

Trabajo Fin de Grado

Ingeniería de Organización Industrial

Gestión de costes de calidad: aplicación en el sector aeroespacial.

Autor: Rafael Meléndez Jardi

Tutor: Andrés Monar Gutiérrez

Dpto. Organización Industrial y Gestión de Empresas II
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019



Trabajo Fin de Grado
Ingeniería de Organización Industrial

Gestión de costes de calidad: aplicación en el sector aeroespacial.

Autor:

Rafael Meléndez Jardi

Tutor:

Andrés Monar Gutiérrez

Profesor Asociado

Dpto. Organización Industrial y Gestión de Empresas II
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2019

Proyecto Fin de Carrera: Gestión de costes de calidad: aplicación en el sector aeroespacial.

Autor: Rafael Meléndez Jardi

Tutor: Andrés Monar Gutiérrez

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2019

El secretario del Tribunal

Resumen

El presente proyecto ha sido realizado en la Factoría de Tablada (Sevilla) de Airbus Defence & Space en el ámbito del Departamento de Calidad. El objetivo de este trabajo es la identificación de las no conformidades que se producen en la línea de montaje del avión modelo C-295 y proponer una posible acción correctiva a aquellas que produzcan mayor impacto de no calidad.

Para la realización de este trabajo han sido modificados algunos datos por confidencialidad de la empresa. Estos cambios no suponen alteración en la metodología seguida ya que han sido realizados en número de avión, códigos o números de identificación de piezas. También todos los costes de no calidad han sido multiplicados por un mismo factor.

El resultado de este proyecto ha permitido saber cuáles son las desviaciones que suponen mayor impacto sobre el producto y poder trabajar sobre ellas.

Índice

Resumen

Índice

Índice de Tablas

Índice de Figuras

1	Objeto	1
2	Presentación	2
	2.1. <i>Producto</i>	2
	2.2. <i>PreFAL de Tablada</i>	3
	2.3. <i>Proceso productivo</i>	4
3	Introducción	6
	3.1. <i>Requisitos de 9100 sobre no conformidades y acciones correctivas</i>	6
	3.1.1. <i>Control del producto no conforme</i>	6
	3.1.2. <i>Acción correctiva</i>	6
	3.2. <i>Costes de Calidad</i>	7
4	Desarrollo del TFG	9
	4.1. <i>Presentación del problema</i>	9
	4.2. <i>Programa INTEGRACIÓN</i>	9
	4.3. <i>Repetitividad y situación inicial</i>	10
	4.4. <i>Códigos de defecto</i>	14
	4.5. <i>Códigos de causa</i>	14
	4.6. <i>Costes de no calidad</i>	15
	4.6.1. <i>Visuales de costes de no calidad</i>	16
	4.6.2. <i>Gráfica de costes</i>	21
	4.6.3. <i>Priorización de actuación sobre fallos</i>	21
	4.6.4. <i>Descripción de HNC con mayor IPA</i>	23
	4.6.5. <i>Priorización de acciones correctivas</i>	26
5	Conclusiones	31
	Bibliografía	32
	Anexo	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Identificación de repetitividad

Tabla 2 – Identificación inicial de repetitividad

Tabla 3 – Códigos de defecto

Tabla 4 – Códigos de causa

Tabla 5 – Costes de no calidad Avión 1

Tabla 6 – Costes de no calidad Avión 2

Tabla 7 – Costes de no calidad Avión 3

Tabla 8 – Costes de no calidad Avión 4

Tabla 9 – Índices de Priorización de Actuación

Tabla 10 – Presupuesto Simulación picos de góndola

Tabla 11 – Presupuesto Corrección de plano

Tabla 12 – Índices de Prioridad de Pareto

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1 – Avión modelo C-295
- Figura 2 – Países usuarios del C-295
- Figura 3 – Mapa Tablada
- Figura 4 – Integración del fuselaje
- Figura 5 – Esquema de fases
- Figura 6 – Costes directos de calidad
- Figura 7 – Costes de prevención
- Figura 8 – Costes de evaluación
- Figura 9 – Ejemplo no conformidades diarias
- Figura 10 – Identificación de repetitividad en situación inicial
- Figura 11 – Localización no conformidades Avión 1
- Figura 12 – Localización costes Avión 1
- Figura 13 – Localización no conformidades Avión 2
- Figura 14 – Localización costes Avión 2
- Figura 15 – Localización no conformidades Avión 3
- Figura 16 – Localización costes Avión 3
- Figura 17 – Localización no conformidades Avión 4
- Figura 18 – Localización costes Avión 4
- Figura 19 – Costes por código de causa
- Figura 20 – Esquema de la metodología para las acciones correctivas
- Figura 21 – No conformidad en pico de góndola
- Figura 22 – No conformidad en integración
- Figura 23 – Ejemplo no conformidad de EP
- Figura 24 – Posible solución no conformidad EP
- Figura 25 – Coste montaje pico de góndola
- Figura 26 – Coste proceso de integración

1 OBJETO

Este proyecto consiste en la identificación de las no conformidades repetitivas y las no conformidades de alto coste que se dan en la línea de montaje del avión militar C-295 en la factoría de Airbus Defence & Space de Tablada, Sevilla.

Estas no conformidades se van a identificar sobre los aviones 1, 2, 3 y 4, que eran los aviones que se encontraban en las instalaciones de Airbus cuando realizaba las prácticas curriculares.

- Avión 1

Avión militar básico destinado para ayuda humanitaria. Robusto y sólido con un vuelo excepcional y manteniendo un rendimiento notable en el despegue y en el aterrizaje en pistas de corta distancia sin preparación.

- Avión 2 y 3

Aviones militares que necesitan un mayor número de horas de trabajo que un transporte básico ya que son versiones personalizadas del cliente.

- Avión 4

Versión para patrulla marítima. Este avión está cargado de sistemas de información como ordenadores, radares o sistemas de comunicación. En su proceso de montaje se necesitan un mayor número de operaciones ya que requiere un mayor equipado eléctrico. Se podría decir que se instala una sala informática dentro del avión.

Estos aviones son distintos entre sí, pero hay un gran número de actividades de montaje que son comunes a todos los aviones y por ello se dan no conformidades que se repiten entre ellos.

El objetivo final de este proyecto es saber las desviaciones internas del producto que suponen mayor impacto de no calidad. Vamos a conocer la causa de las no conformidades para que se pueda trabajar sobre ellas y que no vuelvan a producirse en los siguientes aviones reduciendo así los costes de no calidad.

2 PRESENTACIÓN

2.1 Producto

El avión militar modelo C-295 fue diseñado por la compañía española CASA como un avance del modelo CN-235. Es un avión de transporte táctico medio que es capaz de realizar multitud de misiones de manera efectiva: transporte táctico y logístico, lanzamiento de cargas y de paracaidistas, evacuación médica y salvamento marítimo.



Figura 1 - Avión modelo C-295

Características principales

- Longitud: 24,50 metros.
- Envergadura: 25,81 metros.
- Altura: 8,70 metros.
- Carga útil: 9250 kg.
- Velocidad máxima.: 480 km/h.
- Dimensiones bodega de carga: 12,69 x 1,90 x 2,70 m.
- Capacidad de combustible: 7500 litros.

Gracias a las dimensiones de la bodega de carga puede llegar a transportar hasta 71 soldados o 24 camillas para evacuación de heridos junto con 5-7 asistentes médicos. Puede ser también utilizado para transporte de vehículos con capacidad para tres, tipo Land Rover, o para transporte de 3 motores de avión de combate.

Está preparado para volar en terrenos con poco espacio de maniobra y en todos los climas extremos, desde ambientes desérticos hasta ambientes marítimos, desde temperaturas extremadamente cálidas hasta temperaturas extremadamente frías.

Cuenta con dos motores turbohélices que pueden acumular 10.000 horas de vuelo sin tener que pasar por taller y además tiene un bajo consumo de combustible.

A continuación, se muestran los países que han adquirido el modelo C295, entre ellos se encuentra España, Brasil, Canadá, Emiratos Árabes Unidos, Polonia, México, Egipto...

- Azul: Países que han adquirido versión de transporte militar.
- Verde: Países que han adquirido versión de patrulla marítima.
- Rosa: Países que han adquirido ambas versiones.

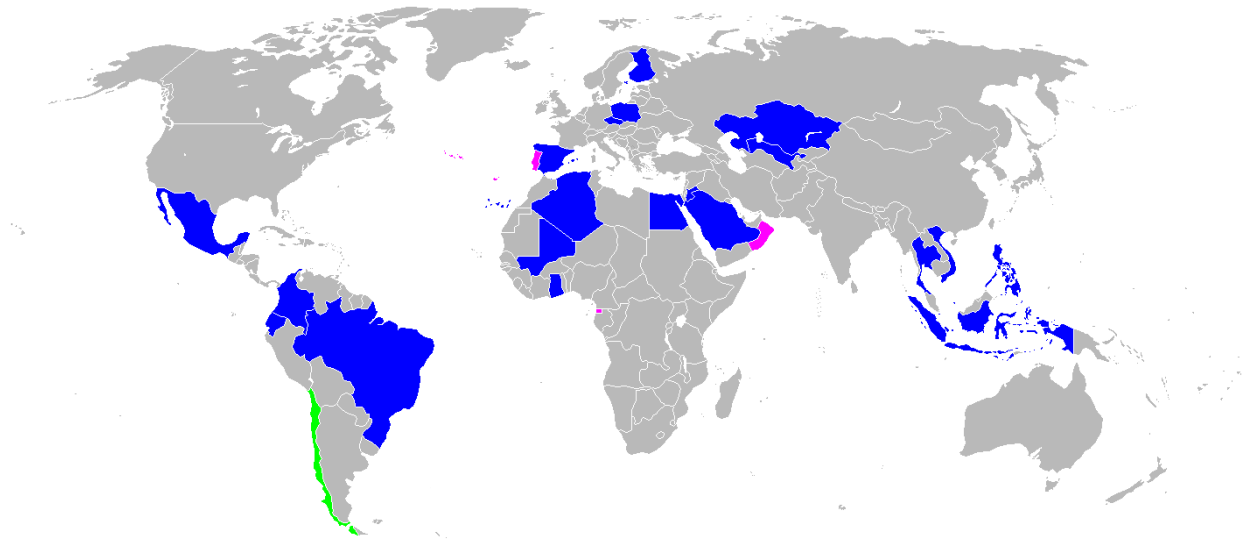


Figura 2 - Países usuarios del C-295

2.2 PreFAL de Tablada

La PreFal (FAL – Final Assembly Line) de Tablada es de las más antiguas del Grupo Airbus que data de 1942. Es una de las dos grandes plantas que Airbus tiene ubicadas en Sevilla donde emplea alrededor de mil trabajadores.

Durante los últimos años ha estado involucrada en una importante transformación industrial y tecnológica dirigida al desarrollo de línea móvil y de montaje. Ha pasado de ser una planta que se dedicaba a la fabricación de piezas a ser una planta que se ha constituido en una PreFAL y lo que hace es entregar componentes de alto valor añadido a su línea de montaje final. Esto supone una disminución de costes y de tiempos de producción.

Las instalaciones de Tablada están divididas por naves. El proceso de integración de fuselaje de aviones C-295 se realiza concretamente en la nave E.



Figura 3 – Mapa Tablada

Las tareas generales que se realizan en la PreFAL de Tablada antes de la entrega del fuselaje a la FAL de San Pablo se desglosan en las siguientes etapas:

- Recepción de todos los componentes principales del avión como son la proa, el fuselaje central, el fuselaje posterior, tren principal y tren auxiliar. Estos componentes pasan por un proceso de aceptación vía Operational Gates¹.
- Preparación de los materiales necesarios para poder realizar el proceso productivo (piezas, elementales, mazos eléctricos, sellantes, pinturas, etc.).
- Realización del proceso de integración y equipado de los componentes principales. Estos procesos se describirán más detalladamente en el siguiente apartado “Proceso productivo”.
- Verificación de la conformidad del producto y entrega a la FAL.

La aceptación de este proceso de integración se garantiza mediante Operational Gates. Hay unos criterios mínimos acordados entre FAL y PreFAL y hay indicadores que son revisados anualmente como: horas de trabajos pendientes, número de no conformidades sin cerrar, no conformidades de atención al siguiente montaje, número de concesiones en proceso de firma, emisión del certificado de conformidad e informe de control, entrega en fecha.

2.3 Proceso productivo

El proceso se realiza en la línea móvil LTA (Light Transport Aircraft) que está diseñada y preparada para la integración de fuselaje de este modelo de avión. Esta línea móvil puede absorber una carga máxima de 30 aviones anuales.

El personal que se dedica expresamente a esta línea de montaje se organiza en equipos multifuncionales que cuentan principalmente con las siguientes funciones:

- Producción: responsable directo de la obra en curso que coordina la utilización de recursos.
- Control de producción: Planifica la producción, gestiona las órdenes de trabajo y las traslada al taller para su realización.
- Lean Manufacturing: responsable de la implantación de la filosofía Lean.
- Ingeniería de fabricación: Gestiona las órdenes de trabajo y establece los términos y métodos en los que realizar los procesos.
- Calidad: Garantiza el cumplimiento de los estándares de calidad.
- Logística: Controla el flujo de materiales internos y externos

El número de personas trabajando en la línea depende de la carga total de trabajo. A esta fecha se cuenta con un total de 55 operarios y 5 inspectores, plantillas a doble turno. En su máxima carga el equipo se puede organizar en triple turno.

El proceso de integración del fuselaje se divide en fases:

- Fase 0: Equipado mecánico y eléctrico de proa

En la parte mecánica se encargan de instalar los tubos de pilot que miden la velocidad de vuelo del avión, los frenos, el aire acondicionado de proa, los tableros eléctricos y los mandos de vuelo. En la parte eléctrica se realiza la instalación eléctrica y aviónica de mazos.

- Fase 1: Integración del fuselaje en una estación fija

En esta fase se realiza la unión de la proa y el fuselaje posterior con el fuselaje central. También se montan los raíles en el fuselaje.

¹ Proceso de aceptación de un producto según los indicadores acordados entre el proveedor y el cliente.

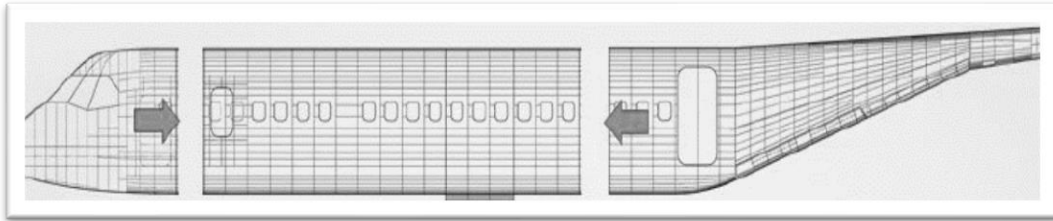


Figura 4 - Integración del fuselaje

- Fase 2: Equipado mecánico

En esta fase se montan los picos de las góndolas, los soportes de las canalinas y el techo. Además, se instalan las antenas y los controles de vuelo.

- Fase 3: Equipado mecánico y eléctrico

De la parte mecánica se montan los elementos de freno de emergencia, los engranajes del tren principal de aterrizaje, la estructura de la puerta de emergencia y el montaje de las tapas de las góndolas. De la parte eléctrica se realiza el acondicionamiento eléctrico del fuselaje posterior.

- Fase 4: Integración final

En esta última fase se monta el tren auxiliar con las luces de taxi y sus cubiertas. También se acoplan las ruedas antideslizantes del tren principal y se hace la instalación eléctrica del interior del fuselaje central.

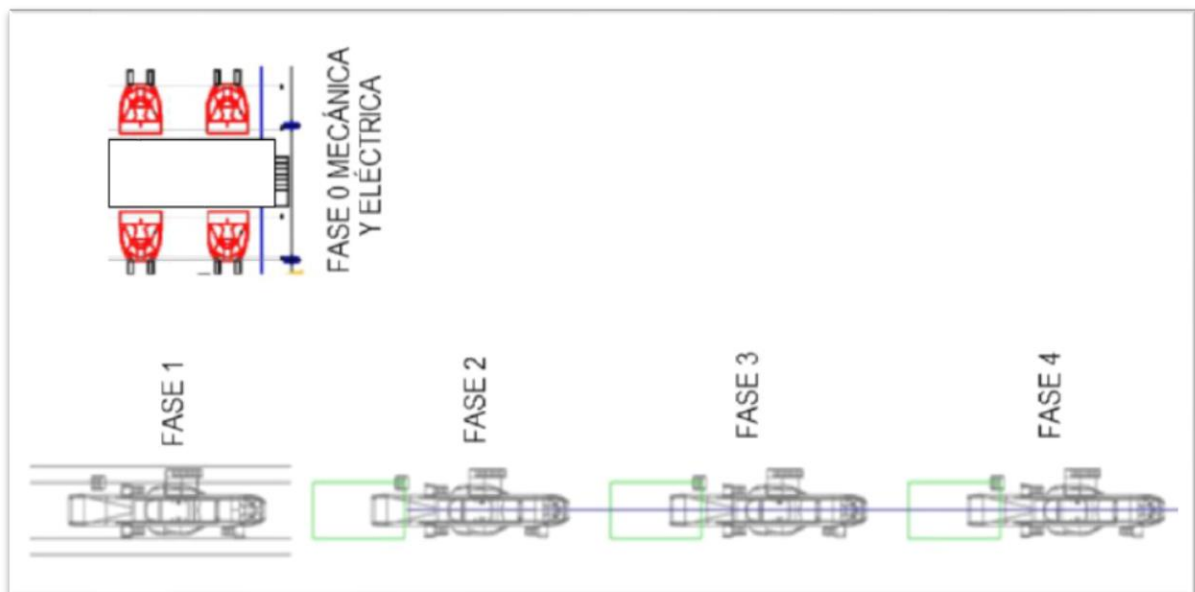


Figura 5 – Esquema de fases

Estas tres últimas fases del proceso se combinan y se realizan en la línea móvil posteriormente a la grada de integración.

3 INTRODUCCIÓN

3.1 Requisitos de 9100 sobre no conformidades y acciones correctivas

3.1.1 Control del producto no conforme

Toda organización debe identificar y controlar todos los productos que no sean conformes con los requisitos establecidos para prevenir su uso. Se deben tratar los productos no conformes mediante alguna de las siguientes maneras:

- Tomando acciones para eliminar la no conformidad que se detecta.
- Autorizando su uso, liberación o aceptación bajo concesión por una autoridad pertinente o por el cliente.
- Tomando acciones para paralizar su uso o aplicación prevista.
- Tomando acciones apropiadas a los efectos reales de la no conformidad cuando se detecta un producto no sea conforme después de su entrega o cuando ya ha tenido uso.
- El proceso de control del producto no conforme debe informar sobre las no conformidades entregadas.
- Tomando acciones necesarias para detener el efecto de la no conformidad en otros procesos.

La organización no debe utilizar disposiciones de utilizar como está o reparar, a menos que haya sido aprobado por el cliente, sino esta no conformidad provocaría desviaciones en el contrato de cumplimiento de requisitos.

Cuando se ha corregido una no conformidad en el producto, a este se le debe realizar una nueva verificación para demostrar su cumplimiento con los requisitos.

Se debe registrar la naturaleza de las desviaciones y las acciones tomadas posteriormente, incluyendo las concesiones que se hayan obtenido.

3.1.2 Acción correctiva

La organización debe actuar sobre las causas de las no conformidades para eliminarlas con el objetivo de que no vuelvan a producirse. Las acciones correctivas que se tomen deben ser acordes a los efectos de la no conformidad encontrada.

Se debe establecer un procedimiento documentado para establecer los requisitos para:

- Revisar las no conformidades.
- Determinar las causas de las no conformidades.
- Valorar la necesidad de tomar acciones para asegurarse de que no vuelva a ocurrir la desviación.
- Determinar e implementar las acciones necesarias.
- Registrar los resultados de las acciones adoptadas.
- Revisar la eficacia de las acciones correctivas adoptadas.
- Derivar los requisitos de la acción correctiva a un proveedor cuando este sea el responsable de la desviación.
- Tomar acciones específicas cuando no se hayan conseguido las acciones correctivas en plazo y/o de forma eficaz.
- Determinar si existen productos no conformes adicionales basados en las causas de las no conformidades y tomar acciones adicionales cuando se requiera.

3.2 Costes de Calidad

Los costes directos de calidad se dividen en dos grandes grupos: costes de inversión en calidad y costes de mala calidad. Los costes de inversión aumentan con el nivel de conformidad y los costes de mala calidad disminuyen con los de inversión.



Figura 6 - Costes directos de calidad *

Dentro de los costes de inversión se consideran:

- Costes de prevención: generados por las actividades que se realizan para reducir o evitar errores en todos los procesos (diseño, compras, fabricación, mantenimiento, seguridad, etc.). Un aumento de la inversión en prevención debe provocar la desaparición de las causas de los errores, si esta inversión es efectiva, y los errores no podrán volver a presentarse más. Por lo tanto, con este aumento, disminuirá el número de errores y los costes por fallos externos e internos.

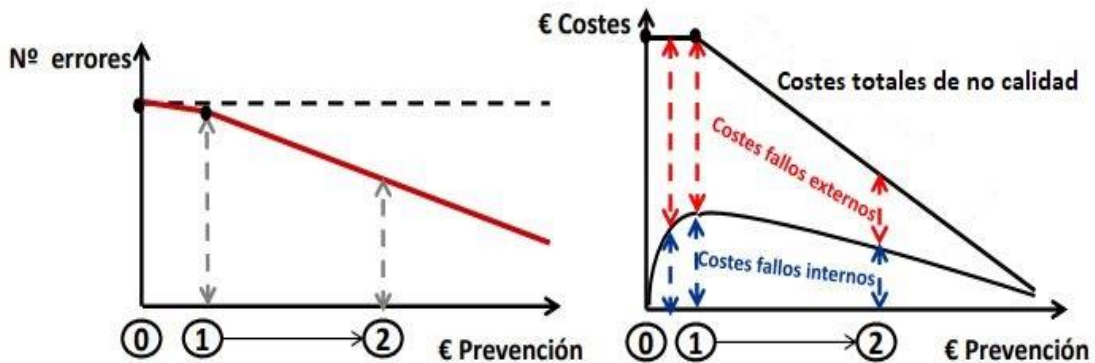


Figura 7 – Costes de prevención *

Como se puede observar en la gráfica, a mayor inversión en prevención, menores costes de mala calidad.

- Costes de evaluación: relacionados con la medición y evaluación para asegurar que se adaptan a las normas de calidad y cumplen los requisitos de los materiales comprados, servicios subcontratados, productos fabricados o servicios prestados. Un aumento de la inversión en evaluación no implica la reducción del número de errores al no eliminar las causas de estos. Los costes por fallos externos pueden disminuir al detectarse mayor cantidad de producto defectuoso antes de la entrega, incrementado por tanto los costes por fallos internos.

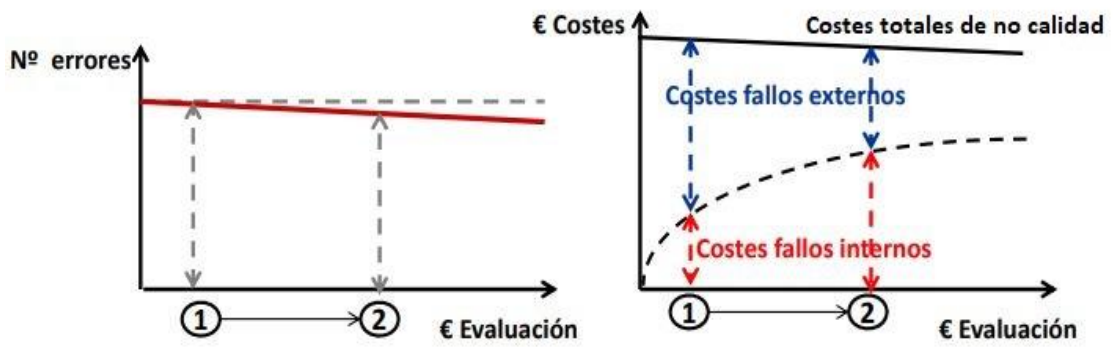


Figura 8 – Costes de evaluación *

En los costes de mala calidad se tienen en cuenta:

- Costes por fallos internos: originados desde el momento que se detecta que un producto o servicio no se adapta a los requisitos, y todavía no se ha entregado al cliente.
- Costes por fallos externos: ocasionados por fallos detectados una vez el producto o servicio ha sido entregado al cliente. Error que pone en peligro la imagen de la empresa y clientes, originando reclamaciones de clientes.

4 DESARROLLO DEL TFG

4.1 Presentación del problema

Es responsabilidad de los inspectores de Garantía de Calidad o autocontroles registrar las no conformidades de todo material no conforme. Cuando se encuentra un material no conforme con los planos, normas, pruebas funcionales, especificaciones u otra documentación aplicable, se registra la no conformidad informáticamente. Estas no conformidades se pueden identificar de dos maneras: el operario al realizar la operación sabe que se ha producido una desviación y la manifiesta, o el verificador al realizar su trabajo de inspección.

El problema surge a la hora del registro. El departamento de Calidad dedicado a la línea móvil LTA cuenta actualmente con un total de seis verificadores, tres con horario de mañana y otros tres con horario de tarde. La misma inspección de verificación realizada en distintos aviones puede ser realizada por diferentes verificadores, y no todos son conscientes de si esas no conformidades que se detectan se han producido en aviones de versiones anteriores.

Al registrar las no conformidades existen campos para la identificación de la repetitividad (repetitiva o no), código de repetitividad y número de repeticiones. Si se da el caso en el que el verificador conoce la repetitividad de la no conformidad, éste rellenará la HNC (Hoja de No Conformidad) identificándola, en caso contrario, se registraría la HNC sin ella.

De esta manera, se recoge una información sobre la repetitividad que es incompleta y que no refleja la realidad de las no conformidades.

4.2 Programa INTEGRACIÓN

Para el proceso de integración y equipado de C-295, Airbus utiliza el programa INTEGRACIÓN. Es un sistema de gestión de base de datos elaborado con Microsoft Access. Fue elaborado por un informático que actualmente forma parte del departamento de Calidad de la línea móvil LTA.

Con este programa los verificadores realizan las aperturas de las HNCs que van detectando en los aviones. En cada una se pueden encontrar campos como el número de las HNCs, avión en el que se ha producido, descripción del defecto, la causa, la repetitividad, verificador que la ha abierto, fase de la línea, P/N, fecha de apertura y localización.

Diariamente de este programa se sacan las HNCs que se han dado el día anterior, para llevarlas a los paneles SQCDP (Security, Quality, Cost, Delivery, Personal). Estos paneles permiten escalar los problemas a niveles superiores de la organización y realizar un seguimiento diario de todas las HNCs que se van produciendo.

HNCs ESTABLECIDAS EL DIA 12/06/2018

Fase	Aviso	Fecha	Ref.	GRUPO	Denominación	Causa	Ubicacion def	Status	
B	2000237037	12/06/2018	1	8047080	AD	MONTAR SOPORTES ECS C26-C30	URGENCIAS O MODIFICACION DE PLANES DE FA	C26;C27;P27;D	MEAB IR SPOV
Entre C26-C27 y sobre tabique de P27, existe interferencia entre soporte P/N 95-71263-0005 si se montase en su posición documentada, con cierres de remaches MS20470AD4 de fijación de soportes									
B	2000237007	12/06/2018	4	8019528	FS	MONTAJE DE BURBUJA OBSERVACION FR25	NO-CONFORMIDADES EN OPERACIONES ANTERIOR	C26A;C27C; P12;P18;D	MEAB IR SPOV
INSTALADOS SUPLEMENTOS NO DOCUMENTADOS ENTRE CARTELAS P/N 95-25567-0202 * (P12, P/N 95-25544-0201), 95-25567-1102 (P15, P/N 95-25542-0502), 95-25567-0202(P18, P/N 95-25542-0602).									
B	2000237005	12/06/2018	1	8032652	FS	INST. SPTES EQUIP.BODEGA AVIONICA IZDA	NO-CONFORMIDADES EN OPERACIONES ANTERIOR	C8;C9;I	MEAB IR SPOV
IMPOSIBILIDAD DE INSTALAR PERFILES P/N 95-86117-0001 Y P/N 95-86117-0002 CON REMACHES P/N EN8115K2-4, YA QUE DE TALADRAR DICHOS PERFILES COINCIDIRIA CON TUERCAS REMACHABLES INST									

Figura 9 – Ejemplo no conformidades diarias

También se recopila información sobre los IDs (Informe de Discrepancia) que han abierto los trabajadores de Calidad o que le han abierto los proveedores externos. La creación de un ID es llevada a cabo por un Centro Generador cuando éste ha detectado defectos en un material proveniente de otro centro. Este último se convertirá posteriormente en el Centro Receptor del informe.

4.3 Repetitividad y situación inicial

Hemos trabajado en Excel para la búsqueda de las no conformidades repetitivas. Para ello se ha realizado una primera tabla dinámica en función de los datos extraídos del programa INTEGRACIÓN en la que las filas indican el P/N (zona del avión) donde se produce la HNC, las columnas indican el avión, y los valores indican el número de HNCs que existen.

Para los P/N en los que hay HNCs en varios aviones, se ha hecho un estudio de cada HNC para ver si existe repetitividad entre ellas. Este proceso se ha realizado a través de SAP que es un sistema y aplicación informática para el proceso de base de datos como planificación de proceso y recursos ERP (Enterprise Resource Planing), datos de no conformidades, etc.

Tras analizar todos los P/N, se ha realizado la columna de “Rep” que indica si son o no repetitivas. En esta columna nos podemos encontrar con algunos casos en los que se le añade un 2 para saber que en ese P/N existen dos tipos de repetitividad distintos.

La segunda es también una tabla dinámica donde se refleja el número de identificación de repetitividad. Cuando los verificadores registran una nueva HNC y son conscientes de que es repetitiva, les colocan el mismo número de identificación de repetitividad que llevan las anteriores HNCs.

Se ha añadido una nueva columna “Inicio” que se ha rellenado en función de la columna “Rep”. Si en un P/N se ha dado repetitividad debería estar reflejado en esta segunda tabla con el mismo número de identificación. Al existir el problema descrito en el apartado anterior, existen casos que no recogen la repetitividad de las no conformidades. Para ello, hemos identificado en esta columna si se recogía o no a repetitividad. Hay P/N en los que había identificado un solo caso de repetitividad de los dos existentes (SI/NO). En esta columna también nos podemos encontrar con algunos casos en los que se le añade un 2 para saber que en ese P/N existen dos tipos de repetitividad distintos. Hay casillas donde hay varias HNCs y más de una tiene número de identificación de repetitividad.

Número de HNCs		Avión				Rep	Número identificación repetitiva		Avión				Inicio
P/N		1	2	3	4		1	2	3	4			
PN-00100-00-FASE0-VERIF-UK					1								
PN-00100-00-FASE4-VERIF-E0			1										
PN-00120-0001UK1A710NX1					1						25114		
PN-00120-0001UK1A750N01					1								
PN-00120-0001UK1C010F01		1	1			NO		29870					
PN-00120-0001UK1C065F01		1											
PN-00120-0001UK1C080C01		1					26517						
PN-00120-0001UK1C210F01			2	2		SI 2				30159		NO 2	
PN-00120-0001UK1C212F01			1	2		SI				30158		NO	
PN-00120-0001UK1C502N01		1											
PN-00120-0001UK1C508C01		1	1			SI	29632	29632				SI	
PN-00120-0001UK1C510C01				1									
PN-00120-0001UK1C520F01			1					28614					
PN-00120-0001UK1C570C01				1									
PN-00120-0001UK1C591C01		1		1		SI	30029		30029			SI	
PN-00120-0001UK1C600F01		1	1			SI	29635	29635				SI	
PN-00120-0001UK1C601F01				1									
PN-00120-0001UK1C602F01			1										
PN-00120-0001UK1C605F01				1									
PN-00120-0001UK1C790F01			1	1		NO							
PN-00120-0001UK1C812F01		1											
PN-00120-0001UK1C910FX1			1	1		SI						NO	
PN-00120-0001UK1C953C01		1	1	1		SI	29842	29842	29842			SI	
PN-00120-0001UK1D001M01			1										
PN-00120-0001UK1D010F01		1					29870						

PN-00120-0001UK1D140N01	1	1	1		SI	PN-00120-0001UK1D140N01	29748	29748			NO
PN-00120-0001UK1D530F05			1			PN-00120-0001UK1D530F05					
PN-00120-0001UK1E142N01	1	1			SI	PN-00120-0001UK1E142N01	29409	29409			SI
PN-00120-0007UK1B100F01	1					PN-00120-0007UK1B100F01	29583				
PN-00120-0007UK1B110F01				1		PN-00120-0007UK1B110F01					
PN-00120-0007UK1B205F01	1	1	1	1	SI	PN-00120-0007UK1B205F01	29571	29571			NO
PN-00120-0007UK1B250F01				1		PN-00120-0007UK1B250F01				30012	
PN-00120-0007UK1B255F01	1					PN-00120-0007UK1B255F01					
PN-00120-0007UK1B265F01	2	1	1		SI	PN-00120-0007UK1B265F01	29628	29628	29628		SI
PN-00120-0007UK1B405F01	4	1	1	1	SI	PN-00120-0007UK1B405F01	29580			30129	NO
PN-00120-0007UK1B460F01	1		1	1	SI	PN-00120-0007UK1B460F01	29567	29567			NO
PN-00120-0007UK1B625F01			1			PN-00120-0007UK1B625F01					
PN-00120-0007UK1B630F01				1		PN-00120-0007UK1B630F01					
PN-00120-0007UK1B635F01				1		PN-00120-0007UK1B635F01					
PN-00120-0007UK1B640F01			1	1	SI	PN-00120-0007UK1B640F01		29543	29543		SI
PN-00120-0007UK1B650F01			1	1	SI	PN-00120-0007UK1B650F01		29543	29543		SI
PN-00120-0007UK1B805F01	1	1	1		SI	PN-00120-0007UK1B805F01	29596				NO
PN-00120-0007UK1B830F01	1	1	1		SI	PN-00120-0007UK1B830F01	29609		29609		NO
PN-00120-0007UK1B835F01			2			PN-00120-0007UK1B835F01					
PN-00120-0007UK1S057E01	1					PN-00120-0007UK1S057E01	29644				
PN-00120-INSPEC.RECEP.FUS.CENTRAL	1	1			SI	PN-00120-INSPEC.RECEP.FUS.CENTRAL	28882	28882			SI
PN-00145-0001AT02A735N01				1		PN-00145-0001AT02A735N01				29929	
PN-00145-0001AT02B640F01				1		PN-00145-0001AT02B640F01				29543	
PN-00145-0001AT02B650F01				1		PN-00145-0001AT02B650F01				29543	
PN-00145-0001AT02C215F01				1		PN-00145-0001AT02C215F01					
PN-20010-0007AT02B800F01				1		PN-20010-0007AT02B800F01				29596	
PN-20010-0007AT02C506F01				1		PN-20010-0007AT02C506F01					
PN-20010-0007AT02C530F01				1		PN-20010-0007AT02C530F01					
PN-21001-0001UK1A910NX1	1	2	2		SI 2	PN-21001-0001UK1A910NX1	29819	29819			NO 2
PN-21001-0001UK1D841N01			1	1	SI	PN-21001-0001UK1D841N01					NO
PN-21001-0001UK1E827N01	1					PN-21001-0001UK1E827N01	25114				
PN-21001-0001UK1E828N01	1					PN-21001-0001UK1E828N01	29418				
PN-21001-0001UK1E834N05	1					PN-21001-0001UK1E834N05					
PN-21001-0001UK1E999N01	1					PN-21001-0001UK1E999N01	28821				
PN-21001-0003UK1S050N01	1	2	1		SI	PN-21001-0003UK1S050N01	29830	29830	29830		SI
PN-21001-0003UK1S053N01	1	1			SI	PN-21001-0003UK1S053N01	29725	29725			SI
PN-21001-0003UK1S054N01	2	2	1		SI 2	PN-21001-0003UK1S054N01	29663	29663	29620		SI 2
PN-21004-0007AT02E621N01				1		PN-21004-0007AT02E621N01					
PN-21004-0007AT02E998N01				1		PN-21004-0007AT02E998N01					
PN-21004-0007AT02E999N01				1		PN-21004-0007AT02E999N01				30051	
PN-21004-0007AT02S054N01				1		PN-21004-0007AT02S054N01					
PN-21004-0007AT02S055N01				1		PN-21004-0007AT02S055N01					
PN-21004-0007AT02S056N05				2		PN-21004-0007AT02S056N05					
PN-21004-0007AT02S058N01				1		PN-21004-0007AT02S058N01				28852	
PN-21004-0007AT02S059N05				1		PN-21004-0007AT02S059N05					
PN-21004-0007AT02S061N05				1		PN-21004-0007AT02S061N05					
PN-21004-0007AT02S527N03				1		PN-21004-0007AT02S527N03					
PN-21004-0007AT02S532N03				1		PN-21004-0007AT02S532N03					
PN-21004-0007AT02S566N03				1		PN-21004-0007AT02S566N03					
PN-25001-0005AT02C601F01				1		PN-25001-0005AT02C601F01					
PN-25001-0005AT02C602F01				1		PN-25001-0005AT02C602F01					
PN-25001-0005AT02C604F01				3		PN-25001-0005AT02C604F01					
PN-25001-0005AT02K878C01				1		PN-25001-0005AT02K878C01					
PN-25001-0005AT02S100F01				1		PN-25001-0005AT02S100F01					
PN-25001-0005AT02S102F01				1		PN-25001-0005AT02S102F01					
PN-25001-0005AT02S105C01				1		PN-25001-0005AT02S105C01					
PN-25001-0005AT02S108C01				1		PN-25001-0005AT02S108C01					
PN-25001-0005AT02S109F01				1		PN-25001-0005AT02S109F01					
PN-25001-0005AT02S110C01				2		PN-25001-0005AT02S110C01					
PN-25001-0005AT02S111C01				2		PN-25001-0005AT02S111C01					
PN-25001-0005AT02S113C01				2		PN-25001-0005AT02S113C01					
PN-25001-0005AT02S114C01				2		PN-25001-0005AT02S114C01					
PN-25001-0005AT02S115C01				1		PN-25001-0005AT02S115C01					
PN-25001-0005AT02S119C01				1		PN-25001-0005AT02S119C01					
PN-25001-0005AT02S123C01				1		PN-25001-0005AT02S123C01					
PN-25001-0005AT02S124F01				1		PN-25001-0005AT02S124F01					

PN-25001-0005AT02S126C01				1	
PN-25001-0005AT02S128C01				2	
PN-25001-0005AT02S131F01				1	
PN-25001-0005AT02S132F01				1	
PN-25001-0005AT02S135F01				1	
PN-25001-0005AT02S136F01				1	
PN-25001-0005AT02S137F01				2	
PN-25001-0005AT02S138F01				1	
PN-25001-0005AT02S139F01				2	
PN-25001-0005AT02S140F01				1	
PN-25001-0005AT02S553F01				1	
PN-25001-0005AT02S556C01				1	
PN-25001-0005AT02S713C01				1	
PN-25001-0005AT02S727C01				1	
PN-25001-0005AT02S810F01				1	
PN-25001-0005AT02S812F01				1	
PN-25001-0005AT02S813F01				1	
PN-25002-0001DISNSA5527	1	1	1		SI
PN-25002-0001UK1D865C01	1				
PN-25002-0001UK1K807E01	1				
PN-25002-0001UK1K808E01			2		
PN-25002-0001UK1K870C01	1				
PN-25002-0001UK1K878C01	1				
PN-25002-0001UK1K898C01		1			
PN-25002-0003UK1S051C01	2	2	2		SI 2
PN-25002-0003UK1S055C01	1	1	1		SI
PN-25002-0003UK1S101F01	1	1			SI
PN-25002-0003UK1S102F01		1	1		SI
PN-25002-0003UK1S103E01	1	1	1		SI
PN-25002-0003UK1S680F05			1		
PN-25002-0003UK1S713C05	1				
PN-25002-0003UK1S714C05		1			
PN-25002-0003UK1S847C03		1			
PN-25002-0003UK1S849C03	1				
PN-25002-0003UK1S859C03	1				
PN-25002-0003UK1S870C03		1			
PN-25002-0003UK1S877C03		1			
PN-25002-0003UK1S893C03			1		
PN-25906-0001AT02C018F01				1	
PN-25906-0001EA01S001C01		2	1		SI
PN-25906-0001UK1C012F01	1	1			SI
PN-25906-0001UK1C014F01			1	1	SI
PN-25906-0001UK1C020F01		2	1	1	SI
PN-26000-0001AT02S519R01				1	
PN-26001-0001UK1D820R01	1	1	1		SI
PN-26001-0001UK1D821R01		1			
PN-26001-0001UK1S052R01	2				
PN-26001-0001UK1S056R01	1	1			SI
PN-60025-0001UK1D468F01	1				
PN-62107-0027UK1S100N01	1	1	1		SI
PN-64951-0003AT02C010C01				1	
PN-64960-0001AT02S010N01				1	
PN-64961-0001AT02S020R01				1	
PN-66573-00EXCEP				1	
PN-66712-0005AT02B010N05				1	
PN-71207-0001AT02C010C01				1	
PN-71207-0001AT02C020R01				1	
PN-71453-0003AT02S010F01				1	
PN-71453-0003AT02S030F01				1	
PN-71453-0003AT02S040F01				2	
PN-71993-0001AT02S010C01				1	
PN-72180-0001AT02S010N03				1	
PN-72900-0001EA01S001C01		3	1		SI
PN-82326-0001AT02S020R01				1	
PN-82326-00EXCEP				1	
PN-82330-0001AT02C010N01				1	
PN-83355-0001UK1C100NX1	1	1	1		SI
PN-94305-00019I01C010N01	1	2	1		SI

PN-25001-0005AT02S126C01					
PN-25001-0005AT02S128C01					
PN-25001-0005AT02S131F01					
PN-25001-0005AT02S132F01					
PN-25001-0005AT02S135F01					
PN-25001-0005AT02S136F01					29986
PN-25001-0005AT02S137F01					
PN-25001-0005AT02S138F01					
PN-25001-0005AT02S139F01					29987
PN-25001-0005AT02S140F01					
PN-25001-0005AT02S553F01					
PN-25001-0005AT02S556C01					
PN-25001-0005AT02S713C01					
PN-25001-0005AT02S727C01					
PN-25001-0005AT02S810F01					
PN-25001-0005AT02S812F01					
PN-25001-0005AT02S813F01					
PN-25002-0001DISNSA5527	29970	29970			NO
PN-25002-0001UK1D865C01					
PN-25002-0001UK1K807E01					
PN-25002-0001UK1K808E01					
PN-25002-0001UK1K870C01					
PN-25002-0001UK1K878C01	29825				
PN-25002-0001UK1K898C01					
PN-25002-0003UK1S051C01	29996	29996	29996		SI/NO
PN-25002-0003UK1S055C01	29801	29801			NO
PN-25002-0003UK1S101F01	29568	29568			SI
PN-25002-0003UK1S102F01		29805	29805		SI
PN-25002-0003UK1S103E01	29724	29724			NO
PN-25002-0003UK1S680F05					
PN-25002-0003UK1S713C05					
PN-25002-0003UK1S714C05					
PN-25002-0003UK1S847C03					
PN-25002-0003UK1S849C03					
PN-25002-0003UK1S859C03					
PN-25002-0003UK1S870C03					
PN-25002-0003UK1S877C03					
PN-25002-0003UK1S893C03					
PN-25906-0001AT02C018F01					
PN-25906-0001EA01S001C01		30014	30014		SI
PN-25906-0001UK1C012F01	29727	29727			SI
PN-25906-0001UK1C014F01			29942	29942	SI
PN-25906-0001UK1C020F01		29362	29362		NO
PN-26000-0001AT02S519R01					
PN-26001-0001UK1D820R01	29811	29811			NO
PN-26001-0001UK1D821R01					
PN-26001-0001UK1S052R01	29718				
PN-26001-0001UK1S056R01	29582				NO
PN-60025-0001UK1D468F01					
PN-62107-0027UK1S100N01	30043	30043	30043		SI
PN-64951-0003AT02C010C01					
PN-64960-0001AT02S010N01					
PN-64961-0001AT02S020R01					
PN-66573-00EXCEP					
PN-66712-0005AT02B010N05					
PN-71207-0001AT02C010C01					
PN-71207-0001AT02C020R01					
PN-71453-0003AT02S010F01					
PN-71453-0003AT02S030F01					
PN-71453-0003AT02S040F01					
PN-71993-0001AT02S010C01					
PN-72180-0001AT02S010N03					
PN-72900-0001EA01S001C01		29997	29997		SI
PN-82326-0001AT02S020R01					
PN-82326-00EXCEP					
PN-82330-0001AT02C010N01				29981	
PN-83355-0001UK1C100NX1	29913	29913	29913		SI
PN-94305-00019I01C010N01	29627	29627	29627		SI

PN-94420-0001EA01S002R01			1	
PN-94446-0001AT02C010F01				3
PN-94521-0001AT02C010C01				1
PN-96304-00019I13C028R01			1	
PN-96432-00039A59C375F01			1	
PN-96460-00019W09C011C01		1		
PN-96460-00019W09C012R01		1	2	NO
PN-96460-00019W09C020C01		1	1	NO
PN-96460-00019W09C021C01		1		
PN-96460-00019W09C242C01		1		
PN-96460-00019W09-OPC-A04		1	2	SI
PN-96460-00019W09-OPC-A05		1	1	NO
PN-96466-00019A58S001C01		1		
PN-96501-0001EA01S001N01		1	2	SI
PN-INSP-REAACHE				1
PN-K2300-0001UK1S010C01		1		
PN-K4100-00019A49C010E01	1	1		SI

Tabla 1 – Identificación repetitividad

PN-94420-0001EA01S002R01									
PN-94446-0001AT02C010F01								30140	
PN-94521-0001AT02C010C01								29190	
PN-96304-00019I13C028R01									
PN-96432-00039A59C375F01									
PN-96460-00019W09C011C01									
PN-96460-00019W09C012R01									
PN-96460-00019W09C020C01									
PN-96460-00019W09C021C01						29976			
PN-96460-00019W09C242C01									
PN-96460-00019W09-OPC-A04						30137	30137		SI
PN-96460-00019W09-OPC-A05									
PN-96466-00019A58S001C01									
PN-96501-0001EA01S001N01						29850	29850		SI
PN-INSP-REAACHE								30140	
PN-K2300-0001UK1S010C01									
PN-K4100-00019A49C010E01	29796				29796				SI

Tabla 2 – Identificación inicial de repetitividad

En total se han detectado 46 casos distintos de repetitividad después de realizar el estudio de las HNCs una por una.

En la situación de partida:

- 26 casos bien identificados (SI).
- 20 casos mal identificados (NO).



Figura 10 – Identificación de repetitividad en situación inicial

Se puede observar en el gráfico circular la mala situación inicial de repetitividad debido al irregular proceso de identificación.

Para solucionar este problema de identificación de repetitividad, los verificadores deberían diariamente hacer una comparación de las HNCs que se van abriendo con las registradas en la misma zona de avión de versiones anteriores, para poder llevar un control más completo y correcto de las no conformidades repetitivas.

4.4 Códigos de defecto

Todas las no conformidades que se registran llevan asociadas un código de defecto. Se entiende como defecto, al problema que ha originado la apertura de una no conformidad. En la siguiente tabla se recogen los códigos que se han dado en las HNCs de estos aviones.

Código	Descripción del defecto
NCD	No conformidad dimensional
DND	Documentación en estado no definitivo
MA	Golpes, arañazos, abolladuras, daños en protección superficial, etc.
DA	Deformación o alargamiento
RNC	Remachado o remaches no conformes
HFT	Holgura fuera de tolerancia
DFT	Desalineaciones fuera de tolerancia
MI	Montaje indebido de partes o normales
RI	Roces interferencia entre partes
SI	Situación incorrecta entre partes (desplazamientos)
IC	Incorrecta conducción de cables o montaje de mazos
TFT	Taladros, escariados, avellanados fuera de tolerancia o indebidos
TD	Taladros descoordinados (desplazados, distancias al filo críticas, etc.)
MDF	Medidas dimensionales fuera de tolerancia (longitud, anchuras, etc.)

Tabla 3 – Códigos de defecto

4.5 Códigos de causa

También se recoge el motivo que ha provocado el defecto. Generalmente se dan los siguientes tipos de casos.

Tipo de discrepancia	Código	Descripción de la causa
Diseño	EP	Error en plano o diseño
Documentación	DI	Documentación no actualizada o incorrecta
Herramientas	HI	Herramienta en mal estado o incorrecta
Útiles	UNC	Útil no conforme o incorrecto
Procesos	OAI	Operaciones anteriores incorrectas

Proveedor	FS	Fallo responsabilidad del subcontratista
Factor humano	EH	Error humano
Factor humano	FF	Falta de entrenamiento/formación
Proveedor	FE	Falta de existencias (Inutilidades, pérdidas, error de compras, etc.)
Documentación	AD	Actualización obra en curso (Arreglo de documentación, errores)

Tabla 4 – Códigos de causa

4.6 Costes de no calidad

La correcta contabilización de los costes asociados a las desviaciones por no calidad es fundamental para el control de la eficiencia de los procesos productivos y de la rentabilidad de los programas de todos los centros de Airbus Defence & Space, así como para establecer planes de acción que eviten la aparición de las no conformidades que generan las desviaciones y permitan la reducción del coste de no calidad asociado.

El objetivo de este procedimiento es identificar y separar del resto del proceso planificado, las desviaciones originadas en el proceso productivo.

En este procedimiento, se entiende por desviación, cualquier incremento de coste no planificado generado durante la producción por una no conformidad detectada en el elemento, producto o sistema.

Durante el proceso se realizan actuaciones manuales que son órdenes, operaciones o componentes que se introducen manualmente en los sistemas de seguimiento y control de la producción, y que por tanto no se han generado automáticamente por los sistemas de planificación y lanzamiento en vigor.

Las actuaciones manuales se pueden dividir en los siguientes grupos:

1. Las que incorporan valor añadido al producto (operaciones no planificadas que añaden valor)
2. Desviaciones (no aportan valor añadido al producto)
3. Referentes a órdenes de carga
4. Referentes a préstamos y canibalizaciones

En este trabajo nos vamos a centrar en las actuaciones que no añaden valor al producto. Estas desviaciones de fabricación generan un incremento de coste durante la producción o pérdidas que no estaban previstas. Este incremento de coste es considerado de no calidad. Estas desviaciones se clasifican en:

- Inutilidades: desviaciones con deterioro total del producto. Como coste de desviación se tienen en cuenta todos los costes del elemento, mano de obra y materiales utilizados, hasta que se detecta la inutilidad.
- Reparaciones: desviaciones subsanables con deterioro parcial del producto. Su coste contabiliza la mano de obra y los materiales consumidos en la reparación.
- Accidentales: desviaciones sin deterioro del producto. En su coste se considera la mano de obra incurrida y no prevista en el proceso

4.6.1 Visuales de costes de no calidad

En Airbus, los costes de no calidad son la suma de los costes administrativos y los costes de los trabajos ejecutados en el avión. La apertura de una HNC supone un coste administrativo de 600€. Este coste refleja la mano de obra de los departamentos de calidad, ingeniería y producción, y tiempo de uso del sistema.

Se han representado en las siguientes tablas, las no conformidades que han supuesto costes de no calidad en trabajos ejecutados en el avión. Para que una no conformidad se refleje en los costes de no calidad, la ejecución de eliminación de esa no conformidad tiene que suponer un tiempo mayor a la media hora de trabajo.

Además, estos costes se realizan por agrupaciones de incurridos, es decir, la suma de costes de varias operaciones/HNCs se suben al sistema de SAP como si fuera una única operación. Esto tiene la ventaja de ser un proceso más ligero en SAP y en contra que a veces SAP no hace un reparto de los costes de forma proporcional.

Para cada HNC le hemos incorporado los campos de repetitividad, situación de coste y número de repeticiones para luego poder representarlas en los gráficos del avión. El campo de repetitividad se ha rellenado a partir del análisis que se hizo en la primera parte del trabajo. La situación de coste nos indica si el coste de no calidad que se ha asociado a la HNC es superior a 750€.

El gráfico del avión está dividido en cuadernas y larguerillos. Cada HNC indica la cuaderna y el larguerillo donde se ha producido.

- La proa abarca desde la cuaderna 1 hasta la cuaderna 13.
- El central desde la 13 hasta la 24.3.
- El posterior de la 24.3 a la 46.
- El colon desde la 46 hasta la 51.

Por cada avión se van a representar 2 tipos de gráficos:

- Localización de las no conformidades.
- Representación de no conformidades con alto coste.

Para la representación de los costes, el tamaño de las burbujas varía en función de la cantidad del importe. A mayor importe, mayor es el tamaño de la burbuja. Las cantidades de importe se han dividido por colores en 3 rangos de cantidad:

- De 750€ a 1500€ (color verde)
- De 1500€ a 4500€ (color azul)
- Más de 4500€ (color rojo)

4.6.1.1 Avión 1

P/N	N.º HNC	Situación coste	Repetitividad	N.º repeticiones	Importe (€)	Código de causa
PN-00120-0001UK1C502N01	4000226549	NO	NO		56,70	EH
PN-21001-0001UK1E999N01	4000226701	SI	NO		907,35	FS
PN-00120-0007UK1B830F01	4000228217	NO	SI	3	457,41	FS
PN-00120-0007UK1B205F01	4000227580	NO	SI	4	342,35	FS
PN-00120-0007UK1B405F01	4000227423	SI	SI	4	2744,12	FS
PN-00120-0007UK1B405F01	4000228212	SI	NO		7434,87	FF
PN-25906-0001UK1C012F01	4000230028	NO	SI	2	232,94	FS
PN-00120-0001UK1C080C01	4000228690	NO	NO		465,98	OAI
PN-25002-0003UK1S713C05	4000231248	NO	NO		50,39	EH
PN-00120-0001UK1C591C01	4000231051	NO	SI	2	660,21	FS
PN-25002-0001UK1K870C01	4000230336	NO	NO		50,39	EP
PN-26001-0001UK1D820R01	4000230897	NO	SI	3	302,81	OAI
PN-60025-0001UK1D468F01	4000229512	NO	NO		155,79	OAI
PN-00120-0001UK1C065F01	4000230594	NO	NO		724,56	FS
PN-25002-0003UK1S849C03	4000230898	NO	NO		60,66	EH
PN-25002-0001UK1D865C01	4000230982	NO	NO		60,77	FS
PN-00120-INSPEC.RECEP.FUS.CENTRAL	4000225623	NO	SI	2	338,94	FS
PN-00120-0007UK1B405F01	4000227708	NO	NO		451,92	FS
PN-25002-0003UK1S051C01	4000228073	NO	SI	3	507,99	AD

Tabla 5 – Costes de no calidad Avión 1

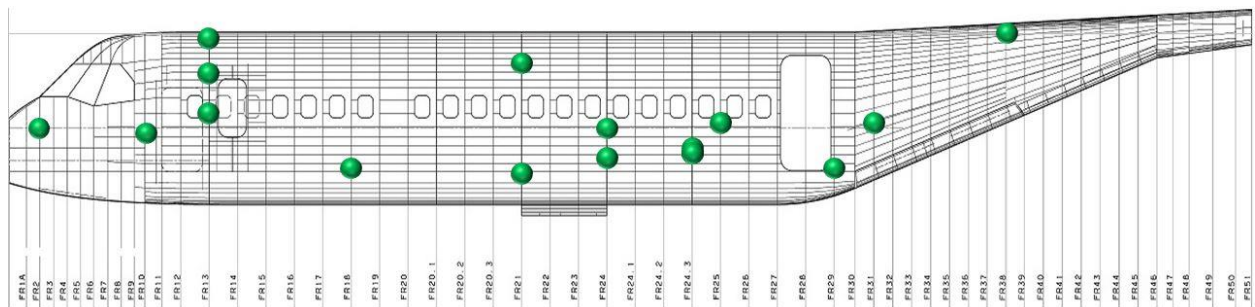


Figura 11 – Localización no conformidades Avión 1

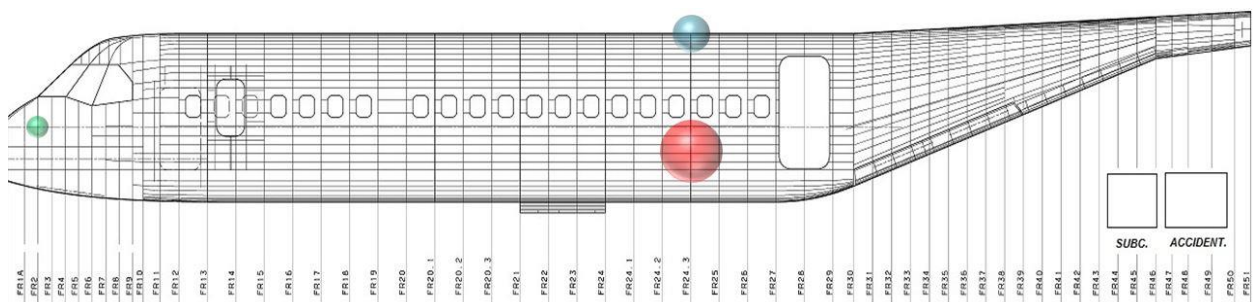


Figura 12 – Localización costes Avión 1

Hay que destacar la HNC 4000228212 que ha llevado un coste asociado de 7434,87 € debido a una falta de formación (FF) por parte de algún operario de la fase 1. Para evitar que no se vuelva a producir este tipo de no conformidad habría que realizar un aula de conocimiento a todos los operarios de esa fase explicando detalladamente como se realiza esa operación de trabajo. Con menos coste, tenemos la HNC 4000227423 y la HNC 4000226701 con códigos de causa FS (Fallo responsabilidad del subcontratista).

4.6.1.2 Avión 2

P/N	N.ºHNC	Situación coste	Repetitividad	N.º repeticiones	Importe (€)	Código de causa
PN-25906-0001UK1C020F01	4000230181	SI	SI	3	10460,49	FS
PN-21001-0003UK1S050N01	4000231915	NO	SI	3	408,24	AD
PN-00120-0001UK1C910FX1	4000232955	NO	SI	2	116,64	EP
PN-00120-0007UK1B835F01	4000229778	NO	NO		583,20	FS
PN-00120-0007UK1B830F01	4000229777	NO	SI	3	583,20	FS
PN-00120-0007UK1B650F01	4000230053	NO	SI	2	741,06	FS
PN-00120-0007UK1B640F01	4000230052	NO	SI	2	509,76	FS
PN-00120-0007UK1B405F01	4000229290	SI	SI	4	1399,68	FS
PN-25906-0001UK1C012F01	4000230029	NO	SI	2	114,78	FS
PN-25906-0001UK1C020F01	4000230616	SI	NO		830,25	FS
PN-00120-0001UK1C602F01	4000229986	NO	NO		737,21	OAI
PN-25002-0003UK1S714C05	4000232048	NO	NO		116,64	EH
PN-00120-0001UK1C210F01	4000231978	SI	SI	2	872,19	OAI
PN-00120-0001UK1C210F01	4000233140	NO	SI	2	116,64	FS
PN-26001-0001UK1D820R01	4000232828	NO	SI	3	350,04	FS
PN-26001-0001UK1D821R01	4000232468	NO	NO		174,96	FS
PN-25002-0001UK1K898C01	4000232603	NO	NO		464,37	EH
PN-25002-0003UK1S847C03	4000233196	NO	NO		60,84	EP
PN-21001-0001UK1D841N01	4000233054	NO	SI	2	60,84	EP

Tabla 6 – Costes de no calidad Avión 2

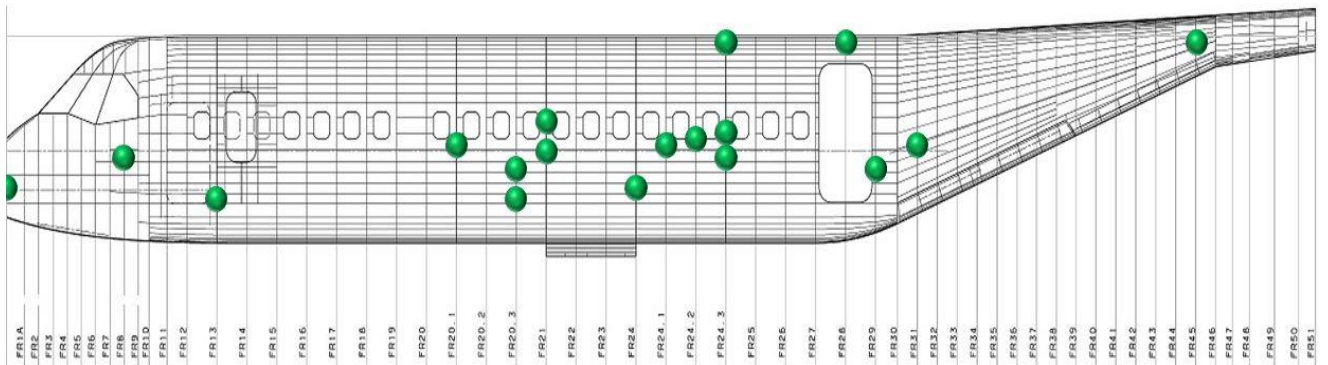


Figura 13 – Localización no conformidades Avión 2

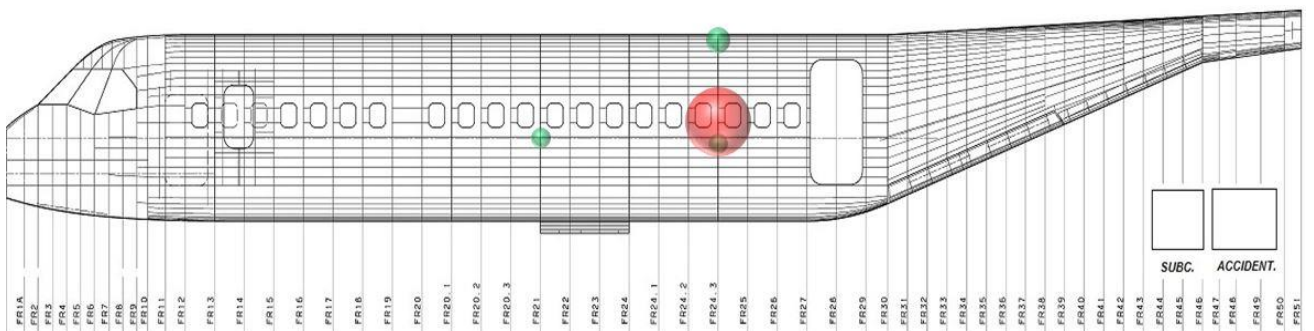


Figura 14 – Localización costes Avión 2

En este avión destaca la HNC 4000230181 que tiene un coste de 10460,49 € por fallo del subcontratista. Habría que realizar un informe de discrepancia a la subcontrata para avisar del problema producido. También hay otras 3 HNCs con un coste inferior. En dos de ellas la causa es la misma pero la otra se produce por fallo en operaciones anteriores.

4.6.1.3 Avión 3

P/N	N. °HNC	Situación coste	Repetitividad	N.º repeticiones	Importe (€)	Código de causa
PN-00120-0001UK1D530F05	4000234596	NO	NO		175,16	FS
PN-00120-0007UK1B650F01	4000231698	SI	NO	2	652,31	FS
PN-00120-0007UK1B640F01	4000231697	SI	NO	2	477,90	FS
PN-00120-0007UK1B405F01	4000231272	SI	NO	4	724,40	FS
PN-25906-0001UK1C014F01	4000232352	SI	NO	2	464,72	DI
PN-96304-00019I13C028R01	4000232631	NO	SI		937,50	OAI
PN-96460-00019W09C012R01	4000233555	NO	NO		317,87	FS
PN-00120-0001UK1C591C01	4000233470	SI	NO	2	693,81	FS
PN-00120-0007UK1B830F01	4000231795	SI	NO	3	245,66	FS
PN-00120-0007UK1B635F01	4000231776	NO	NO		122,76	OAI
PN-00120-0007UK1B630F01	4000231775	NO	NO		122,88	OAI
PN-00120-0007UK1B205F01	4000231153	SI	NO	4	245,66	FS
PN-25906-0001UK1C020F01	4000232248	SI	NO	3	243,57	DI
PN-00120-0001UK1C790F01	4000231891	NO	NO		121,67	EH
PN-00120-0001UK1C601F01	4000231696	NO	NO		121,55	EH
PN-25002-0003UK1S680F05	4000233429	NO	NO		121,67	EH
PN-00120-0001UK1C510C01	4000234092	NO	NO		60,84	OAI
PN-00120-0001UK1C570C01	4000234876	NO	NO		60,84	EP
PN-25002-0001DISNSA5527	4000234860	SI	NO	3	60,84	EP
PN-00120-0001UK1C212F01	4000234620	NO	NO		243,33	OAI
PN-00120-0001UK1C212F01	4000234794	SI	NO		243,33	FS
PN-00120-0001UK1C210F01	4000234368	SI	SI	2	912,42	OAI
PN-00120-0001UK1C210F01	4000234793	SI	NO	2	243,33	FS
PN-25002-0001UK1K808E01	4000233671	NO	NO		60,84	OAI
PN-26001-0001UK1D820R01	4000234859	SI	NO	3	365	FS
PN-00120-0001UK1D530F06	4000234586	NO	NO		182,51	FS

Tabla 7 – Costes de no calidad Avión 3

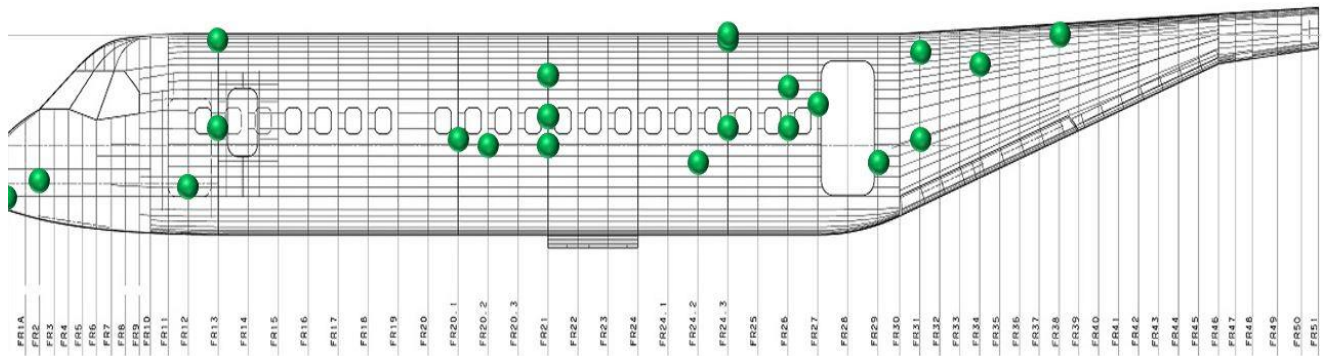


Figura 15 – Localización no conformidades Avión 3

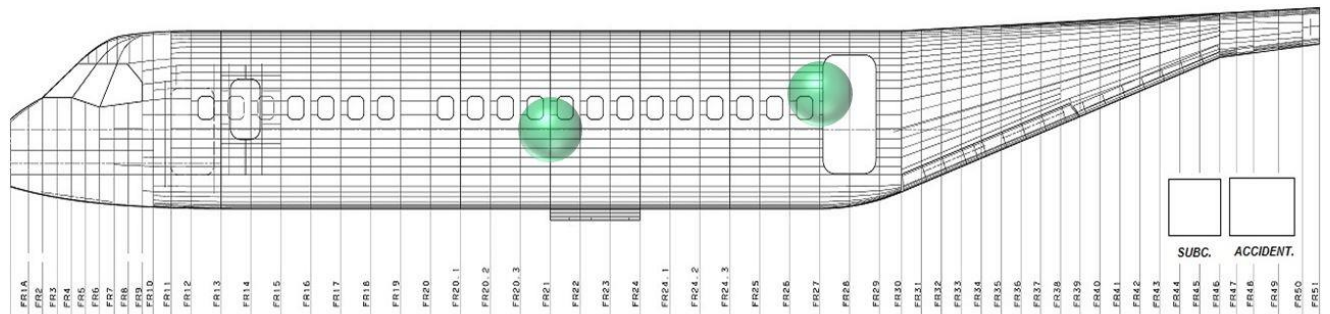


Figura 16 – Localización costes Avión 3

En este avión solo se han identificado dos defectos significativos. Las dos no conformidades se han producido por operaciones anteriores que se han realizado incorrectamente. Los costes de no calidad de estas dos HNCs son 912,42 € y 937,50 €.

4.6.1.4 Avión 4

P/N	N.º HNC	Situación coste	Repetitividad	N.º repeticiones	Importe (€)	Código de causa
PN-21004-0007AT02S059N05	4000231477	SI	NO		1314,18	DI
PN-21004-0007AT02S061N05	4000231479	SI	NO		813,24	EH
PN-72180-0001AT02S010N03	4000232570	NO	NO		347,73	EH
PN-25001-0005AT02S140F01	4000232888	SI	NO		6443,61	EP
PN-25001-0005AT02S139F01	4000232889	SI	NO		1526,07	DI
PN-00120-0007UK1B250F01	4000233257	NO	NO		445,23	FS
PN-00145-0001AT02B650F01	4000233158	SI	NO		826,77	FS
PN-00145-0001AT02B640F01	4000233157	NO	NO		406,62	FS
PN-00120-0007UK1B405F01	4000232694	NO	SI	4	687,26	EH
PN-25001-0005AT02S115C01	4000233335	NO	NO		730,71	DI
PN-71453-0003AT02S030F01	4000233719	NO	NO		304,79	EH

Tabla 8 – Costes de no calidad Avión 4

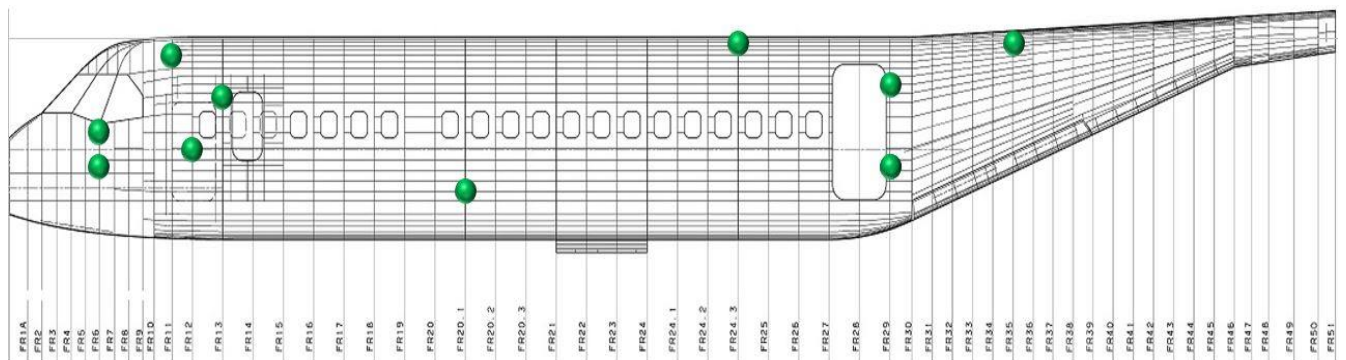


Figura 17 - Localización no conformidades Avión 4

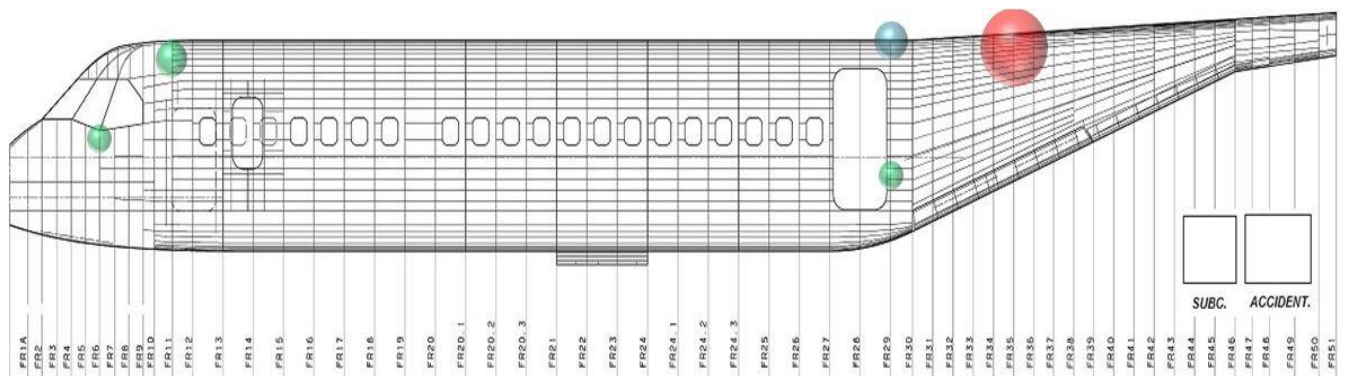


Figura 18 – Localización costes Avión 4

Destaca HNC 4000232888 que conlleva un coste de 6443,61 € con un código de causa EP. En este caso hay que realizar un ERC (Event Record Card) para que el departamento de Ingeniería pueda tomar las medidas necesarias lo antes posible. La HNC 4000232889 también tiene un coste significativo de 1526,07€ debido a una documentación no actualizada o incorrecta.

4.6.2 Gráfica de los costes de fallos (Eje Y) y los procesos causa de esos costes (Eje X).

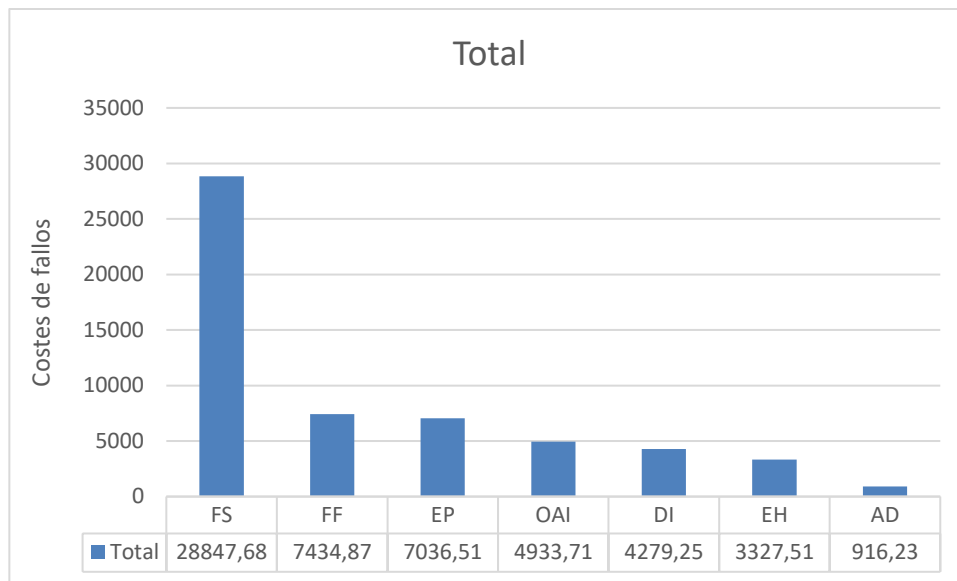


Figura 19 – Costes por código de causa

En esta gráfica se puede observar los costes de no calidad asociados a los códigos de causa. Cabe destacar la gran diferencia que hay en fallos por parte del subcontratista y los demás códigos de causa.

4.6.3 Priorización de causas de fallos

De todas las HNCs, se va a calcular sus Índices de Priorización de Actuación (IPA). Para ello se van a usar los siguientes criterios:

- Consecuencias del fallo originado (C): según los costes de no calidad.
 - Altos: 9 (más de 4500€)
 - Medios: 3 (1500€ - 4500€)
 - Bajos: 1 (menos de 1500€)
- Frecuencia del fallo (F): según la repetitividad en estos últimos 4 aviones estudiados.
 - Muy alta: 9 (en 4 aviones)
 - Alta: 6 (en 3 aviones)
 - Media: 3 (en 2 aviones)
 - Baja: 1 (no repetitiva)
- Detectabilidad (D): según la existencia de un sistema de gestión de calidad en el proceso donde se origina el fallo. No todas las HNC pasan por la lista maestra y filtro. Por ello, se dan valores a las de alto impacto en coste, repetitividad o las que el MFT (Multi Functional Team) haya identificado por alguna razón.
 - Muy alta: 2 (Existe una prueba funcional o parecido, o una secuencia de montaje)
 - Alta: 4 (Una inspección visual y contra documentación permite detectar el fallo, y existe inspección sistemática de cada producto/proceso)
 - Media: 7 (Algunas inspecciones pueden llevar a detectar el fallo, aunque no son sistemáticas)
 - Baja: 9 (Funcional, ajeno al montaje, no se puede detectar salvo operando el producto y las pruebas si existieran no se hacen donde se hace el montaje. Riesgo de que se detecte únicamente el cliente.)

$$IPA = C * F * D$$

La lista maestra incluye toda la información relevante en relación al tratamiento de las desviaciones a tratar en un área, desde que se incorpora al equipo de análisis hasta que se valida el cierre:

- Identificación del problema
- Priorización
- Análisis de la causa raíz
- Identificación de acciones correctivas
- Validación de la solución, incluyendo a los responsables, para su cierre.

A continuación, se muestran los Índices de Priorización de Actuación ordenados de mayor a menor en la siguiente tabla:

Avión	N. °HNC	Importe (€)	Código de causa	Detectabilidad	Frecuencia	Consecuencias del fallo (Costes)	IPA
2	4000230181	10460,49	FS	2	6	9	108
1	4000227423	2744,12	FS	4	9	3	108
4	4000232888	6443,61	EP	4	1	9	36
2	4000229290	1399,68	FS	4	9	1	36
1	4000227580	342,35	FS	4	9	1	36
3	4000231153	245,66	FS	4	9	1	36
2	4000229777	583,2	FS	4	6	1	24
1	4000228217	457,41	FS	4	6	1	24
3	4000231795	245,66	FS	4	6	1	24
3	4000232352	464,72	DI	7	3	1	21
1	4000230028	232,94	FS	7	3	1	21
2	4000230029	114,78	FS	7	3	1	21
4	4000232889	1526,07	DI	4	1	3	12
2	4000230053	741,06	FS	4	3	1	12
3	4000231698	652,31	FS	4	3	1	12
2	4000230052	509,76	FS	4	3	1	12
1	4000228073	507,99	AD	2	6	1	12
3	4000231697	477,9	FS	4	3	1	12
2	4000231915	408,24	AD	2	6	1	12
2	4000232828	350,04	FS	2	6	1	12
1	4000230897	302,81	OAI	2	6	1	12
1	4000229512	155,79	OAI	7	1	1	7
3	4000233470	693,81	FS	2	3	1	6
1	4000231051	660,21	FS	2	3	1	6
1	4000225623	338,94	FS	2	3	1	6
4	4000233158	826,77	FS	4	1	1	4
4	4000233157	406,62	FS	4	1	1	4

Tabla 9 – Índices de Priorización de Actuación

Las no conformidades que se dan por error humano o por falta de entrenamiento/formación son revisadas siempre por el grupo de montadores en PPS (Practical Problem Solving) y no priorizan.

En estas no conformidades se han calificado con valor 2 de detectabilidad a aquellas que no permiten seguir el montaje o órdenes de trabajo en las que la inspección forma parte del proceso. Con valor 4 a no conformidades que se detectan en inspección visual, inspección estructurada o podría ser no sistemática (valor 7) pero se observa repetitividad y se inspecciona en todos los aviones. Por último, valor 7 a aquellas en las que el defecto queda en una zona poco visible.

Metodología para las acciones correctivas

Los procedimientos de toma de acciones correctivas se aplican a aquellos problemas que, por su repetitividad, gravedad o impacto en producción, el área considera necesario que se realice este tratamiento.

Este procedimiento se basa en actuar sobre las causas que han producido las desviaciones. Su objetivo es, tras evitar que el cliente, reciba el producto afectado con la misma desviación, analizar y aislar las causas que han provocado dichas desviaciones, y después de los estudios precisos, implantar las acciones correctoras que se estimen necesarias para eliminar las causas raíces, al objeto de evitar su repetición.

Se llevarán a la práctica validando la eficacia de las acciones y se registrarán las acciones tomadas.

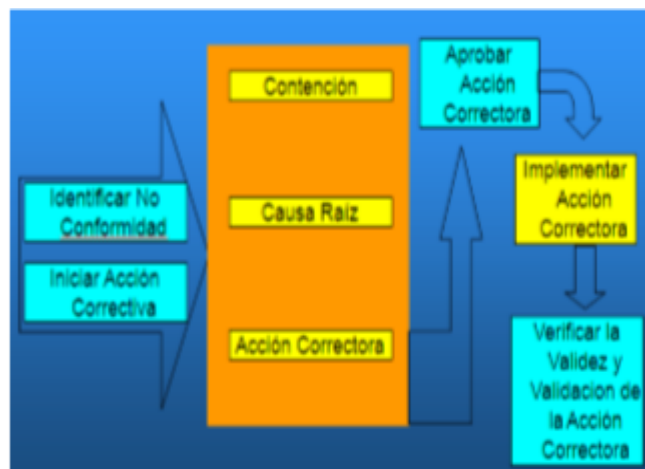


Figura 20 – Esquema de la metodología para las acciones correctivas

4.6.4 Descripción de las HNCs con mayor IPA

- HNC 4000230181

“Al presentar pico de góndola lado derecho sobre fuselaje, se detecta holgura entre parte superior, inferior y góndola”

Esta no conformidad tiene un elevado índice de priorización debido a su alto coste de 10460,49 € y su repetitividad en 3 aviones. Cuenta con un valor bajo en detectabilidad ya que no se puede realizar el montaje. Se produce en el montaje del pico de góndola (carena) al detectar una holgura con el fuselaje o el perfil de la góndola ya que se integra entre el fuselaje central y el posterior (cuaderna 24.3).

Esta carena tiene como función la protección del interior de la góndola y también como elemento aerodinámico ligero y de forma curva. Está compuesto por materiales compuestos lo que implica una mayor tolerancia de forma y hace que no se pueda integrar perfectamente. Causas raíces posibles:

- Holgura frente a las superficies de referencia (fuselaje y perfil de góndola)
- Descoordinación de taladros.

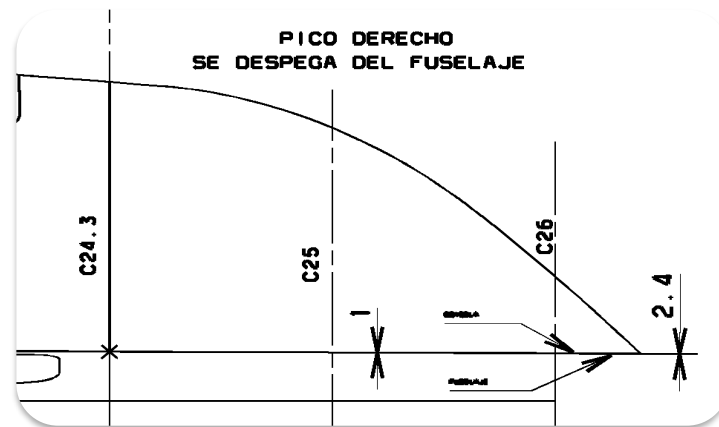


Figura 21 – No conformidad en pico de góndola

Al ser una no conformidad en la que la responsabilidad la tiene el subcontratista, la acción correctora la toma el fabricante. En Airbus se ha realizado una contención que es toda aquella acción, una vez detectada una desviación, actúa sobre ella tomando una disposición técnica sobre la misma. En sentido general se entiende toda acción que, no siendo correctora, preserva al cliente ante una desviación conocida.

El objetivo de una contención es, que sabiendo los costes que puede provocar la no conformidad, minimizarlos hasta que se pueda ver la efectividad de la acción correctora.

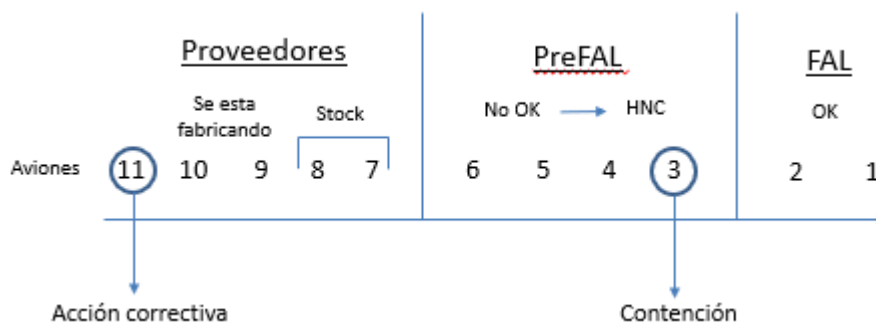


Figura 22 - Contención

Con este ejemplo, se puede entender mejor como los aviones que se encuentran en Tablada y los que se encuentran en stock y en proceso de fabricación por parte del fabricante pueden presentar esta no conformidad. Hasta el avión 11 no se podría comprobar la efectividad de la acción correctora.

En un principio se tomaba el pico de góndola y se fijaba en ambas posiciones para ver las situaciones de holgura (fijando en fuselaje y fijando en perfil de góndola). Este proceso supone montar y desmontar la pieza, lo que conlleva demasiado tiempo de proceso.

- HNC: 4000227423

“En operación de taladrado de c24,3 en integración, se observan taladros previos diámetro 3,2 con distancias a filos de revestimiento fuera de tolerancia.”

Gran índice de prioridad de actuación debido a la repetitividad en los 4 aviones. La detectabilidad en este caso es media. Esta no conformidad también tiene código de causa FS y surge al integrar el fuselaje central con la proa y el fuselaje central con el posterior.

Cada grupo de pieza proviene de un proveedor diferente. Estas partes vienen con creces y, algunas ocasiones, es necesario a la hora de la integración recantar los revestimientos de los fuselajes para poder hacer coincidir sus conectores cumpliendo las distancias permitidas con otros elementos del avión.

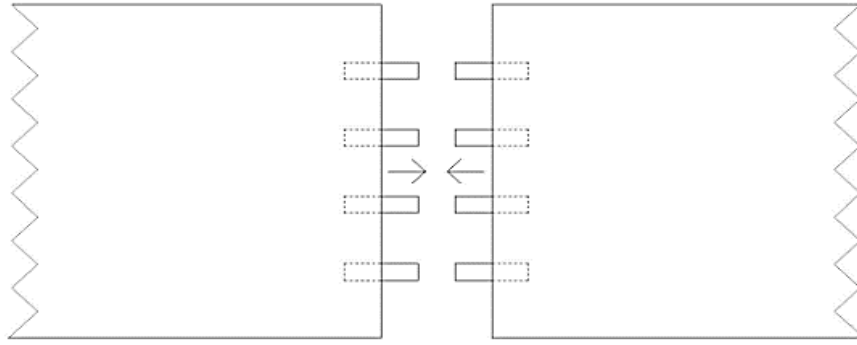


Figura 23 – No conformidad en integración

Los dibujos con los procesos productivos y tolerancias son muy antiguos. Para ello, se abrió una inspección de primer artículo para hacer cambios en el proceso entre los departamentos de ingenieros y calidad de los proveedores de PreFAL.

Estos cambios provocaron que la orden de trabajo en la línea de montaje de recantar los revestimientos de los fuselajes y hacer encajar los conectores se reduzca a menos horas. Lo que antes suponía unas 80 horas de trabajo, ahora se realiza entre unas 8 y 12 horas.

También se pensó en actualizar la documentación, pero no era viable ya que al integrar los fuselajes podían existir taladros en los conectores al filo o distancias a otros elementos no permitidas.

HNC: 4000232888

- Defecto 1: “Imposibilidad para montar soportes documentados en cuadernas: 35, 36, 37, 38, 41, 42, 44 y 45, utilizando los taladros existentes en cuadernas y remachándolos ya que tendrían distancia al filo crítica”
- Defecto 2: “Si se monta el soporte en su posición documentada (cuaderna 43), existe interferencia con cabezas de remaches adyacentes”

Esta es una no conformidad con dos tipos de defectos debido a un error en plano y destaca por su alto coste. Se detecta un montaje sobre otro montaje y los taladros quedan muy cerca de los remaches de la pieza ya instalada. Una descoordinación posible al tener los planos de la parte estructural y de equipado por separado.

Para ello, la acción correctora será abrir una ERC al departamento de Ingeniería por parte de calidad para hacer una corrección de los planos. Este proceso es costoso en tiempo ya que requiere desmontar los perfiles y añadir una nueva pieza que tiene que ser diseñada y fabricada de nuevo.

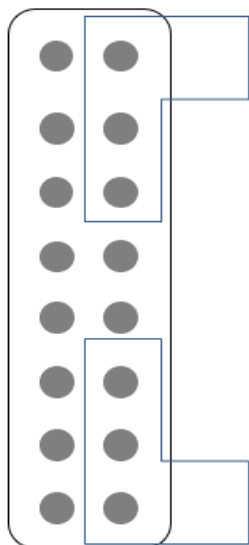


Figura 24 – Ejemplo no conformidad de EP

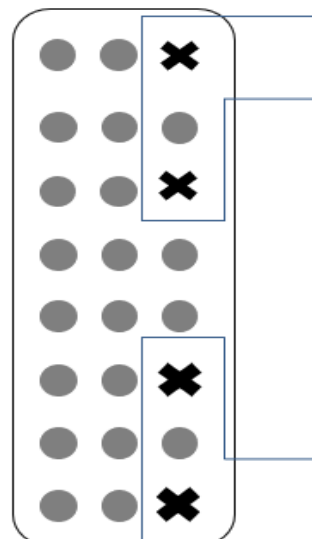


Figura 25 – Posible solución no conformidad EP

En la primera imagen de este ejemplo general hay una pieza base con sus remaches correspondientes y unos perfiles de equipado sobre ella. Se puede observar que no es posible taladrar los perfiles de equipado en esa zona por la existencia de los remaches.

El trabajo del departamento de Ingeniería será diseñar y mandar fabricar una pieza particular que permita el montaje de los perfiles respetando las distancias necesarias.

En la segunda imagen se observa una posible solución general en la que la pieza anteriormente instalada solo tuviera los remaches en la zona central donde se colocarían las nuevas piezas.

4.6.5 Priorización de acciones correctivas

Aplicaremos el indicador de priorización de Pareto para capacitar a la organización en la priorización de objetivos, y en este caso, en la priorización de acciones correctivas:

$$IPP = \frac{\text{Ahorro previsto} \times \text{Probabilidad de logro}}{\text{Presupuesto previsto} \times \text{Plazo ejecución del Objetivo}}$$

Siendo:

- Presupuesto previsto: considerando la partida principal de costes (horas de personal) se estima entonces por el valor previsto del total de horas de todo el personal que participaría en implantar la acción correctiva.
- Plazo de ejecución del Objetivo: se estima con el plazo de jornadas (aviones que pasan por la línea de montaje) que serían necesarias para llevar a cabo la acción correctiva.
- Ahorro previsto: considerando la partida principal de costes (horas de personal) se estima entonces por el valor previsto del total de horas de todo el personal que se podría ahorrar después de implantar la acción correctiva.
- Probabilidad de logro: se estima por el nivel de competencia e implicación del personal que deberá participar en la implantación de la acción correctiva. Será del 100% en el caso de tener la completa certeza de que el personal implicado en la acción correctiva no necesitará mejorar su competencia (formación y habilidades) antes de llevar a cabo la acción correctiva, y que su implicación será del 100%.

Aplicación en las no conformidades más prioritarias

En Airbus, todas las acciones correctivas se aprueban según el plazo y el retorno positivo de la inversión que se quiera realizar. El plazo de recuperación de la inversión tiene que ser siempre menor a dos años desde la aceptación de la acción correctiva. Es decir, todas las acciones que superen este plazo son directamente rechazadas.

Para adaptar el indicador de priorización de Pareto a los casos de Airbus supondremos:

- Una probabilidad de logro del 100% ya que Airbus cuenta con profesionales especializados para realizar las tareas requeridas.

El cálculo de ahorro previsto va a depender de:

- Coste de no calidad provocado / frecuencia en los aviones
- Número de aviones en 2 años → 20 aviones (La producción del modelo C295 es de 10 aviones anuales actualmente).

Los presupuestos previstos dependerán únicamente de los costes de las actividades necesarias para poder llevar a cabo la acción correctora.

1. HNC 4000230181

Para reducir el tiempo de proceso, ahora se va a hacer la comprobación de los picos de góndola mediante simulación en Catia. Es un programa informático que proporciona apoyo para la realización de diseño, producción y análisis de productos. Este proceso va a permitir saber la situación real de los picos de góndolas en el avión sin que sea necesario su montaje.

Hay que tener en cuenta que el montaje de pico de góndola requiere los trabajos de taladrar y atornillar con el fuselaje y el perfil de la góndola. Este proceso es realizado por duplicado en cada avión, lo que supone unas 30 horas de trabajo.

Para la toma de esta posible acción correctiva, hemos clasificado las actividades que serían necesarias para poder llevarla a cabo. También se ha representado en la siguiente tabla los costes aproximados de cada tarea de la acción correctiva para poder calcular un presupuesto total. Estos costes han sido determinados a partir de horas de personal implicados en la tarea.

Presupuesto: Partidas principales	Costes
<ul style="list-style-type: none"> - Validar sistema de medición: <ul style="list-style-type: none"> - Saber número de elementos que se van a medir - Comparación de las mediciones - Comprobar si funciona 	4000 €
<ul style="list-style-type: none"> - Medición de puntos del pico de góndola: <ul style="list-style-type: none"> - Medición mediante láser - Costes por avión 	150 € / avión (20 aviones)
<ul style="list-style-type: none"> - Validar Programa de Simulación: <ul style="list-style-type: none"> - Comparación posibles ejes para el elemento. 	5000 €
<ul style="list-style-type: none"> - Ejecutar Programa: <ul style="list-style-type: none"> - Coste de proceso que decide realizar el proceso actual o actuar con un nuevo proceso. 	100 € / avión (20 aviones)
<ul style="list-style-type: none"> - Delta de proceso (Δ): <ul style="list-style-type: none"> - Posible aumento de coste debido a un cambio en el proceso. 	0 - 700 €
<ul style="list-style-type: none"> - Cambio en el proceso de proveedor <ul style="list-style-type: none"> - Coste debido a la implicación del departamento de ingeniería de Tablada en la acción correctiva del proveedor. 	600 €

Tabla 10 – Presupuesto Simulación pico de góndola

Cálculo del presupuesto total previsto = $4000 + 150 * 20 + 5000 + 100 * 20 + 600 + \Delta = (14600, 15300) €$

Trabajaremos con el presupuesto previsto máximo para situarnos en el peor de los casos $\rightarrow 153000 €$

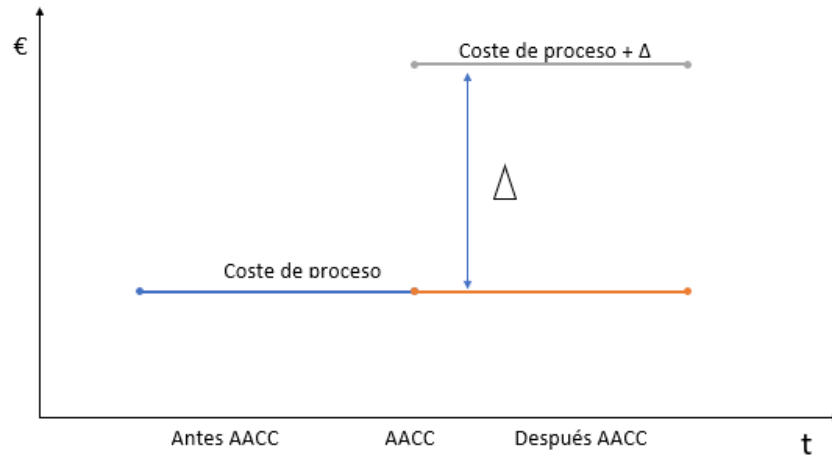


Figura 25 – Coste montaje pico de góndola

En la gráfica anterior, se muestra como con esta acción correctiva se puede seguir manteniendo el coste de proceso de montaje sabiendo de antemano cual es la posición correcta. En este caso, habría un ahorro a la hora del montaje ya que no sería necesario realizar la operación de montar y desmontar el pico de góndola cuando se fija en el fuselaje y en el perfil de la góndola.

Ahorro previsto:

- Coste de no calidad de 10460,49 € cada 4 aviones
- 20 aviones

$$\text{Ahorro previsto} = 10460,49 \times \frac{20}{4} = 50302,45 \text{ €}$$

Plazo de ejecución estimado = 5 aviones

$$\text{IPP1} = \frac{\text{Ahorro previsto} \times \text{Probabilidad de logro}}{\text{Presupuesto previsto} \times \text{Plazo de ejecución}} = \frac{50302,45 \text{ €}}{15300 \text{ €}} \times \frac{1}{5} \sim 0,68$$

2. HNC 4000227423

En la siguiente gráfica se puede observar la situación de coste del proceso de integración de fuselajes:

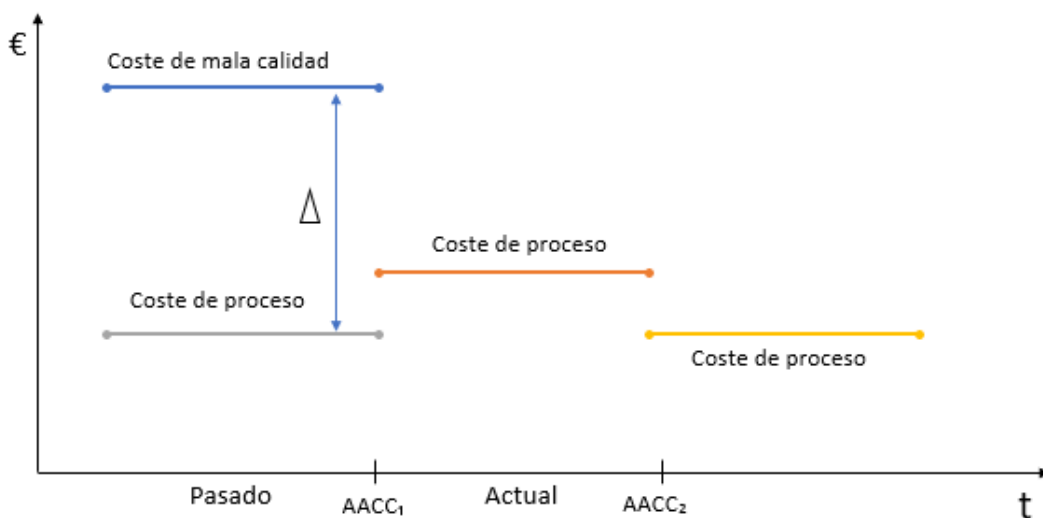


Figura 26 – Coste proceso de integración

Antiguamente, el coste de proceso aumentaba debido a la cantidad de horas que suponía el recateo de los revestimientos de los fuselajes. A partir de los cambios en los procesos realizados por los departamentos de ingeniería y calidad de los proveedores de Airbus, el número de horas para recantar es alrededor de 12 horas de trabajo en el peor de los casos.

Para una posible AACC₂ de esta no conformidad se ha pensado en la monitorización o puesta a punto en la grada de integración. Este proceso consiste en:

- Observación del proceso actual.
- Comparación de este proceso al teórico y a las no conformidades.
- Lanzamiento de cambios.
- Observación de la ejecución y los resultados de estos.
- Validación.

Esta actividad requiere la implicación del MFT (Ingeniería, Producción y Calidad) durante los siguientes 8 aviones de la línea de montaje. Cada avión requiere un tiempo de unas 3 horas de trabajo por parte del equipo.

Esta no conformidad es repetitiva en todos los aviones, pero solo destaca en el avión 1 por su coste ya que requirió entre 8 y 12 horas de trabajo para recantar. Revisando el historial de esta no conformidad, este tipo de coste es identificado cada 12 aviones, lo que no supone un coste muy grande.

Ahorro previsto:

- Coste de no calidad de 2744,12 € cada 12 aviones
- 20 aviones

$$\text{Ahorro previsto} = 2744,12 * \frac{20}{12} = 4573,33 \text{ €}$$

Presupuesto previsto:

- | | | |
|--|---|-----------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - 4 personas - 2 horas por avión - 8 aviones | } | 5120 € personal |
|--|---|-----------------|

Solo con el personal que tendría que estar implicado en la acción correctiva supera el ahorro previsto.

Plazo de ejecución estimado = 8 aviones

$$\text{IPP2} = \frac{\text{Ahorro previsto} \times \text{Probabilidad de logro}}{\text{Presupuesto previsto} \times \text{Plazo de ejecución}} = \frac{4573,33\text{€}}{5120 \text{ €}} \times \frac{1}{8} \sim 0,11$$

Con estos valores de ahorro y presupuesto, Airbus decide asumir estos costes y no tomar una acción correctiva para una no conformidad tan puntual. El no retorno positivo de la inversión dentro del plazo de 2 años provoca directamente el rechazo de esta.

3. HNC 4000232888

En este caso, hay un error en el plano y es imposible la realización de la orden de trabajo. A diferencia de los casos anteriores, este tipo de no conformidad no se evalúa según el retorno positivo de la inversión dentro del plazo estimado por la compañía de 2 años ya que la no implementación de una acción correctiva inmediata provocaría un bloqueo en el montaje.

Al ser una no conformidad con un código de causa EP, las actividades necesarias para realizar una acción correctiva son menores:

Presupuesto: Partidas principales	€
1. Apertura de ERC - Documento que se abre al departamento de ingeniería donde se reúna toda la información relacionada con la incidencia.	500
2. Corrección de plano - Coste debido al tiempo requerido para la realización por parte del personal implicado.	800

Tabla 11 – Presupuesto Corrección de plano

Cálculo del presupuesto total previsto: $500 + 800 = 1300 \text{ €}$

Ahorro previsto: Coste de no calidad de 6443,61 €

Plazo de ejecución estimado = 1 avión

$$IPP3 = \frac{\text{Ahorro previsto}}{\text{Presupuesto previsto}} = \frac{6443,61 \text{ €}}{1300 \text{ €}} \sim 4,96$$

A continuación, se muestra una tabla resumen con las acciones correctivas desarrolladas anteriormente. Se han ordenado por orden de actuación:

HNC	RESUMEN ACCIÓN CORRECTIVA	Presupuesto previsto	Ahorro previsto	Probabilidad de logro	Plazo de ejecución	IPP
4000232888	Apertura de una ERC y corrección del plano.	1300 €	6443,61 €	100%	1 avión	4,96
4000230181	Simulación en Catia de los picos de góndola.	15300 €	50302,45 €	100%	5 aviones	0,68
4000227423	Monitorización en grada de integración	5120 €	4573,33 €	100%	8 aviones	0,11

Tabla 12 – Índices de Prioridad de Pareto

Se puede observar como un error en plano que impide el montaje tiene un gran índice de priorización ya que no permite seguir realizando trabajos sobre el avión, por lo tanto, requiere una acción correctiva inmediata.

5 CONCLUSIONES

Éste Trabajo Fin de Grado me ha ayudado a mejorar mi formación en una metodología sencilla para facilitar la toma de decisiones en cualquier tipo de organización. En este caso, para priorizar los problemas sobre los que actuar (fallos, no conformidades en este trabajo), y después, para priorizar las acciones de mejora (acciones correctivas para eliminar la causa en este trabajo).

Los recursos son limitados en todo tipo de organizaciones, y la toma de decisiones sobre cómo gestionarlos puede ser crítica, dado que una decisión no justificada mediante el uso de unos criterios e indicadores puede causar mucha incertidumbre en los resultados previstos. Así mismo, los indicadores propuestos en este Trabajo Fin de Grado pueden ser utilizados en cualquier tipo de organización para que todo el personal de la organización, en sus diferentes niveles, entienda la decisión tomada.

Debido al puesto en el que he realizado las prácticas, a lo largo del trabajo solo se han trabajado los costes por fallos internos. Estos costes han sido un factor clave para la priorización de no conformidades.

Una buena inversión en prevención mediante la toma de acciones correctivas provoca:

- reducción del número de desviaciones,
- disminución de costes debido a un menor número de reprocesos,
- menos demora y obstáculos,
- mejor utilización de máquinas, materiales y tiempo.

En cambio, una importante inversión en evaluación no asegura una reducción de no conformidades y los costes que conllevan.

Airbus se basa en la priorización de causas de fallos para actuar sobre las no conformidades calculando el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) según los indicadores:

- Gravedad: impacto del problema (cliente, seguridad, coste).
- Ocurrencia: probabilidad de reaparición del problema.
- Detectabilidad: probabilidad de que el problema sea detectado,

pero no se hace una priorización de acciones correctivas. Este proceso es fundamental ya que se tienen en cuenta los costes y el plazo de ejecución de esta.

Con los datos a los que he tenido acceso, y tras organizar la información, hemos priorizado las no conformidades, resultando que la no conformidad 4000230181 y 4000227423 son las más prioritarias, o sea, sobre las cuales se debería actuar con mayor urgencia.

Hemos priorizado las acciones correctivas para las no conformidades más prioritarias, resultando que la acción correctiva para la no conformidad 4000232888 debería ser la elegida por la organización para llevarla a cabo, ya que es la de mayor valor para la organización según el indicador de prioridad utilizado.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] AIRBUS,"C295".[última consulta: 15/04/2019].Disponible en: <https://www.airbus.com/defence/c295.html>
 - [2] Apuntes de la asignatura de Gestión de Calidad del Grado en Ingeniería de Organización Industrial de la Universidad de Sevilla. (Figuras 6, 7 y 8)
 - [3] Versión oficial de la Norma Europea EN 9100:2009 que regula los sistemas de gestión de calidad y los Requisitos para las organizaciones de aviación, espaciales y de defensa. Publicado en junio 2010.
- Normativa interna de Airbus
- [4] BORREGO AMADOR, E./ MARTI MARTINEZ, M.A. "Corrective action procedure, control and prevention of repeated defects and serious defects at Airbus Military Operations Directorate". Publicado el 7 de noviembre de 2013.
 - [5] FURRER, F./ ABUAMER FLORES, H. "Specific information to Light Transport Aircraft Canada FWSAR Program Quality Plan, Tablada PreFAL activities"
 - [6] ORTIZ DOMINGUEZ, C.M./ MATESANZ ROMERO, E. "Processing deviations in the Production Process, Coding of manual actions, and Control of Quality-Failure Costs". Publicado el 22 de diciembre de 2016.
 - [7] VILAR BARRIO, J.F./ PADIN ALCORLO, A. "Airbus Military Corrective Actions". Publicado el 20 de febrero de 2014.

Anexo 1

Datos utilizados para poder dibujar en Excel las gráficas utilizadas en los apartados 4.6.1.1, 4.6.1.2 y 4.6.1.3

Avión 1

P/N	N.º HNC	Importe (€)	Cuaderna	Larguerillo	750-1500 €	1500-4500 €	Mas 4500 €
PN-00120-0001UK1C502N01	4000226549	56,70	10	20			
PN-21001-0001UK1E999N01	4000226701	907,35	2	19	907,35		
PN-00120-0007UK1B830F01	4000228217	457,41	25	18			
PN-00120-0007UK1B205F01	4000227580	342,35	13	1			
PN-00120-0007UK1B405F01	4000227423	2744,12	24,3	24		2744,12	
PN-00120-0007UK1B405F01	4000228212	7434,87	24,3	24			7434,87
PN-25906-0001UK1C012F01	4000230028	232,94	24	25			
PN-00120-0001UK1C080C01	4000228690	465,98	24,3	23			
PN-25002-0003UK1S713C05	4000231248	50,39	18	27			
PN-00120-0001UK1C591C01	4000231051	660,21	38	0			
PN-25002-0001UK1K870C01	4000230336	50,39	13	8			
PN-26001-0001UK1D820R01	4000230897	302,81	31	18			
PN-60025-0001UK1D468F01	4000229512	155,79	21	6			
PN-00120-0001UK1C065F01	4000230594	724,56	13	16			
PN-25002-0003UK1S849C03	4000230898	60,66	24	19			
PN-25002-0001UK1D865C01	4000230982	60,77	29	27			
PN-00120-INSPEC.RECEP.FUS.CENTRAL	4000225623	338,94	24,3	24			
PN-00120-0007UK1B405F01	4000227708	451,92	24,3	24			
PN-25002-0003UK1S051C01	4000228073	507,99	21	28			

Avión 2

P/N	N.º HNC	Importe (€)	Cuaderna	Larguerillo	750-1500 €	1500-4500 €	Mas 4500 €
PN-25906-0001UK1C020F01	4000230181	10460,49	24	16			10460,49
PN-21001-0003UK1S050N01	4000231915	408,24	1	25			
PN-00120-0001UK1C910FX1	4000232955	116,64	8	20			
PN-00120-0007UK1B835F01	4000229778	583,20	20,1	18			
PN-00120-0007UK1B830F01	4000229777	583,20	24,1	18			
PN-00120-0007UK1B650F01	4000230053	741,06	29	22			
PN-00120-0007UK1B640F01	4000230052	509,76	29	22			
PN-00120-0007UK1B405F01	4000229290	1399,68	24,3	1		1399,68	
PN-25906-0001UK1C012F01	4000230029	114,78	24	25			
PN-25906-0001UK1C020F01	4000230616	830,25	24,3	20	830,25		
PN-00120-0001UK1C602F01	4000229986	737,21	24,2	17			
PN-25002-0003UK1S714C05	4000232048	116,64	20,3	27			
PN-00120-0001UK1C210F01	4000231978	872,19	21	19	872,19		
PN-00120-0001UK1C210F01	4000233140	116,64	21	14			
PN-26001-0001UK1D820R01	4000232828	350,04	31	18			
PN-26001-0001UK1D821R01	4000232468	174,96	45	1			
PN-25002-0001UK1K898C01	4000232603	464,37	28	1			
PN-25002-0003UK1S847C03	4000233196	60,84	20,3	22			
PN-21001-0001UK1D841N01	4000233054	60,84	13	27			

Avión 3

P/N	N. °HNC	Importe (€)	Cuaderna	Larguerillo	750-1500 €	1500-4500 €	Mas 4500 €
PN-00120-0001UK1D530F05	4000234596	175,16	26	9			
PN-00120-0007UK1B650F01	4000231698	652,31	29	22			
PN-00120-0007UK1B640F01	4000231697	477,90	29	22			
PN-00120-0007UK1B405F01	4000231272	724,40	24,3	1			
PN-25906-0001UK1C014F01	4000232352	464,72	24,3	0			
PN-96304-00019I13C028R01	4000232631	937,50	27	12	937,50		
PN-96460-00019W09C012R01	4000233555	317,87	34	5			
PN-00120-0001UK1C591C01	4000233470	693,81	38	0			
PN-00120-0007UK1B830F01	4000231795	245,66	20,1	18			
PN-00120-0007UK1B635F01	4000231776	122,76	12	26			
PN-00120-0007UK1B630F01	4000231775	122,88	12	26			
PN-00120-0007UK1B205F01	4000231153	245,66	13	1			
PN-25906-0001UK1C020F01	4000232248	243,57	24,3	16			
PN-00120-0001UK1C790F01	4000231891	121,67	31	3			
PN-00120-0001UK1C601F01	4000231696	121,55	26	16			
PN-25002-0003UK1S680F05	4000233429	121,67	24,2	22			
PN-00120-0001UK1C510C01	4000234092	60,84	13	16			
PN-00120-0001UK1C570C01	4000234876	60,84	2	25			
PN-25002-0001DISNSA5527	4000234860	60,84	1	28			
PN-00120-0001UK1C212F01	4000234620	243,33	21	19			
PN-00120-0001UK1C212F01	4000234794	243,33	21	14			
PN-00120-0001UK1C210F01	4000234368	912,42	21	19	912,42		
PN-00120-0001UK1C210F01	4000234793	243,33	21	14			
PN-25002-0001UK1K808E01	4000233671	60,84	20,2	19			
PN-26001-0001UK1D820R01	4000234859	365	31	18			
PN-00120-0001UK1D530F06	4000234586	182,51	16,4	20			

Avión 4

P/N	N. °HNC	Importe (€)	Cuaderna	Larguerillo	750-1500 €	1500-4500 €	Mas 4500 €
PN-21004-0007AT02S059N05	4000231477	1314,18	11	3	1314,18		
PN-21004-0007AT02S061N05	4000231479	813,24	6	16	813,24		
PN-72180-0001AT02S010N03	4000232570	347,73	6	22			
PN-25001-0005AT02S140F01	4000232888	6443,61	35	1			6443,61
PN-25001-0005AT02S139F01	4000232889	1526,07	29	8		1526,07	
PN-00120-0007UK1B250F01	4000233257	445,23	12	19			
PN-00145-0001AT02B650F01	4000233158	826,77	29	22	826,77		
PN-00145-0001AT02B640F01	4000233157	406,62	29	22			
PN-00120-0007UK1B405F01	4000232694	687,26	24,3	1			
PN-25001-0005AT02S115C01	4000233335	730,71	13	10			
PN-71453-0003AT02S030F01	4000233719	304,79	20,1	26			