HERNANDEZ RAUL	24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
132354	CABRERA ENRIQUEZ, ALEJANDRA	24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
126904	ALVAREZ ALVAREZ, JUAN CARLOS	24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
133230	RAMOS PEREZ, MARIA DEL ROCIO	21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
138707	ANDRADE TINAJERO, MARIA AURELIA	21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
128261	PEREZ AVILA, JESUS LEONEL	21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
131562	LOPEZ PACHECO, ALVARO	21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
129949	ESTRADA ARAUS, JOSE MANUEL	21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
133084	ORTEGA LOPEZ ISMAEL	03/01/2024	02/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
133085	VILLEGAS DIAZ, CONCEPCION	02/01/2024	02/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
133468	OTERO ZUÑIGA JORGE ALBERTO	24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
138504	PIEDRA PIEDRA, LUIS MIGUEL	24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
137155	CHAVEZ PEREZ KARLA IVONN	24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
132349	ALVAREZ ALVAREZ LEONARDO	24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
139017	AGUILLON LEON MIRIAM	24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
136845	GUZMAN FLORES ACALLI Yael	21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
133465	LIRA PAEZ JESUS ALEJANDRO	21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
129213	ESCOBEDO SANCHEZ JOSE HORACIO	21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
139021	PASCACIO CIGARROA ROSI DEL CARMEN	21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
136347	GUDIÑO SEGUNDO JOSE GUADALUPE	21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
138700	GONZALEZGONZALEZ DIANA ANGELICA	03/01/2024	02/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO
127578	MENDOZA HERNANDEZ LUIS ANTONIO	02/01/2024	02/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I R	ACTIVO	ACTIVO

**Implementación de Auditorías Manuales:** Programar auditorías internas regulares para revisar el cumplimiento de los procedimientos y detectar desviaciones a tiempo.

Para este caso en Aernnova se tiene un programa de autocontrol donde los empleados pueden tener el autocontrol de pasar las piezas durante el proceso sin ser revisada por un inspector esto para los procesos no especiales, esta acción solo es revisada un mes antes de quitar o otorgar los autocontroles cada año, por lo tanto hacer las auditorías más constates, hará que el autocontrol pueda ser elegido de una mejor manera, ya que al terminar cada auditoría se le tendrá que hacer una retroalimentación con el personal correspondiente (Ingeniería de procesos, Ingeniería de calidad, Ingeniería de utillajes, etc.) que podrá ayudar a reforzar los errores que lleguen a tener y minimizarlos. En la ilustración 18 se muestra el formato a utilizar en cada auditoría de acuerdo con el PCA-3X-006 de Aernnova.



**CHECK LIST AUDITORIA**

Nombre: \_\_\_\_\_

Número Empleado: \_\_\_\_\_

Avión: \_\_\_\_\_ Part Number: \_\_\_\_\_ Montaje Auditado: \_\_\_\_\_

Operación Auditada: \_\_\_\_\_

Sello de Autocontrol:

Fecha de Auditoría: \_\_\_\_\_

PREGUNTAS	O.k. 1	No O.k. 0	N/A	OBSERVACIONES
1. ¿El operador está fichando la misma operativa está ejecutando ahora? ¿Conoce como validar el proceso que esta realizando?				
2. ¿El operador conoce donde debe consultar como realizar los procesos y este proceso se sigue de acuerdo a la instrucción?				
3. ¿Realiza las operaciones siguiendo la secuencia como pide el Process Plan y están completas las operaciones anteriores (revisar si tienen precedencia)?				
4. ¿Mientras está trabajando, tiene objetos o herramientas encima del producto? ¿Realiza operaciones clean as you go?				Al 2do hallazgo el autocontrol es retirado.
5. ¿Está utilizando instrumentos de medición? está el instrumento calibrado? .Revisar que la información sea coherente contra el Data Collection registrado en caso de que se pida en Delmia.				
6. ¿Está utilizando los materiales y herramientas adecuados para ejecutar la operación de acuerdo a la operativa 002 de Delmia?				
7. ¿Inspecciona y firma con autocontrol la operación que está realizando?				Al 2do hallazgo el autocontrol es retirado.
8. ¿Las mezclas se encuentran identificadas de acuerdo al PCA-NT-032? Etiqueta adherida y legible.				Al 2do hallazgo el autocontrol es retirado.
9. Si utiliza mezclas (pintura, sellantes, adhesivos, químicos, etc.), los registra en Data Collection y comprueba que se encuentran dentro de vigencia valido para aplicarlo?				Al 2do hallazgo el autocontrol es retirado.
10. ¿Verificar que se cumplimente y estén firmadas en tiempo las inspecciones delegadas (QI's, ICA's QG's, serializables, etc.)?; NOTA: Tener en cuenta en sistema y físicamente.				
11. ¿Deja el área de trabajo y el producto limpio durante proceso y al final cuando termina la operación?				Al 2do hallazgo el autocontrol es retirado.
12. Durante la verificación realizada por el autocontrol y se detecte alguna discrepancia, ¿esta es documentada e identificadas (RD/INC) en sistema DELMIA?				Al 2do hallazgo el autocontrol es retirado.
13. Has supervisado a alguien sin autocontrol ¿Cuándo lo haces, como sabes que está bien?				
14. ¿El montador asegura sus operaciones usando Anti-KO?				
<b>TOTAL</b>				

Sello y Fecha de (los) Auditor (es)

Sello y Fecha del Auditado de conformidad

Firma de enterado de resultado de la auditoria:

Nombre, firma y fecha de supervisor de producción

Nombre, firma y fecha de supervisor de calidad

CA-3X-006/C/2

**Mejora en la Comunicación y Retroalimentación:** Organizar reuniones cortas y regulares para revisar problemas detectados en el turno y compartir lecciones aprendidas. Implementar un sistema de lecciones aprendidas donde los operadores puedan reportar incidencias y sugerencias de mejora. Todo esto para documentar y difundir las lecciones aprendidas para prevenir la recurrencia de los errores. En la ilustración 22 se muestra el formato creado para las lecciones aprendidas, así mismo se creó un formato para llevar el control de dichas lecciones cargado en la Red de Aernnova, este archivo solo podrá ser manipulada por el supervisor de área.

[illegible]

Posterior a el llenado del archivo en la junta de arranque 1 vez al mes o cada 15 día de acuerdo con el número de Folios, se mencionarán cada uno para que todo el equipo pueda escucharlo y evitar que les suceda. De igual forma se encontrarán en el Centro de Intervención (véase en la ilustración 21) para poder ser visualizados individualmente en el momento que gusten.

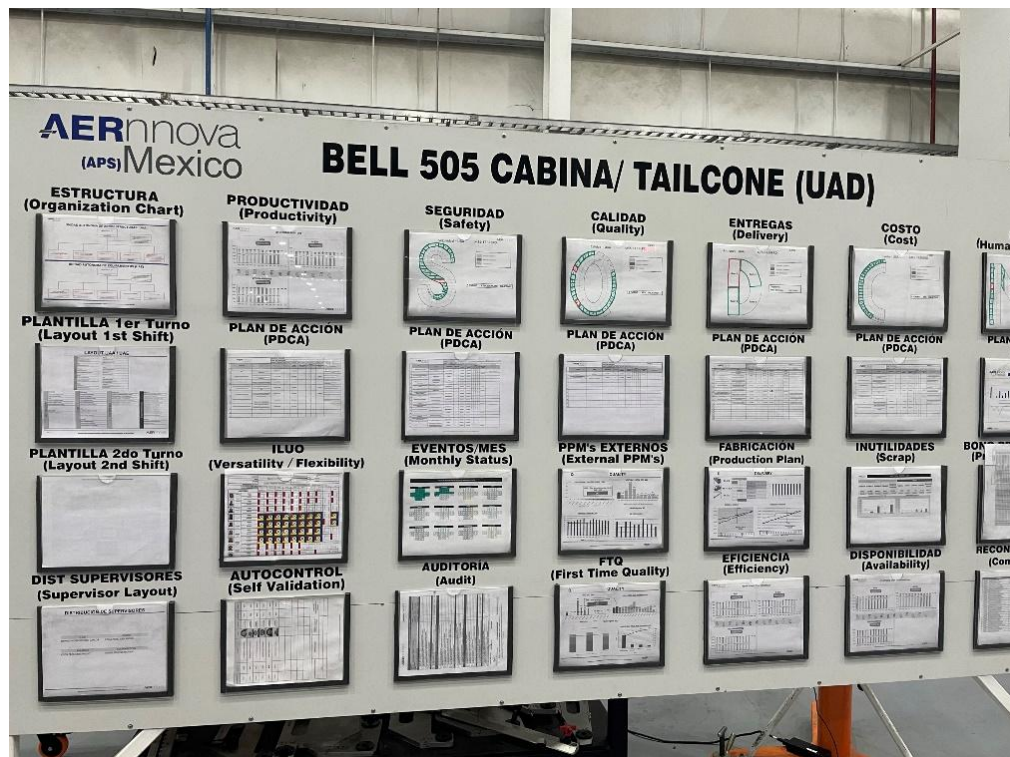


Ilustración 21 CI Bell 505, Aernnova México.

LECCIONES APRENDIDAS

Folio No. _____	
Nombre: _____	No. De empleado: _____
Área/Proceso/Estación: _____	Fecha: _____
Supervisor: _____	
1)	Descripción del Defecto (Describe brevemente el error o defecto observado)
2)	Causa Raíz (Identifica los factores que contribuyeron al error, tanto directos como subyacentes)
3)	Impacto en el Proceso (Describe como afectó el error la producción, la calidad, la seguridad o los costos)
4)	Acción correctiva inmediata (Explica las medidas tomadas para corregir el error en el momento)
5)	Acciones preventivas sugeridas (Proponer qué se podría implementar para evitar que se repita en el futuro)
6)	Lecciones aprendidas y recomendaciones (Reflexiona sobre lo aprendido y sigue mejoras)
7)	Seguimiento y verificación (Establece como se dará seguimiento a las acciones correctivas, con fechas y responsables)
Comentarios adicionales	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____ Firma</div> <div>_____ Firma del supervisor</div> </div>	

Aernnova Group confidential information. Limited use on a need-to-know basis. All rights reserved.

Ilustración 22 Formato lecciones aprendidas, elaboración propia.

**Incentivos y Cultura de Calidad:** Establecer reconocimiento para los equipos y operadores que logren reducir los defectos o implementar mejoras exitosas. Estos reconocimientos se darán una vez al Mes en la junta de Arranque a la persona que en su proceso haya tenido ningún RD o el menor número de RDS.

## **Capítulo 6**

### **Resultados**

El análisis de los resultados obtenidos posterior al plan de acción iniciado el 1 de noviembre de 2024 en las áreas de Tunnel Assy y FWD Floor Assy confirma de manera sólida el cumplimiento de la pregunta de investigación, valida la hipótesis alternativa y confirma de manera sólida el cumplimiento de los objetivos de reducción de defectos y optimización de costos de no calidad.

*¿En qué medida la aplicación del AMEF de Proceso en las áreas de Tunnel Assy y FWD Floor Assy reduce la tasa de defectos y optimiza los costos de no calidad?*

**Hipótesis alternativa (H1):** La implementación de un método sistemático de AMEF en el área de subconjuntos de Bell 505 reducirá significativamente la tasa de defectos y los costos de no calidad en al menos un 30% posterior a su aplicación.

**Hipótesis Nula (H0):** La aplicación de un método AMEF no producirá cambios significativos en la tasa de defectos ni en los costos de no calidad en el área de subconjuntos Bell 505.

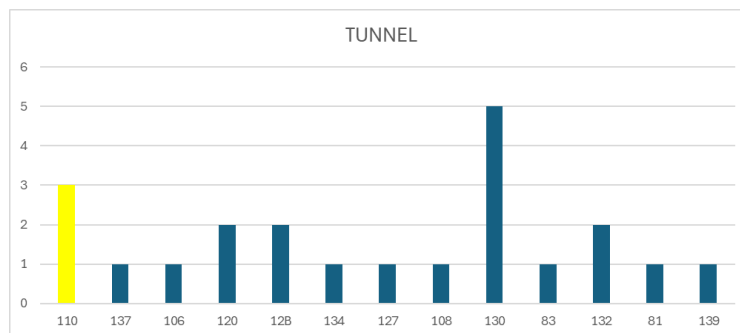
En Tunnel Assy, donde originalmente se registraban en promedio 37 RDS mensuales, las mejoras implementadas calibración de herramientas, actualización de instrucciones visuales en Delmia y nuevos puntos de control intermedios permitieron reducir esta cifra a 22 RDS, lo que equivale a una disminución del 40.54 % (ver Ilustración 22), superando así la meta del 30 % establecida en  $H_1$ .

De forma similar, en FWD Floor Assy la media de 22 RDS mensuales se redujo a 14, logrando una reducción del 36.36 % (ver Ilustración 23), también por encima de lo planteado en  $H_1$ . Estos resultados superan ampliamente la meta del 30 % de reducción de defectos planteada en el objetivo general y ratifican la hipótesis de investigación de que un método sistemático AMEF al identificar y priorizar modos de fallo críticos, asignarles responsables y plazos, y documentar causas y efectos

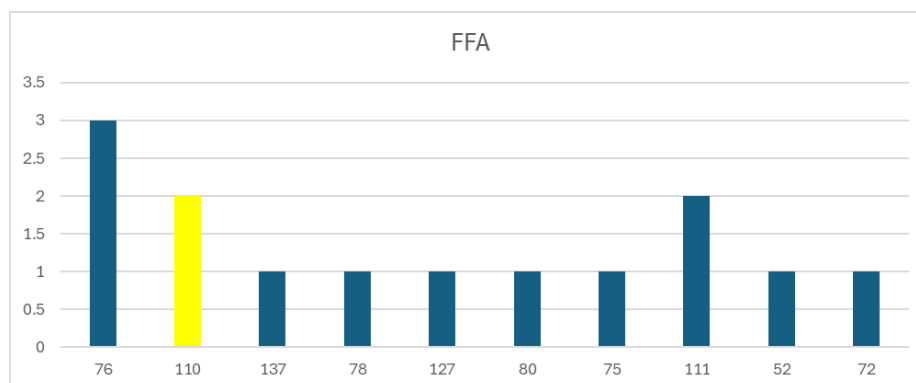


en un repositorio de lecciones aprendidas es capaz no solo de disminuir la tasa de defectos, sino también de generar ahorros significativos en horas de retrabajo y liberar capacidad operativa para actividades de mayor valor agregado. Además, la concentración en los cuatro modos de fallo que concentraban el 85 % del riesgo (RPN) agilizó la toma de decisiones y la implementación de acciones correctivas inmediatas, sentando las bases para la fase siguiente de control estadístico de procesos (SPC).

Más allá de la mejora cuantitativa, la experiencia demostró que el trabajo multidisciplinario involucrando a Ingeniería de Procesos, Calidad, Operaciones y supervisores de línea fortalecieron la cultura de calidad y la trazabilidad, asegurando que las mejoras sean sostenibles en el tiempo y replicables a futuros proyectos.



*Ilustración 23 RDS Tunnel noviembre 2024, elaboración propia.*



*Ilustración 24 RDS FFA noviembre 2024, elaboración propia.*

## **Capítulo 7**

### **Conclusiones y trabajo a futuro**

El presente proyecto se centró en abordar la alta incidencia de defectos en el área de subconjuntos del programa BELL 505 en Aernnova Aerospace México, problema que impacta los costos operativos y la competitividad de la empresa.

A través de la aplicación sistemática del análisis de modo y efecto de fallas, se identificaron y priorizaron los modos de fallo críticos en las estaciones de trabajo, destacándose defectos en acabado superficial, errores en taladrado, avellanado y problemas de rebarbado y ajuste de piezas.

Los resultados obtenidos evidenciaron que las áreas de Tunnel Assy y FWD Floor Assy son las que más contribuyen a las Horas No Calidad, representando un porcentaje significativo de los defectos totales.

La implementación de acciones correctivas tales como la estandarización de procedimientos, la realización de auditorías internas, la capacitación del personal y el establecimiento de un sistema de lecciones aprendidas ha generado mejoras medibles en la calidad del proceso.

Específicamente, se logró reducir los Registros de Defectos en un 40.54% en Tunnel Assy y en un 36.36% en FWD Floor Assy, lo que se traduce en una disminución considerable de los costos asociados a la reparación de defectos.

Como recomendación, se sugiere continuar fortaleciendo estas acciones mediante la implementación integral de un sistema de Control Estadístico de Procesos (SPC) para el monitoreo en tiempo real, así como la ampliación de la cultura de mejora continua a todas las áreas de producción.

Además, es crucial mantener actualizadas las lecciones aprendidas y promover la capacitación periódica del personal para evitar la recurrencia de los defectos.

Este estudio demuestra que un enfoque sistemático y basado en metodologías de análisis de fallas puede reducir de forma significativa los defectos, mejorar la

eficiencia operativa y generar ahorros económicos, sentando las bases para la mejora continua y la sostenibilidad a largo plazo.

La implementación del análisis de modo y efectos de fallo, demostró ser una estrategia eficaz para reducir la tasa de defectos y sus costos asociados a la no calidad, confirmando que su aplicación metódica completada con acciones correctivas contribuye directamente a mejorar la eficiencia operativa, prevenir errores repetitivos y optimizar los recursos. La hipótesis planteada se valida en función de los resultados obtenidos ya que se alcanzó e incluso superó la meta del 30% de reducción esperada, por lo tanto, se concluye que el AMFE es el método más adecuado para asegurar una mejora continua en procesos críticos impactando positivamente en la rentabilidad, satisfacción del cliente y sostenibilidad operativa de Aernnova México.

## **Referencias bibliográficas**

- Anderson, J. (2017). *Introduction to Flight*. . McGraw-Hill.
- Arens, A. E. (2014). *Auditing and Assurance Services: An Integrated Approach*. Pearson.
- Groover, M. (2016). *Automation, Production Systems, and and Computer Integrated Manufacturing*. Pearson.
- H., S. D. (2003). *Failure mode and effect Analysis: FMEA from theory to execution*. ASQ Quality Press.
- Juran J.M. & De Feo, J. (2010). *Juran's Quality Handbook* . McGraw-Hill.
- Meyers, F. &. (2011). *Manufacturing Facilities Design & Material Handling*. Pearson.
- Montgomery, D. C. (s.f.). *Control Estadístico de la Calidad*.
- Raymer, D. (2018). *Aircraft Design: A conceptual Approach*. AIAA.
- Russell, J. (2005). *The Internal Auditing Handbook*. Ask Quality Press.
- Sadrey, M. (2012). *Aircraft Design: A Systems Engineering Approach*. Wiley.
- VDA, A. &. (2019). *FMEA Handbook: Failure mode and effects analysis for automotive, Industrial and Manufacturing Applications* . AIAG.

# Anexos

## I. PCA-00-069 Tipos de RD



PCA-00-069 Ed.3 Rev.2

Anexo II Pag. 1/1

FAMILIA / CARACTERÍSTICA CLAVE	FAMILIA / CARACTERÍSTICA CLAVE
<b>10. ALINEACIÓN DE INTERFASES CON ELEMENTOS MÓVILES</b>	<b>140. POSICIÓN Y DIÁMETRO DE TALADROS DE INTERFASE/INTERCAMBIABILIDAD</b>
11 ALINEACIÓN DE HERRAJES SEGÚN ESPECIFICACIÓN	141 POSICIÓN DE TALADROS DE INTERCAMBIABILIDAD SEGÚN ESPECIFICACIÓN
12 DISTANCIA ENTRE HERRAJES SEGÚN ESPECIFICACIÓN	142 DIÁMETROS DE TALADROS DE INTERCAMBIABILIDAD SEGÚN ESPECIFICACIÓN
13 POSICIÓN DE HERRAJES SEGÚN ESPECIFICACIÓN	143 NÚMERO DE TALADROS DE INTERCAMBIABILIDAD SEGÚN ESPECIFICACIÓN
14 DISTANCIAS ENTRE CASQUILLOS SEGÚN ESPECIFICACIÓN	144 AUSENCIA DE OTROS DEFECTOS DE INTERCAMBIABILIDAD
15 DIÁMETRO INTERNO DE CASQUILLOS SEGÚN ESPECIFICACIÓN	<b>150. DISTRIBUCIÓN DE PESOS</b>
16 REPRESENTADOS ENTRE CARAS DE FITTING SEGÚN ESPECIFICACIÓN	151 PESO DENTRO DE ESPECIFICACIÓN
<b>20. GAPS Y ALINEACIÓN DE ELEMENTOS</b>	152 MOMENTO DE INERCIA DENTRO DE ESPECIFICACIÓN
21 GAPS ENTRE PANELES SEGÚN ESPECIFICACIÓN	<b>160. PRUEBAS HIDRÁULICAS/REGLAJE DE MANDOS/PRUEBAS FUNCIONALES</b>
22 STEPS ENTRE PANELES SEGÚN ESPECIFICACIÓN	161 PRUEBAS FUNCIONALES MECÁNICAS SEGÚN ESPECIFICACIÓN
23 GAPS ENTRE PANEL Y TAPA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	162 PRUEBAS FUNCIONALES HIDRÁULICAS SEGÚN ESPECIFICACIÓN
24 STEP ENTRE PANEL Y TAPA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	163 PRUEBAS FUNCIONALES ELÉCTRICAS SEGÚN ESPECIFICACIÓN
25 GAP EN INTERFASE SEGÚN ESPECIFICACIÓN	164 REGLAJE DE SISTEMAS SEGÚN ESPECIFICACIÓN
26 STEP EN INTERFASE SEGÚN ESPECIFICACIÓN	165 OTROS ENSAYOS FUNCIONALES SEGÚN ESPECIFICACIÓN
27 GAP CON SELLOS AERODINÁMICOS SEGÚN ESPECIFICACIÓN	170. AUSENCIA DE DELAMINACIONES, GRIETAS, POROSIDADES, ETC (DEFECTOS EN MATERIAL COMPUESTO)
28 STEP CON SELLOS AERODINÁMICOS SEGÚN ESPECIFICACIÓN	171 AUSENCIA DE DELAMINACIONES
<b>30. HOLGURAS E INTERFERENCIAS</b>	172 AUSENCIA DE GRIETAS O ASTILLAMIENTOS
31 AUSENCIAS DE INTERFERENCIAS ESTRUCTURALES	173 AUSENCIA DE ARRUGAS
32 AUSENCIA DE HOLGURAS ESTRUCTURALES	174 AUSENCIA DE DESENCOLADOS
33 INTERFERENCIAS U HOLGURAS CON TUBERÍAS SEGÚN ESPECIFICACIÓN	175 AUSENCIA DE SEPARACIONES DE NODOS
34 INTERFERENCIAS U HOLGURAS CON CABLEADOS SEGÚN ESPECIFICACIÓN	176 AUSENCIA DE POROSIDAD EN LA RESINA
35 INTERFERENCIAS U HOLGURAS CON OTROS SISTEMAS SEGÚN ESPECIFICACIÓN	177 APLICACIÓN DE RESINA SEGÚN ESPECIFICACIÓN
<b>40. IDENTIFICACIÓN/SERIALIZACIÓN/DOCUMENTACIÓN</b>	178 AUSENCIA DE ACUMULACIONES DE RESINAS
41 TEXTO DE IDENTIFICACIÓN CORRECTO (IDENTIDAD)	179 AUSENCIA DE OTROS DAÑOS EN EL COMPUESTO (REBARBAS, FILOS, ETC)
41.1 NO CONFUSIÓN CON MANO CONTRARIA	17A AUSENCIA DEFECTOS EN TELAS
41.2 NO CONFUSIÓN CON PIEZAS SIMILARES	17B AUSENCIA DEFECTOS EN LA MALLAS DE PROTECCIÓN DE RAYO (BRONCE, COBRE, ETC)
41.3 PRESENCIA DE IDENTIFICACIÓN	<b>180. TO BE DEFINED</b>
41.4 NÚMERO DE SERIE O LOTE CORRECTO	181 TO BE DEFINED
41.5 AUSENCIA DE OTRO ERRORES EN EL TEXTO	<b>190. POSICIONAMIENTO Y PROFUNDIDAD DE PLAYAS DE FRESDADO</b>
42 TIPO Y PROTECCIÓN DE IDENTIFICACIÓN CORRECTOS	191 POSICIÓN Y PROFUNDIDAD DE PLAYAS DE FRESDADO SEGÚN ESPECIFICACIÓN
43 UBICACIÓN Y ORIENTACIÓN DE IDENTIFICACIÓN CORRECTOS	192 AUSENCIA DE PICADURAS POR POROS DEBIDOS A EL ENMASCARADO
44 DOCUMENTACIÓN CORRECTA Y APROBADA (CERTIFICADOS, ALBARANES, FACTURAS, TEST REPORT, AIS, AIR, FAI)	193 UNIFORMIDAD EN LA LINEA DE TRAZADO DE LA PLAYA
45 LLEGIBILIDAD DE LA IDENTIFICACIÓN CORRECTA	194 CODO O ATAQUE LATERAL SEGÚN ESPECIFICACIÓN
<b>50. POSICIONADOS DE ELEMENTOS</b>	<b>210. ESTANQUEIDAD</b>
51 UBICACIÓN DE PIEZAS SEGÚN ESPECIFICACIÓN	211 AUSENCIA DE FUGAS EN ZONAS ESTANCAS
52 TIPO DE PIEZA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	212 TEST DE PRESIÓN SEGÚN ESPECIFICACIÓN
53 TIPO DE WIRE SEGÚN ESPECIFICACIÓN (REBARRE, TORNILLO, NOT PLATE, POTILL, ETC)	212 AUSENCIA DE FALLOS EN TEST DE INGESTIÓN DE AGUA
54 NÚMERO ADECUADO DE PIEZAS INSTALADAS (CANTIDAD SIN EXCESO NI DEFECTO)	<b>220. CUALIFICACIÓN/CERTIFICACIÓN PROVEEDOR</b>
<b>60. LÍNEA DE SISTEMA TORSIÓN Y DEFORMACIONES</b>	221 PROCESO Y PROVEEDOR APROBADO EN GAPS Y ASL DE CLIENTE
61 LÍNEA DE SISTEMA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	222 SISTEMA DE CALIDAD APROBADO EN GAPS SEGÚN NIVEL DE PEDIDO
62 TORSIÓN SEGÚN ESPECIFICACIÓN	223 MATERIAL Y PROVEEDOR APROBADOS EN GLAMS Y ASL DE CLIENTE
63 AUSENCIA DE DEFORMACIONES U ONDULACIONES	224 VENDOR ITEM Y PROVEEDOR APROBADOS EN GLAMS Y ASL DE CLIENTE
<b>70. CARACTERÍSTICAS DEL TALADRO</b>	<b>230. PLANITUD</b>
71 POSICIÓN TALADRO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	231 PLANITUD LOCAL SEGÚN ESPECIFICACIÓN
72 DIÁMETRO TALADRO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	232 PLANITUD TOTAL SEGÚN ESPECIFICACIÓN
73 DISTANCIAS DE BORDE DE TALADRO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	<b>240. UNIONES ADHESIVAS</b>
74 DISTANCIAS DE PASO DE TALADRO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	241 AUSENCIA DE DESPEGADOS TOTALES O PARCIALES
75 TALADRO NO REALIZADO O INDEBIDO	242 USO DE ADHESIVO SEGÚN ESPECIFICACIÓN
76 PROFUNDIDAD DEL AVELLANADO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	243 AUSENCIA DE SUCIEDAD EN LAS SUPERFICIES DE UNIÓN
77 PERPENDICULARIDAD DEL TALADRO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	244 AUSENCIA DE POROS, GRIETAS O COLORACIONES EN LA UNIÓN
78 REBARBADO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	245 CANTIDAD ADECUADA DE ADHESIVO
79 CONCENTRICIDAD DEL TALADRO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	<b>250. MATERIALES Y TRATAMIENTOS SEGÚN ESPECIFICACIÓN</b>
7A ACABADO DE TALADROS (RUGOSIDAD SUPERFICIAL) SEGÚN ESPECIFICACIÓN	251 MATERIAL, DIMENSIÓN, NÚMERO Y GEOMETRÍA CAPAS DE MOLDEO SEGÚN ESPECIFICACIÓN
7B DIMENSIONES DEL LLAMADO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	252 MATERIALES DENTRO DEL TIEMPO DE VIDA
<b>80. FOE/SUCIEDAD</b>	253 TRATAMIENTOS TÉRMICOS SEGÚN ESPECIFICACIÓN
81 AUSENCIA DE FOE/SUCIEDAD NO INSERTADO	254 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES SEGÚN ESPECIFICACIÓN
82 AUSENCIA DE FOE INSERTADO EN MATERIAL COMPUESTO	255 ESPESOR (GENERAL Y DE CLAD) SEGÚN ESPECIFICACIÓN
83 AUSENCIA DE FOE INSERTADO EN UNIONES DE PIEZAS	256 ALEACIÓN Y TRATAMIENTO INICIAL DEL MATERIAL SEGÚN ESPECIFICACIÓN
<b>90. CONDUCTIVIDAD</b>	257 CICLO DE CURADO SEGÚN ESPECIFICACIÓN
91 CONDUCTIVIDAD ENTRE DOS PUNTOS SEGÚN ESPECIFICACIÓN	258 DIRECCIÓN DE GRANO SEGÚN ESPECIFICACIÓN
92 METALIZACIONES EN POSICIÓN Y FORMA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	<b>260. KITS</b>
93 METALIZACIONES REALIZADAS SEGÚN ESPECIFICACIÓN	261 KITS SIN FALTANTES
94 METALIZACIONES LIMPIAS	262 KITS SIN SOBANTES
<b>100. SELLADO</b>	263 KITS SIN PIEZAS ERRÓNEAS
101 ESPESOR SELLANTE DE INTERFASE SEGÚN ESPECIFICACIÓN	264 ORDEN DE VENTA/PREPARACIÓN SEGÚN PEDIDO DEL CLIENTE
102 ALTURA SELLANTE AERODINÁMICO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	<b>270. GEOMETRÍA CONFORMADO DE CHAPA</b>
103 ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACIÓN, BIEN ESTRUDADO	271 GEOMETRÍA DEL FORMATO Y DEL DESARROLLO SEGÚN ESPECIFICACIÓN
104 TIPO DE SELLANTE SEGÚN ESPECIFICACIÓN	272 RADIOS DE DOBLADO SEGÚN ESPECIFICACIÓN
105 POSICIÓN DEL SKYFLEX SEGÚN ESPECIFICACIÓN O SKYFLEX SIN DAÑOS	273 ÁNGULOS DE DOBLADO SEGÚN ESPECIFICACIÓN
106 PRESENCIA/AUSENCIA DE SELLANTE DONDE CORRESPONDA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	274 ANCHURA DE FALDILLAS SEGÚN ESPECIFICACIÓN
107 APLICACIÓN DEL PROMOTOR SEGÚN ESPECIFICACIÓN	275 VOLUMEN DE PIEZA SEGÚN ESPECIFICACIÓN
108 BOTÓN / CORDÓN DE SELLANTE SEGÚN ESPECIFICACIÓN	276 REPASADO Y MATADO DE ARISTAS SEGÚN ESPECIFICACIÓN
109 CAMA DE SELLANTE SEGÚN ESPECIFICACIÓN	<b>280. GEOMETRÍA MECANIZADO</b>
10A DUREZA EN PROBETA DE CONTROL DE PROCESO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	281 GEOMETRÍA Y VOLUMENES FINALES SEGÚN ESPECIFICACIÓN

<b>110. MARCAS Y ACABADO</b>	<b>282. ROSCADOS SEGUN ESPECIFICACION</b>
111 AUSENCIA DE MARCAS	283 MISTMACH Y RUGOSIDAD SEGUN ESPECIFICACION
112 ACABADO (RUGOSIDAD, ARRUGAS, COLORACION, BANDAS, BRILLO, Y ARISTAS/REBARBAS MATADAS) SEGUN ESPECIFICACION	284 AUSENCIA DE DE FALTA DE MATERIAL
113 AUSENCIA DE ASTILLAMIENTO EN TALADRO DE COMPUESTO	285 REPASADO Y MATADO DE ARISTAS SEGUN ESPECIFICACION
114 ACABADO DE LAS REPARACIONES SEGUN ESPECIFICACION	286 NO EXISTENCIA DE REBABAS DEL MECANIZADO
115 JUMPER EN BUEN ESTADO	<b>290. GEOMETRIA CONFORMADO DE COMPUESTO</b>
116 CABLES O TUBOS SIN DAÑOS	291 GEOMETRIA DE SUPERFICIES SEGUN ESPECIFICACION
117 AUSENCIA DE DAÑOS EN EQUIPOS	292 ESPESORES FINALES SEGUN ESPECIFICACION
118 AUSENCIA DE SUCIEDADES O DE CORROSION	293 CONTORNO (RECANTADO) SEGUN ESPECIFICACION
119 AUSENCIA DE GRIETAS (METALICO)	294 GEOMETRIA DEL NUCLEO SEGUN ESPECIFICACION
11A OTROS DEFECTOS DE ACABADO	295 AUSENCIA DE RECOGIMIENTO DEL NUCLEO
<b>120. CARACTERISTICAS DEL REMACHADO/TORNILLADO</b>	296 AUSENCIA DE TELEGRAPHING
121 COLLAR/TUERCA BIEN INSTALADOS Y ASENTADOS	297 AUSENCIA DE DEPRESIONES EN LA SUPERFICIE
122 CONTRACABEZA BIEN INSTALADA Y ASENTADOS	298 MACIZADO SEGUN ESPECIFICACION
123 FACEADO SEGUN ESPECIFICACION	<b>300. SHIM LIQUIDOMACIZO. PREPARACION DE UNIONES</b>
124 REMACHES/TORNILLOS NO FALTANTES	301 ESPESOR DE SHIM SEGUN ESPECIFICACION
125 REMACHES/TORNILLOS NO INDEBIDOS	302 PRESENCIA DE SHIM DONDE DEBE IR
126 TRAZO CORRECTO DE REMACHE/TORNILLO	303 CONTORNO DEL SHIM SEGUN ESPECIFICACION
127 AUSENCIA DE GAP CIRCUNFERENCIAL	304 DUREZA DEL SHIM (PROBETA Y PRODUCTO), ANTES DE APRIETE FINAL, SEGUN ESPECIFICACION
128 PAR DE APRIETE SEGUN ESPECIFICACION	<b>310. INSTALACION DE CASQUILLOS, HELICOIL Y ROTULAS</b>
129 LACRADO DE TORNILLOS SEGUN ESPECIFICACION	311 INTERFERENCIA DE APRIETE SEGUN ESPECIFICACION (DIAMETRO EXTERIOR CASQUILLOS MENOS DIAMETRO INTERIOR DEL ALOJAMIENTO)
12A SENTIDO DE REMACHADO SEGUN ESPECIFICACION (REMACHE AL REVES)	312 CASQUILLO BIEN ASENTADO
12B AUSENCIA DE MARCAS EN CABEZAS Y CONTRACABEZAS	313 INCLINACION DEL CASQUILLOS SEGUN ESPECIFICACION
12C ALTURA DE REMACHE/TORNILLO SEGUN ESPECIFICACION	314 AUSENCIA DE MARCAS EN INTERIOR DEL CASQUILLO
<b>130. CARACTERISTICAS DE PINTURA</b>	315 DIAMETRO INTERIOR FINAL SEGUN ESPECIFICACION
131 ESPESOR PINTURA SEGUN ESPECIFICACION	316 MONTAJE DEL HELICOIL (AUSENCIA DE DAÑOS EN ROSCA) SEGUN ESPECIFICACION
132 ADHERENCIA PINTURA SEGUN ESPECIFICACION	317 INSTALACION DE ROTULA (AUSENCIA DE DAÑOS) SEGUN ESPECIFICACION
133 CARACTERISTICAS VISUALES MEDIBLES (BRILLO, COLOR, PIEL DE NARANJA, ...) SEGUN ESPECIFICACION	318 ROTULA NO GRIPADA
134 AUSENCIA DE PINTURA EN ZONAS QUE NO DEBEN DE IR PINTADAS (BONDING, ETC)	<b>900. OTROS (ESPECIFICAR Y EXTENDER 901, 902, etc SEGUN NECESIDAD)</b>
135 PINTURA SEGUN ESPECIFICACION	
136 CARACTERISTICAS VISUALES NO MEDIBLES (DESCUELQUES, HERVIDOS, BURBUJAS, ...) SEGUN ESPECIFICACION	
137 AUSENCIA DE ZONAS SIN PINTAR CUANDO DEBAN IR PINTADAS	
138 APLICACION DEL DINITROL SEGUN ESPECIFICACION	
139 AUSENCIA DE ESPOLVOREADOS DE PINTURA EN OTRAS PIEZAS	

NOTA.- CUANDO NOS REFERIMOS A ESPECIFICACION EN ESTE ANEXO, NO REFERIMOS A TOLERANCIAS DE PLANO, COTAS, SIEMPRE DE PRODUCTO

FAMILY	KEY CHARACTERISTIC	FAMILY	KEY CHARACTERISTIC
<b>10. ALIGNMENT OF INTERFACES WITH MOBILE ELEMENTS</b>		<b>140. INTERFACE/INTERCHANGEABILITY CHARACTERISTICS</b>	
11 ALIGNMENT OF FITTINGS ACCORDING TO SPECIFICATION		141 POSITION OF INTERCHANGEABILITY DRILLS ACCORDING TO SPECIFICATION	
12 DISTANCE BETWEEN FITTINGS ACCORDING TO SPECIFICATION		142 DIAMETER OF INTERCHANGEABILITY DRILLS ACCORDING TO SPECIFICATION	
13 POSITION OF FITTINGS ACCORDING TO SPECIFICATION		143 NUMBER OF INTERCHANGEABILITY DRILLS ACCORDING TO SPECIFICATION	
14 DISTANCE BETWEEN BUSHINGS ACCORDING TO SPECIFICATION		144 ABSENCE OF OTHER INTERCHANGEABILITY DEFECTS	
15 INTERNAL DIAMETER OF BUSHINGS ACCORDING TO SPECIFICATION		<b>150. DISTRIBUTION OF WEIGHT</b>	
16 FACINGS BETWEEN FITTINGS ACCORDING TO SPECIFICATION		151 WEIGHT WITHIN SPECIFICATION	
<b>20. GAPS AND STEPS BETWEEN ELEMENTS</b>		152 MOMENT OF INERTIA WITHIN SPECIFICATION	
21 GAPS BETWEEN PANELS ACCORDING TO SPECIFICATION		<b>160. HYDRAULIC TESTS/CONTROL SETTINGS/FUNCTIONAL TESTS</b>	
22 STEPS BETWEEN PANELS ACCORDING TO SPECIFICATION		161 MECHANICAL FUNCTIONAL TESTS ACCORDING TO SPECIFICATION	
23 GAPS BETWEEN PANEL AND COVER ACCORDING TO SPECIFICATION		162 HIDRAULIC FUNCTIONAL TESTS ACCORDING TO SPECIFICATION	
24 STEP BETWEEN PANEL AND COVER ACCORDING TO SPECIFICATION		163 ELECTRICAL FUNCTIONAL TESTS ACCORDING TO SPECIFICATION	
25 GAP IN INTERFACE ACCORDING TO SPECIFICATION		164 ADJUSTMENT OF SYSTEMS ACCORDING TO SPECIFICATION	
26 STEP IN INTERFACE ACCORDING TO SPECIFICATION		165 OTHER FUNCTIONAL TESTS ACCORDING TO SPECIFICATION	
27 GAP WITH AERODYNAMIC SEALS ACCORDING TO SPECIFICATION		<b>170. DELAMINATIONS, CRACKS, POROSITIES, ETC. (COMPOSITE MATERIAL DEFECTS)</b>	
28 STEP WITH AERODYNAMIC SEALS ACCORDING TO SPECIFICATION		171 ABSENCE OF DELAMINATIONS	
<b>30. CLEARANCES AND INTERFERENCES</b>		172 ABSENCE OF CRACKS OR SPLINTERING	
31 NO STRUCTURAL INTERFERENCES		173 ABSENCE OF WRINKLES	
32 NO STRUCTURAL CLEARANCES		174 ABSENCE OF UNGLUED	
33 INTERFERENCES OR CLEARANCES WITH PIPELINES ACCORDING TO SPECIFICATION		175 ABSENCE OF NODE SEPARATIONS	
34 INTERFERENCES OR CLEARANCES WITH CABLING ACCORDING TO SPECIFICATION		176 ABSENCE OF POROSITY IN RESIN	
35 INTERFERENCES OR CLEARANCES WITH OTHER SYSTEMS ACCORDING TO SPECIFICATION		177 APPLICATION OF RESIN ACCORDING TO SPECIFICATION	
<b>40. IDENTIFICATION/SERIALIZATION/DOCUMENTATION</b>		178 ABSENCE OF ACCUMULATIONS OF RESINS	
41 IDENTIFICATION TEXT AND PROTECTION ACCORDING TO SPECIFICATION		179 ABSENCE OF OTHER DAMAGES IN THE COMPOSITE (BURS, EDGES, ETC.)	
41.1 NO CONFUSION WITH SIMETRICAL PART		17A ABSENCE OF DEFECTS IN FABRICS	
41.2 NO CONFUSION WITH SIMILAR PARTS		17B ABSENCE OF DEFECTS IN ANTI RAY MESH (BRONZE, COPPER, ETC)	
41.3 PRESENCE OF IDENTIFICATION		<b>180. TO BE DEFINED</b>	
41.4 CORRECT SERIAL OR BATCH NUMBER		181 TO BE DEFINED	
41.5 ABSENCE OF OTHER TEST DEFECTS		<b>190. POSITIONING AND DEPTH OF MILLING BAYS</b>	
42 IDENTIFICATION TYPE AND PROTECTION OF IDENTIFICATION ACCORDING TO SPECIFICATION		191 POSITIONING AND DEPTH OF MILLING BAYS ACCORDING TO SPECIFICATION	
43 LOCATION AND ORIENTATION OF IDENTIFICATION ACCORDING TO SPECIFICATION		192 ABSENCE OF PITTING BY PORES CAUSED BY MASKING	
44 DOCUMENTATION ACCORDING TO SPECIFICATION AND APPROVED (CERTIFICATES, DELIVERY NOTES, INVOICES, TEST REPORTS, AIS, AIR, FAI)		193 UNIFORM LAYOUT LINE OF THE BAY	



45	QUALITY AND LEGIBILITY OF IDENTIFICATION ACCORDING TO SPECIFICATION	194	ELBOW OR LATERAL ATTACK ACCORDING TO SPECIFICATION
50	POSITIONING OF ELEMENTS	200	GLOSS IN SURFACE POLISHING
51	POSITIONING OF PARTS ACCORDING TO SPECIFICATION	201	POLISHING SHINE ACCORDING TO SPECIFICATION
52	PART TYPE ACCORDING TO SPECIFICATION	202	ABSENCE OF OTHER POLISHING DEFECTS
53	HARDWARE TYPE ACCORDING TO SPECIFICATION (RIVET, BOLT, NOT PLATE, BALL)	210	WATERTIGHT
54	NUMBER OF INSTALLED PARTS ACCORDING TO SPECIFICATION (AMOUNT WITHOUT EXCESS OR DEFECT)	211	ABSENCE OF LEAKS IN WATERTIGHT AREAS
60	SYSTEM LINE, TORSION AND DEFORMATIONS	212	PRESSURE TEST ACCORDING TO SPECIFICATION
61	SYSTEM LINE ACCORDING TO SPECIFICATION	212	ABSENCE OF FAILURES IN WATER INTAKE TEST
62	TORSION ACCORDING TO SPECIFICATION	220	SUPPLIER QUALIFICATION/CERTIFICATION
63	ABSENCE OF DEFORMATIONS OR WAVING	221	PROCESS AND SUPPLIER APPROVED IN GLAPS AND CUSTOMER ASL
70	CHARACTERISTICS OF DRILLING	222	QUALITY SYSTEM APPROVED IN GLAPS ACCORDING TO LEVEL OF PURCHASE ORDER
71	DRILL POSITION ACCORDING TO SPECIFICATION	223	MATERIAL AND SUPPLIER APPROVED IN GLAPS AND CUSTOMER ASL
72	DRILLING DIAMETER ACCORDING TO SPECIFICATION	224	VENDOR ITEM AND SUPPLIER APPROVED IN GLAPS AND CUSTOMER ASL
73	DRILLING EDGE DISTANCES ACCORDING TO SPECIFICATION	230	FLATNESS
74	DISTANCES FROM DRILLING (PITCH) ACCORDING TO SPECIFICATION	231	LOCAL FLATNESS ACCORDING TO SPECIFICATION
75	DRILLING NOT DONE OR INAPPROPRIATE	232	OVERALL FLATNESS ACCORDING TO SPECIFICATION
76	COUNTERSINKING DEPTH ACCORDING TO SPECIFICATION	240	ADHESIVE JOINTS
77	DRILL SQUARENESS ACCORDING TO SPECIFICATION	241	ABSENCE OF TOTAL OR PARTIAL NOT GLUED AREAS
78	DEBURRING ACCORDING TO SPECIFICATION	242	USE OF ADHESIVE ACCORDING TO SPECIFICATION
79	CONCENTRICITY OF DRILLING ACCORDING TO SPECIFICATION	243	NO DIRT ON JOINING SURFACES
7A	DRILL FINISHING ACCORDING TO SPECIFICATION (SURFACE ROUGHNESS)	244	NO PORES, CRACKS OR COLORATION IN THE JOINT
7B	MACHINED DIMENSIONS ACCORDING TO SPECIFICATION	245	PROPER AMOUNT OF ADHESIVE
80	FOE/DEBRIS	250	MATERIALS AND TREATMENTS ACCORDING TO SPECIFICATION
81	ABSENCE OF FOE/DEBRIS (NOT INSERTED)	251	MATERIAL, DIMENTION, NUMBER AND GEOMETRY OF MOLDING LAYERS ACCORDING TO SPECIFICATION
82	ABSENCE OF FOE INSERTED IN COMPOSITE MATERIAL	252	MATERIALS WITHIN LIFETIME
85	ABSENCE OF FOE INSERTED IN PARTS JOINING	253	HEAT TREATMENTS ACCORDING TO SPECIFICATION
90	CONDUCTIVITY	254	SURFACE TREATMENTS ACCORDING TO SPECIFICATION
91	CONDUCTIVITY ACCORDING TO SPECIFICATION BETWEEN TWO POINTS	255	THICKNESS ACCORDING TO SPECIFICATION (GENERAL AND CLAD)
92	POSITIONING AND SHAPE OF BONDING ACCORDING TO SPECIFICATION	256	ALLOY AND INITIAL TREATMENT OF MATERIAL ACCORDING TO SPECIFICATION
93	BONDING ACCORDING TO SPECIFICATION	257	CURING CYCLE ACCORDING TO SPECIFICATION
94	BONDING CLEAN	258	GRAIN DIRECTION ACCORDING TO SPECIFICATION
100	SEALING	260	KITS
101	INTERFACE SEALANT THICKNESS ACCORDING TO SPECIFICATION	261	KITS WITHOUT MISSING PARTS
102	AERODYNAMIC SEALANT HEIGHT ACCORDING TO SPECIFICATION	262	KITS WITHOUT EXCESS PARTS
103	VISUAL APPEARANCE (ABSENCE OF PORES, UNIFORMITY, WITHOUT CONTAMINATION, PROPER EXTRUDED)	263	KITS WITHOUT WRONG PARTS
104	TYPE OF SEALANT ACCORDING TO SPECIFICATION	264	SALES ORDER/PREPARATION ACCORDING TO CUSTOMER PURCHASE ORDER
105	POSITION OF SKYFLEX ACCORDING TO SPECIFICATION OR SKYFLEX WITHOUT DAMAGES	270	FORMED SHEET GEOMETRY
106	PRESENCE/ABSENCE OF SEALANT WHERE IT IS REQUIRED ACCORDING TO SPECIFICATION	271	GEOMETRY OF FORMAT AND SHAPE ACCORDING TO SPECIFICATION
107	APPLICATION OF THE PROMOTER ACCORDING TO SPECIFICATION	272	FOLDING RADII ACCORDING TO SPECIFICATION
108	SEALANT BUTT/CORD ACCORDING TO SPECIFICATION	273	FOLDING ANGLES ACCORDING TO SPECIFICATION
109	SEALANT BED ACCORDING TO SPECIFICATION	274	FLAPS WIDTH ACCORDING TO SPECIFICATION
10A	HARDNESS IN PROCESS CONTROL SAMPLE ACCORDING TO SPECIFICATION	275	VOLUME OF PART ACCORDING TO SPECIFICATION
110	MARKS AND FINISHING	276	EDGE MACHINING ACCORDING TO SPECIFICATION
111	ABSENCE OF MARKS	280	MACHINED GEOMETRY
112	FINISHING ACCORDING TO SPECIFICATION (ROUGHNESS, WRINKLES, COLORING, BANDS, GLOSS, CORRECT CUTTING EDGE ETC)	281	FINAL GEOMETRY AND VOLUMES ACCORDING TO SPECIFICATION
113	ABSENCE OF SPLINTERED DRILLINGS IN COMPOSITE MATERIAL	282	THREADED ACCORDING TO SPECIFICATION
114	FINISHING OF REPAIRS ACCORDING TO SPECIFICATION	283	MISMATCH AND ROUGHNESS ACCORDING TO SPECIFICATION
115	JUMPER IN GOOD CONDITION	284	NO LACK OF MATERIAL
116	CABLES OR TUBES WITHOUT DAMAGE	285	REWORK AND EDGES CHANFERING ACCORDING TO SPECIFICATION
117	ABSENCE OF DAMAGES TO EQUIPMENT	286	NO BURS IN MACHINED AREAS
118	ABSENCE OF DIRT AND CORROSION	290	CON FORMED COMPOSITE GEOMETRY
119	ABSENCE OF CRACKS (METALLIC)	291	SURFACE GEOMETRY ACCORDING TO SPECIFICATION
11A	OTHER FINISHING DEFECTS	292	FINAL THICKNESSES ACCORDING TO SPECIFICATION
120	RIVETING/BOLTING CHARACTERISTICS	293	CONTOUR (SHAPED) ACCORDING TO SPECIFICATION
121	COLLAR/NUT WELL INSTALLED AND WELL SEATED	294	CORE GEOMETRY ACCORDING TO SPECIFICATION
122	COUNTERHEAD WELL INSTALLED AND WELL SEATED	295	NO RETREAT OF CORE
123	FACING ACCORDING TO SPECIFICATION	296	NO TELEGRAPHING
124	NOT MISSING RIVETS/BOLTS	297	ABSENCE OF DEPRESSIONS
125	NOT IMPROPER RIVETS/BOLTS	298	CORE ACCORDING TO SPECIFICATION
126	RIVET/BOLT SIZE ACCORDING TO SPECIFICATION	300	LIQUID/SOLID SHIM. PREPARATION OF JOINTS
127	ABSENCE OF CIRCUMFERENTIAL GAP	301	SHIM THICKNESS ACCORDING TO SPECIFICATION
128	TORQUE ACCORDING TO SPECIFICATION	302	PRESENCE OF SHIM WHERE REQUIRED
129	WAX SEALED BOLTS ACCORDING TO SPECIFICATION	303	SHIM CONTOUR ACCORDING TO SPECIFICATION
12A	RIVETING DIRECTION ACCORDING TO SPECIFICATION	304	SHIM HARDNESS (SPECIMEN AND PRODUCT) BEFORE FINAL TIGHTENING ACCORDING TO SPECIFICATION
12B	ABSENCE OF MARKS ON HEADS AND COUNTERHEADS	310	INSTALLATION OF BUSHINGS, HELICOIL AND BALL JOINTS
12C	RIVET/BOLT HEIGHT ACCORDING TO SPECIFICATION	311	TIGHTENING INTERFERENCE ACCORDING TO SPECIFICATION (OUTER BUSHING DIAMETER MINUS INNER DIAMETER OF THE HOUSING)
130	PAINTING CHARACTERISTICS	312	BUSHING SECURELY FIXED (WELL SEATED)
131	PAINT THICKNESS ACCORDING TO SPECIFICATION	313	BUSHING INCLINATION ACCORDING TO SPECIFICATION
132	PAINTING ADHERENCE ACCORDING TO SPECIFICATION	314	ABSENCE OF MARKS INSIDE BUSHING
133	MEASURABLE VISUAL CHARACTERISTICS ACCORDING TO SPECIFICATION (GLOSS, COLOR, ORANGE PEEL, ROUGHNESS...)	315	INNER FINAL DIAMETER ACCORDING TO SPECIFICATION
134	ABSENCE OF PAINT IN AREAS WHICH SHOULD NOT BE PAINTED (BONDING, ETC)	316	HELICOIL ASSEMBLY (NO DAMAGES IN THREAD) ACCORDING TO SPECIFICATION
135	PAINT ACCORDING TO SPECIFICATION	317	BALL JOINT INSTALLATION (NO DAMAGES) ACCORDING TO SPECIFICATION
136	NON-MEASURABLE VISUAL CHARACTERISTICS (DETACHMENT, BOILS, BUBBLES...) ACCORDING TO SPECIFICATION	318	BALL JOINT WORKS WELL
137	ABSENCE OF AREAS WITHOUT PAINT WHICH SHOULD BE PAINTED	900	OTHERS (SPECIFY AND EXTEND 901, 902, etc AS NEEDED)
138	APPLICATION OF DINITROL ACCORDING TO SPECIFICATION		
139	ABSENCE OF PAINT SPRINKLES ON OTHER PARTS		
NOTE.- SPECIFICATION IN THIOS ANNEX REFERS TO PLANE <u>PRODUCT TOLERANCES</u>			

## II. RDS 2023

GPA 2023		
TIPO	CANTIDAD	
ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACIÓN, BUENA DISTRIBUCIÓN	103	65
AUSENCIA DE ZONAS SIN PINTAR CUANDO DEBEN IR PINTADAS	137	29
MARCAS/RAYONES	110	27
REBAMBADO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	79	21
DIÁMETRO TALADRO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	72	9
AUSENCIA DE GAP CIRCUNFERENCIAL	107	9
PRESENCIA/AUSENCIA DE SELLANTE DONDE CORRESPONDA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	108	7
HOLGURAS E INTERFERENCIAS	90	9
ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACIÓN, BUENA DISTRIBUCIÓN	104	4
CONTRACABEZA BIEN INSTALADA Y AJUSTADOS	122	4
AUSENCIA DE PINTURA EN ZONAS QUE NO DEBEN DE IR PINTADAS (BONDING, ETC)	134	4
AUSENCIA DE MARCAS EN CABEZAS Y CONTRACABEZAS	109	9
GAPS Y STOPS ENTRE ELEMENTOS	101	9
FOGUECIEDAD	90	9
METALIZACIONES REALIZADAS SEGÚN ESPECIFICACIÓN	94	9
BOTÓN / CORDÓN DE SELLANTE SEGÚN ESPECIFICACIÓN	108	2
AUSENCIA DE MARCAS	111	2
ACABADO DE LAS REPARACIONES SEGÚN ESPECIFICACIÓN	114	2
ALTURA DE REPACHES/TORNILLO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	120	2
MEDICIONES FUERA DE TOLERANCIA	108	2
AUSENCIA DE HOLGURAS ESTRUCTURALES	90	2
AUSENCIA DE DEFORMACIONES U ONDULACIONES	93	2
PRESENCIA/AUSENCIA DE SELLANTE DONDE CORRESPONDA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	107	1
POSICIONAMIENTO CORRECTO DE PIEZAS	109	1
ACABADO (BRUSQUEZAS, ABRIGAS, COLORACIÓN, BANDAS, BRILLO, ETC) SEGÚN ESPECIFICACIÓN	112	1

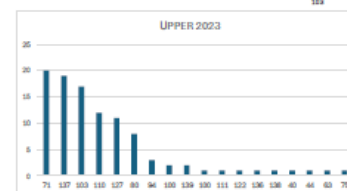
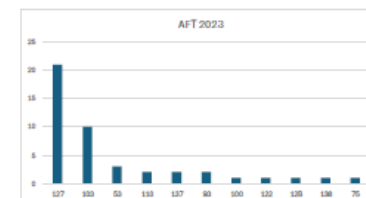
TUNNEL 2023		
TIPO	CANTIDAD	
ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACIÓN, BUENA DISTRIBUCIÓN	103	83
MARCAS/RAYONES	110	49
AUSENCIA DE ZONAS SIN PINTAR CUANDO DEBEN IR PINTADAS	137	29
DOCUMENTACIÓN SEGÚN ESPECIFICACIÓN Y APROBADA (CERTIFICADOS, ALIBANES, FACTURAL, TEST REPORT, AIS, AIS 200)	44	22
PRESENCIA/AUSENCIA DE SELLANTE DONDE CORRESPONDA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	108	10
REBAMBADO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	79	11
CONTRACABEZA BIEN INSTALADA Y AJUSTADOS	122	9
AUSENCIA DE MARCAS EN CABEZAS Y CONTRACABEZAS	109	6
FOGUECIEDAD	90	6
AUSENCIA DE MARCAS	111	5
PINTURA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	135	5
ALTURA DE REPACHES/TORNILLO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	120	4
DIÁMETRO TALADRO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	72	4
AUSENCIA DE FOGUECIEDAD NO INSERTO	91	4
BOTÓN / CORDÓN DE SELLANTE SEGÚN ESPECIFICACIÓN	108	2
CARACTERÍSTICAS VISUALES MEDIBLES (BRILLO, COLOR, PUL. DE NARANJA, ...) SEGÚN ESPECIFICACIÓN	133	2
IDENTIFICACIÓN SERIALIZACION DOCUMENTACIÓN	40	2
TALADRO NO REALIZADO O NO DEBIDO	75	2
ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACIÓN, BUENA DISTRIBUCIÓN	108	1
PRESENCIA/AUSENCIA DE SELLANTE DONDE CORRESPONDA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	108	1
CARACTERÍSTICAS DEL REPACHES/TORNILLO	120	1
ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACIÓN, BUENA DISTRIBUCIÓN	127	1
ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACIÓN, BUENA DISTRIBUCIÓN	129	1
CARACTERÍSTICAS DE PINTURA	130	1
AUSENCIA DE ZONAS SIN PINTAR CUANDO DEBEN IR PINTADAS	139	1

FPA 2023		
TIPO	CANTIDAD	
ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACIÓN, BUENA DISTRIBUCIÓN	103	113
DIÁMETRO TALADRO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	72	92
AUSENCIA DE ZONAS SIN PINTAR CUANDO DEBEN IR PINTADAS	137	43
MARCAS/RAYONES	110	98
AUSENCIA DE GAP CIRCUNFERENCIAL	107	15
PRESENCIA/AUSENCIA DE SELLANTE DONDE CORRESPONDA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	108	12
ALTURA DE REPACHES/TORNILLO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	120	10
AUSENCIA DE HARDWARE	90	9
REBAMBADO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	79	9
DOCUMENTACIÓN SEGÚN ESPECIFICACIÓN Y APROBADA (CERTIFICADOS, ALIBANES, FACTURAL, TEST REPORT, AIS, AIS 200)	44	7
MARCAS Y ACABADO	110	5
AUSENCIA DE ESPOLVOREADOS DE PINTURA EN OTRAS PIEZAS	109	5
AUSENCIA DE HOLGURAS ESTRUCTURALES	90	5
FOGUECIEDAD	90	5
ALTURA SELLANTE ATRÁS DE NARANJO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	102	4
ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACIÓN, BUENA DISTRIBUCIÓN	104	4
CARACTERÍSTICAS VISUALES NO MEDIBLES (DISQUELIGUES, HERNIDOS, BURBUJAS, ...) SEGÚN ESPECIFICACIÓN	136	4
IDENTIFICACIÓN SERIALIZACION DOCUMENTACIÓN	40	4
METALIZACIONES LUMINOSAS	94	4
AUSENCIA DE MARCAS	111	3
ACABADO DE LAS REPARACIONES SEGÚN ESPECIFICACIÓN	114	2
REPACHES/TORNILLOS NO FALTANTES	124	2
CARACTERÍSTICAS DE PINTURA	130	2
EXCESO DE ADHESIVO	916	2
AUSENCIA DE DEFORMACIONES U ONDULACIONES	93	2

UPPER 2023		
TIPO	CANTIDAD	
POSICIÓN TALADRO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	75	20
AUSENCIA DE ZONAS SIN PINTAR CUANDO DEBEN IR PINTADAS	137	19
ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACIÓN, BUENA DISTRIBUCIÓN	109	17
MARCAS/RAYONES	110	12
AUSENCIA DE GAP CIRCUNFERENCIAL	107	11
FOGUECIEDAD	90	9
METALIZACIONES LUMINOSAS	94	9
MULTIPLATES/GRUPOS SIN MOVIMIENTO	100	3
AUSENCIA DE ESPOLVOREADOS DE PINTURA EN OTRAS PIEZAS	109	2
MULTIPLATES/GRUPOS SIN MOVIMIENTO	100	1
AUSENCIA DE MARCAS	111	1
CONTRACABEZA BIEN INSTALADA Y AJUSTADOS	122	1
CARACTERÍSTICAS VISUALES NO MEDIBLES (DISQUELIGUES, HERNIDOS, BURBUJAS, ...) SEGÚN ESPECIFICACIÓN	136	1
MEDICIONES FUERA DE TOLERANCIA	108	1
IDENTIFICACIÓN SERIALIZACION DOCUMENTACIÓN	40	1
DOCUMENTACIÓN SEGÚN ESPECIFICACIÓN Y APROBADA (CERTIFICADOS, ALIBANES, FACTURAL, TEST REPORT, AIS, AIS 200)	44	1
AUSENCIA DE DEFORMACIONES U ONDULACIONES	93	1
TALADRO NO REALIZADO O NO DEBIDO	75	1

AFT 2023		
TIPO	CANTIDAD	
AUSENCIA DE GAP CIRCUNFERENCIAL	127	21
ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACIÓN, BUENA DISTRIBUCIÓN	109	10
TIPO DE HARDWARE SEGÚN ESPECIFICACIÓN (REPACHES, TORNILLO, NUT PLATE, ROTULA, ETC) en buenas condiciones	93	9
MARCAS/RAYONES	110	9
AUSENCIA DE ZONAS SIN PINTAR CUANDO DEBEN IR PINTADAS	137	9
METALIZACIONES REALIZADAS SEGÚN ESPECIFICACIÓN	94	9
NUT PLATES/GRUPOS SIN MOVIMIENTO	100	1
CONTRACABEZA BIEN INSTALADA Y AJUSTADOS	122	1
AUSENCIA DE MARCAS EN CABEZAS Y CONTRACABEZAS	109	1
MEDICIONES FUERA DE TOLERANCIA	108	1
TALADRO NO REALIZADO O NO DEBIDO	75	1

45



1028

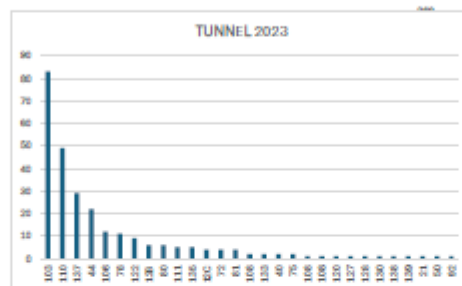


CARACTERÍSTICAS DEL REMACHE O TORNILLO	130	1
PINTURA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	135	1
GAPS ENTRE PANEL Y TAPA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	23	1
GAP EN INTERASE SEGÚN ESPECIFICACIÓN	25	1
AUSENCIA DE INTERFERENCIAS ESTRUCTURALES	31	1
EXCESO DE ADHESIVO	308	1
MOVING CON MOVIMIENTO	308	1
IDENTIFICACIÓN, REALIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN	40	1
POSICIONADOS DE ELEMENTOS	50	1
TIPO DE PIZA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	52	1
TIPO DE HARDWARE SEGÚN ESPECIFICACIÓN (REMACHE, TORNILLO, NUT PLATE, ROTULA, ETC)	53	1
DISTANCIA DE PAGO DE TALADROS SEGÚN ESPECIFICACIÓN	74	1
TALADRO NO REALIZADO O INDEBIDO	75	1
PROFUNDIDAD DEL ANELANADO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	76	1
PERPENDICULARIDAD DEL TALADRO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	77	1

226

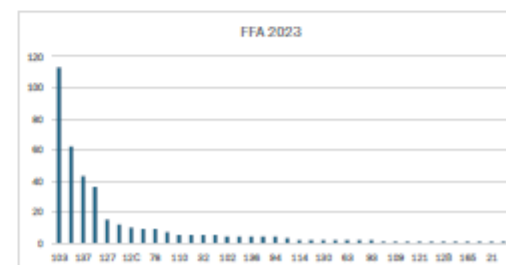


AUSENCIA DE ESPOLVOREADOS DE PINTURA EN OTRAS PIZAS	139	1
GAPS ENTRE PANELES SEGÚN ESPECIFICACIÓN	21	1
POSICIONADOS DE ELEMENTOS	50	1
METALIZACIONES EN POSICIÓN Y FORMA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	92	1



PERPENDICULARIDAD DEL TALADRO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	77	2
METALIZACIONES REALIZADAS SEGÚN ESPECIFICACIÓN	92	2
ASPECTO VISUAL (AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACIÓN, SIN ESTRECHOS)	108	1
POSICIONAMIENTO CORRECTO DE PIEZAS	109	1
DUREZA EN PRUEBA DE CONTROL DE PROCESO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	109	1
COLLAR/PIERCA BIEN INSTALADOS Y AGENTADOS	121	1
CONTRACABEZA BIEN INSTALADA Y AGENTADOS	122	1
AUSENCIA DE MARCAS EN CABEZAS Y CONTRACABEZAS	123	1
AUSENCIA DE ZONAS SIN PINTAR CUANDO DEBE IR PINTADAS	139	1
RESINA FUERA DE ESPECIFICACIÓN (JANADA MAL APLICADA)	165	1
GAPS Y STEPS ENTRE ELEMENTOS	20	1
GAPS ENTRE PANELES SEGÚN ESPECIFICACIÓN	21	1
TIPO DE PIZA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	52	1

284



### III. PCA-00-053 AMFE

[https://drive.google.com/file/d/1AVYHFWvmv78vhL\\_hHQPBOa87gy08Fa-1/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1AVYHFWvmv78vhL_hHQPBOa87gy08Fa-1/view?usp=drive_link)



<b>Título / Title:</b> <b>ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y SUS EFECTOS (AMFE) / MODAL ANALYSIS OF FAULTS AND THEIR EFFECTS (FMEA)</b>				<b>Código / Code</b> <b>PCA-00-053</b> Ed.2 Rev.2
Preparado <i>Written by</i>	Revisado <i>Checked by</i>	Aprobado <i>Approved by</i>		Pág. Pag 1 de 13 e of
<small>LARIO LOPEZ, JONATAN SEGUEL</small> J. M. Lario	<small>DOVAL ALEJO DE ALFONSO, ALEJO DE ALFONSO</small> A. Doval	<small>ASCAÑAL SANTIAGO</small> S. Azcárraga		<b>Nivel 2</b> según PCA-00-001

#### INDICE

1.0	OBJETO
2.0	ALCANCE
3.0	APLICABILIDAD
4.0	DEFINICIONES
5.0	EQUIPO DE TRABAJO, RESPONSABILIDADES
6.0	SISTEMÁTICA
7.0	CRITERIO DE ACTUACIÓN
8.0	PLAN DE ACCIONES
9.0	EVALUACIÓN DE RESULTADOS
10.0	REGISTRO Y CONTROL
11.0	ANEXOS

#### CONTENTS

1.0	OBJECT
2.0	SCOPE
3.0	APPLICABILITY
4.0	DEFINITIONS
5.0	WORK TEAM, RESPONSIBILITIES
6.0	SYSTEM
7.0	ACTION CRITERIA
8.0	ACTION PLAN
9.0	RESULT EVALUATION
10.0	RECORD AND CONTROL
11.0	ANNEXES

2	29/09/20	Análisis de las 7 M's / 7 M's analysis
1	27/05/16	Revisión general / General review
Rev.	Fecha/Date	Descripción / Description

© Aernnova Aerospace - 2020

El contenido del presente documento es propiedad de Aernnova Aerospace y no puede ser reproducido ni copiado, parcial o totalmente sin la expresa autorización escrita de la empresa.

The information contained herein is the property of Aernnova Aerospace and must not be copied or reproduced, totally or partially without the company written authorisation.

#### **IV. Instrucción Técnica actualizada**

##### **FFA**

[https://drive.google.com/file/d/1eUJRwP4vXaVUUj2wxWVcMTfLxN5UeB/CI/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1eUJRwP4vXaVUUj2wxWVcMTfLxN5UeB/CI/view?usp=drive_link)

##### **Tunnel**

<https://drive.google.com/file/d/1eUJRwP4vXaVUUj2wxWVcMTfLxN5UeB/CI/view?usp=>