

**Centro de Enseñanza Técnica y Superior, CETYS
Universidad**



**Maestría en ingeniería e innovación con orientación en
Procesos Industriales**

**Certificación de los procesos especiales bajo los
requerimientos de Rolls Royce utilizando la metodología PDCA
en CPP Ensenada.**

Tesis

para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
Maestro en ingeniería

Presenta:

José de Jesús Núñez Ramírez

Ensenada, Baja California, México

2020

Tesis defendida por

José de Jesús Núñez Ramírez

y aprobada por el siguiente Comité

Firma

Dra. Dalia Holanda Chávez García
Director de tesis

Miembros del comité

M.C. Amanda Georgina Nieto Sánchez

Dr. Mario Guzmán Jimenez

M.A. Socorro Lomelí Sanchez

M.C. Amanda Nieto
Coordinador del Posgrado

Dra. Dalia Holanda Chávez García
Director de Escuela de Ingeniería

José de Jesús Núñez Ramírez© 2020

Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor y director de la tesis.

Resumen de la tesis que presenta **José de Jesús Núñez Ramírez** como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en ingeniería e innovación con orientación en Procesos Industriales.

Certificación de los procesos especiales bajo los requerimientos de Rolls Royce utilizando la metodología PDCA en CPP Ensenada.

Resumen aprobado por:

Dra. Dalia Holanda Chávez García

El crecimiento del sector aeroespacial ha provocado que la demanda de productos aumente, uno de los enfoques de este sector es que en un futuro se cubran las necesidades del ciclo completo de las aeronaves, desde el diseño, la manufactura de piezas, mantenimiento, ensamblaje y reciclado. Rolls Royce uno de los proveedores de motores aeronáuticos más grandes del mundo, para asegurar que los proveedores de la cadena de suministros sean eficientes ha optado por evaluar y desarrollarlos.

Este proyecto plantea incorporar a CPP Ensenada como proveedor de procesos especiales y soldadura especial, este cliente es uno de los más exigentes en el sector aeroespacial.

Para la gestión la certificación se utilizó la metodología PDCA, aprovechando años de experiencia y la flexibilidad y el control dinámico que esta ofrece para dar solución de problemas y utilizarla en la gestión de proyectos e introducción de clientes a nuestra cartera de trabajo, lo que permitirá a la compañía ser más competitiva en un mercado acelerado y altamente cambiante.

Palabras clave:

Ciclo PDCA, Rolls Royce, ingeniería, gestión de proyecto.

Abstract of the thesis presented by **José de Jesús Núñez Ramírez** as a partial requirement to obtain the Master of Science degree in Engineering and innovation with orientation in design.

Certification of special processes under the requirements of Rolls Royce using the PDCA methodology at CPP Ensenada.

Abstract approved by:

PhD. Dalia Holanda Chávez García

The growth of the aerospace sector has caused the demand for products to increase, one of the approaches of this sector is in the future the needs of the complete cycle of aircraft are covered, from design, manufacture of parts, maintenance, assembly and recycle. Rolls Royce one of the largest aircraft engine suppliers in the world, to ensure that the suppliers in the supply chain are efficient has chosen to evaluate and develop them.

This project proposes incorporating CPP Ensenada as a supplier of special processes and special welding, this client is one of the most demanding in the aerospace sector.

For the certification management, the PDCA methodology was used, taking advantage of years of experience and the flexibility and dynamic control that it offers to solve problems and use it in project management and introduction of clients to our work portfolio, which will allow the company to be more competitive in a fast-paced and highly changing market.

Keywords:

PDCA cycle, Rolls Royce, Engineering, Project Management.

Agradecimientos:

Gracias a mi familia que siempre ha estado apoyándome, y reafirmar que los objetivos de mis estudios son beneficiosos no solo para mí. A mis maestros que siempre ayudaron a solucionar mis dudas, que siempre fueron muchas. A CPP por darme el apoyo para continuar con mi desarrollo profesional y a CONACYT por dar la oportunidad de mejorar nuestras habilidades, pues con ello mejoran nuestras condiciones, las de nuestros trabajos, y por ende de nuestra comunidad.

Dedicatoria:

Este trabajo va dedicado a mis padres, que siempre supieron como alimentar mi curiosidad, por todo el amor y la paciencia, y sobre todo por educarme con valores y siempre impulsarme a ser mejor. Mamá, papá, los amo y les dedico este logro, el cual es parte del fruto del trabajo que ustedes realizaron.

Índice

Capítulo 1.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Antecedentes Bibliográficos	2
1.4 Planteamiento del Problema	3
1.5 Preguntas de investigación:.....	4
1.6 Justificación.....	4
1.7 Objetivo General.....	5
1.8 Objetivo Específico.....	5
1.9 Hipótesis:	5
Capítulo 2.....	6
Marco Teórico.....	6
2.1 Sistema de Gestión de calidad Aeroespacial	7
2.2 Introducción a los Procesos Especiales.....	8
2.2.1 Pruebas No destructivas.....	9
2.3 Certificación de Pruebas no Destructivas	15
2.3.1 Nadcap.....	16
2.4 Requerimientos de Rolls Royce	16
Capítulo 3.....	17
Diseño Metodológico	17
3.1 Diseño de investigación	17
3.2 Departamentos Participantes.....	18
3.3 Actividades de la metodología PDCA.....	18
3.3.1 El alcance de la certificación es específicamente para los métodos:.....	21
3.3.2 Prerrequisitos de Certificación de Cliente Prime:	21
3.3.3 Capacitación, Calificación y certificación:	22
3.3.4 Fase 1(Plan): Análisis de requerimientos específicos.....	27
3.3.5 Fase 2 (Hacer, DO): Establecer procedimientos.....	29
3.3.6 Fase 3 (Check, Verificar): Validación de cambios y auditorías internas.....	34
3.3.7 Fase 4 (Act, Actuar): Certificación.	35
CAPITULO 4.....	36
Resultados y Discusión	36

4.1	Plan	36
4.2	Do (Hacer)	37
4.2.1	Comparación de especificaciones de calificación de personal	41
4.3	Check (Verificar).....	43
4.3.1	Procesamientos y formas a modificar	43
4.3.2	Certificación de los niveles 3.	45
4.4	Act	46
4.5	Discusiones:	47
Capítulo 5 Conclusiones		48
Lista de referencias bibliográficas		50
Anexos		52

Índice de tablas

Tabla 1	Objetivos específicos y sus entregables por fase.	19
Tabla 2	Normas y prácticas recomendadas:.....	21
Tabla 3	Horas mínimas de capacitación formal para Nivel 1 y 2.....	25
Tabla 4	Horas mínimas de entrenamiento en el trabajo para Nivel 1, 2 y 3.....	25
Tabla 5	Especificaciones y Procedimientos de inspección visual.....	30
Tabla 6	Tabla de acciones y responsables Inspección Visual	31
Tabla 7	Especificaciones y Procedimientos de inspección por líquidos penetrantes	31
Tabla 8	Acciones y responsables líquidos penetrantes.....	32
Tabla 9	Especificaciones y Procedimientos de inspección Radiográfica	33
Tabla 10	Acciones y responsables de Inspección Radiográfica	33
Tabla 11	Especificación y procedimientos de certificación de personal.....	33
Tabla 12	Lista de Verificación con Requerimientos Adicionales de Rolls Royce para el Sistema de Gestión de Calidad.....	37
Tabla 13	Lista de Verificación de requerimientos adicionales de Proceso	39
Tabla 14	Lista de Verificación de requerimientos adicionales de Calificación y Certificación de Personal	41

Tabla 15 Procedimientos a Modificar por Proceso	43
Tabla 16 Formatos a modificar/ crear por Proceso.....	44
Tabla 17 Tabla de Actividades por objetivo especifico	52

Índice de Figuras

Figura 1 Inspector evaluando visualmente una bisagra de puerta principal de avión.	11
Figura 2 Proceso de Inspección Visual.....	11
Figura 3 Línea de Líquidos Penetrantes Fluorescentes	12
Figura 4 Proceso de líquidos penetrantes fluorescentes	13
Figura 5 Radiografía Industrial.....	13
Figura 6 Descripción del Proceso de Radiografía Industrial	14
Figura 7 Proceso de soldadura GTAW	14
Figura 8 Descripción del Proceso de Soldadura	15
Figura 9 Implementación del ciclo PDCA para la certificación de Procesos Especiales.....	17
Figura 10 Utilización de PDCA en la implementación de certificación	18
Figura 11 Diagrama de flujo para el control de especificaciones de Rolls Royce	36
Figura 12 Diagrama de Gantt para seguimiento de acciones	54
Figura 13 Carta de Aprobación Nivel 3 PT	56
Figura 14 Carta de Aprobación para RT.....	57
Figura 15 Cierre de NCR.....	58
Figura 16 Certificado de Aprobación de Rolls Royce.....	59
Figura 17 NCR 1 Adición de Limpieza Alcalina.....	60
Figura 18 NCR 2 Aprobación de Niveles 3	61
Figura 19 NCR 3 Adición del Código de Ética al Procedimiento	62

Capítulo 1: Antecedentes

1.1 Introducción

El sector aeroespacial es uno de los sectores que ha tenido mayor crecimiento a nivel global en los últimos nueve años, México es considerado como uno de los líderes en este ramo registrando un crecimiento del 17.2% anual en los últimos nueve años. Actualmente en el país existen 287 empresas y entidades de apoyo en el país, la mayoría de las cuales cuentan con certificaciones NADCAP (*National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program*, por sus siglas en ingles) y AS9100. Estas se encuentran localizadas principalmente en cinco estados y emplean a más de 32,600 profesionales de alto valor. (SCT, 2018)

Uno de los enfoques de este sector es que en un futuro se cubran las necesidades del ciclo completo de las aeronaves, desde el diseño, la manufactura de piezas, mantenimiento, ensamblaje y reciclado. Lo cual conlleva el cumplimiento de normas y estándares aeroespaciales (AS9100 y NADCAP) para poder desarrollar y ejecutar dichos procesos. En lo particular, el estado de Baja California centra sus capacidades de innovación en servicios basados en KPO (*Knowledge Process Outsourcing*, por sus siglas en ingles) para la industria aeroespacial y de defensa (A+D). (SCT, 2017)

CPP planta ensenada es una empresa estadounidense enfocada en la fabricación de partes y componentes de alta precisión para la industria aeroespacial, de turbinas de gas, militar y de turbocompresores.

El crecimiento del sector ha provocado que la demanda de productos aumente, por lo cual CPP Ensenada planea incorporar un cliente nuevo, agregándolo a los procesos especiales (NDT, *nondestructive testing*, por sus siglas en ingles) y soldadura especial, este cliente es uno de los más exigentes en el sector aeroespacial, algunas de nuestras plantas hermanas como CPP-Pomona y CPP- Industry ya cuentan con este cliente y una de las estrategias corporativa es transferir trabajos de éste e integrarlo a los procesos especiales existentes. CPP Ensenada plantea

hacer esta transferencia con piezas de tamaño mediano iniciando con los procesos de Inspección Visual, Inspección por líquidos penetrantes Fluorescentes, Inspección Radiográfica Convencional y Soldadura Aeroespacial. Esta transferencia despliega varias corrientes de investigación, desde la elección de la tecnología adecuada que cubra las necesidades de configuración de las partes, capacidad de producción, requerimientos gubernamentales, requerimientos de procesos indirectos, entre otros.

1.2 Antecedentes

RR (*Rolls Royce*, por sus siglas en inglés) es uno de los proveedores de motores aeronáuticos más grandes del mundo, para asegurar que los proveedores de la cadena de suministros sean eficientes ha optado por evaluar y desarrollarlos. Un ejemplo de esto son nuestras plantas hermanas de CPP del sur de california, PCC; principal proveedor de procesos y servicios aeroespaciales, Element; un proveedor de exámenes destructivos y no destructivos, Magnaflux y Met L Check; proveedores de insumos para pruebas no destructivas, entre otros.

1.3 Antecedentes Bibliográficos

Las empresas mencionadas en el párrafo anterior ante la problemática de obtener la certificación de un cliente PRIME en nuestro caso Rolls Royce se vieron obligados a utilizar algún tipo de metodología o estrategia, tras la investigación estas fueron algunas de las metodologías utilizadas:

- Iteración.
- Planificación estratégica. (ISO, 2008)
- Hoshi Kanri
- Análisis Foda.
- Análisis De Partes Interesadas.
- Mapeo de Procesos.
- PDCA. (ISO, 2015)

Después de investigar con los competidores y plantas del sector aeroespacial, los resultados fueron que el 50% lo hacen por iteración y el resto por procedimientos internos creados para la introducción de nuevos productos, que es algo más enfocado a transferencias de procesos y productos y no hace énfasis en los requerimientos para la obtención de certificaciones de procesos especiales.

Aunque esta metodología fue creada originalmente como una herramienta de mejora continua ha resultado muy útil como apoyo en la toma de decisiones y gestión de cronogramas, por lo que está el uso de esta se a extrapolado a otros ámbitos, siendo uno de ellos la gestión de procesos como mencionan los autores.

Meng *et al.* (Meng-Meng Ren, Ning Ling, Xia Wei, & Shu-Hai Fan, 2015) En su publicación "*The Application of PDCA Cycle Management in Project Management*" menciona el ciclo PDCA como principio de control dinámico y método de implementación, que se ha utilizado ampliamente en la gestión de proyectos de ingeniería en China y en el extranjero, y su eficacia también es muy respetada para la industria de construcción.

Otras investigaciones como la de Huang *et al.* En "*The Application of PDCA Cycle Management in Quality Control of Cultural Relics Protection*" utilizan la metodología para gestionar varios tipos de proyectos como proyecto de mantenimiento, proyecto de rescate y refuerzo de emergencia, proyecto de restauración, proyecto de construcción de instalaciones de protección, proyecto de reubicación, etc. (Huang, 2012)

1.4 Planteamiento del Problema

El crecimiento del sector ha provocado que la demanda de productos aumente, por lo cual CPP Ensenada planea incorporar a Rolls Royce a su cartera de clientes. CPP Ensenada plantea hacer esta transferencia con piezas de tamaño mediano a grande en los métodos actuales de Pruebas no Destructivas tales como inspección visual, Inspección por líquidos penetrantes, radiografía industrial convencional y reparación por soldadura aeroespacial. Esta transferencia despliega varias corrientes de investigación, desde la elección de la metodología adecuada que cubra las

necesidades de la transferencia, configuración de las partes, capacidad de producción, requerimientos gubernamentales, requerimientos de clientes, entre otras.

1.5 Preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son los requerimientos del sistema de gestión de calidad y del cliente Rolls Royce para la certificación?,
- ¿Son necesarias certificaciones externas y/o complementarias para cumplir con los requerimientos de clientes, agencias externas y gubernamentales?
- ¿Cómo gestionaremos los requerimientos necesarios para obtener la certificación?
- ¿La metodología PDCA (*Plan, Do, Check, Act*, por sus siglas en inglés) será la más adecuada para la gestión e implementación de estos requerimientos?

1.6 Justificación

Al adquirir esta certificación se pretende incorporar Rolls Royce como parte de nuestros clientes, estar a la vanguardia en el mercado, aumentar nuestra oportunidad de negocios y competitividad, además de ser un requisito indispensable para ser un proveedor aprobado. Existen varias metodologías para gestionar proyectos- obtener certificaciones, después de la investigación no se encontró alguna metodología específica para la implementación de requerimientos de clientes principales, si existe para implementación de sistemas de calidad pero no de forma específica para NDT, Las plantas hermanas y las empresas solo tienen documentado el proceso por iteración, es decir, a prueba y error, por lo que con este trabajo se pretende utilizar la metodología PDCA para obtener en tiempo y forma la certificación para NDT

Enfatizar los beneficios de PDCA en NDT: tiempos, ahorros, nuevos productos más rápido, te da ventaja competitiva. La implementación de la metodología y los requisitos nos permitirá mejorar el control de los procesos especiales, lo que se traduce en menos escapes, re trabajos y riesgos en posibles accidentes en servicio (durante el vuelo).

1.7 Objetivo General

Certificar los métodos de Rayos X, Líquidos Penetrantes Fluorescentes, Inspección Visual y dentro de las pruebas no destructivas y el proceso especial de soldadura aeroespacial en CPP Ensenada en un periodo no mayor a 2 años, aplicando la metodología PDCA.

1.8 Objetivo Específico

- Analizar los requerimientos necesarios para la implementación de los procesos especiales al sistema de gestión de calidad.
- Establecer los procedimientos y formatos necesarios para la implementación de los procesos especiales.
- Validar los cambios y revisar que cumplan con el sistema de gestión de calidad.
- Capacitar, Calificar y Certificar al personal involucrado con los métodos.
- Programar y aprobar auditorias por parte del cliente (RR).
- Agregar de forma general las etapas en la implementación

1.9 Hipótesis:

Propuesta de hipótesis: La implementación de la metodología PDCA, permite cumplir con los estándares de calidad de proceso de pruebas no destructivas y especificaciones del cliente Rolls Royce, logrando la certificación en tiempo y forma con la menor cantidad de recursos.

Es por esto que el enfoque de este trabajo resulta relevante, ya que permitirá aprovechar años de experiencia y la flexibilidad de la metodología utilizada para la solución de problemas en la gestión de proyectos e introducción de clientes a nuestra cartera de trabajo, lo que permitirá a la compañía ser más competitiva en un mercado acelerado y altamente cambiante.

Capítulo 2: Marco Teórico.

Para entender la metodología PDCA es importante saber el significado de planear, hacer, verificar y actuar. Este ciclo fue desarrollado por el estadounidense Walter A. Shewhart y popularizado por W. Edwards Deming. Esta metodología es utilizada en las empresas para describir los pasos a seguir en el procesos de mejora continua, también es conocido como el circulo de Deming. Cuando la metodología se aplica a la denominación de un producto suele denominarse SDCA (*standardize, Do, Check, Act*, por sus siglas en inglés) estandarizar, Ejecutar, verificar y Actuar.

Los pasos a seguir en la Metodología son:

Planificar: Antes de iniciar cualquier acción es necesario elaborar un diagnóstico de la situación actual para asegurarnos de que la metodología usada está documentada y estandarizada. Con base en los datos recopilados se identifican y definen los problemas y se elabora el plan a seguir en un periodo definido de tiempo.

Se planificarán los costos, se determinarán los KPI y entregables.

Hacer: Consiste en implementar el plan propuesto en la etapa anterior, es recomendable realizar una prueba piloto para identificar variaciones e imprevistos no contemplados en la programación original.

Verificar: Los datos recolectados y registrados durante la fase de implementación son evaluados para verificar las variaciones respecto al programa original. Se compara lo planeado vs lo ejecutado.

Actuar: Se toman las medidas necesarias en función de los resultados obtenidos de la etapa anterior. Si el plan resulto conforme a lo establecido, se fijan nuevos cambios, se notifica al personal involucrado y en cambio, si el plan no tiene éxito se repite el ciclo nuevamente. (Gonzalez Gaya, Domingo Navas, & Sebastian Perez, 2013).

2.1 Sistema de Gestión de calidad Aeroespacial

Para la elaboración del presente trabajo partiremos desde la definición de Gestión de calidad que es el conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que actúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr estos objetivos. (International Organization for Standardization, 2015), el contar con un sistema de gestión de calidad nos permite crear productos más precisos reduciendo la variabilidad en los procesos, para lograr este objetivo la organización internacional para la estandarización mejor conocida como ISO (*International Organization for Standardization*, por sus siglas en inglés) publicó por primera vez la norma ISO9001 en 1987y desde entonces se ha utilizado por diversas empresas para controlar sus procesos de manera más consistente y hacer sus procedimientos más eficientes.

Con los años, los proveedores aeroespaciales se dieron cuenta que la norma ISO9001 no abordaba los requisitos específicos de cada cliente incluidos DoD (*Department Of Defense*, por sus siglas en inglés), la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*, por sus siglas en inglés) la FAA (*Federal Aviation Administration*, por sus siglas en inglés) y compañías aeroespaciales comerciales como Boeing, General Electric, Pratt & Whitney. Estas empresas comenzaron a utilizar ISO9001 además de sus propios requisitos como Boeing y la D1-9000 o la norma Q en el sector automotriz. Posterior a eso los principales fabricantes aeroespaciales combinaron esfuerzos, basándose en la ISO 9001 que dio como resultado la AS9000.

En octubre de 1999 se lanzó en AS9100, una norma complementaria a ISO9001 que aborda expectativas adicionales (55 adiciones y requisitos específicos) de la industria aeroespacial y adhirió métodos de verificación más consistentes y menos auditorias de verificación. (Barker, 2002)

Algunos de los requisitos adicionales son:

- Toma en cuenta la responsabilidad de proporcionar un soporte posterior a la entrega, incluyendo provisión de mantenimiento, repuesta o material para sus propios productos o servicios.
- Se incluyen términos y decisiones como:
 - Falsificación o pieza falsificada.

- Elemento Crítico.
 - Características clave.
 - Seguridad del Producto.
 - Requisitos esenciales.
- Hace énfasis en que el sistema de calidad debe considerar los requisitos del cliente y los requisitos legales y reglamentos aplicables, si hubiera conflicto, estos últimos deben tener prioridad.
 - Debe documentarse la secuencia e interacción de los procesos, así como la asignación de responsabilidades del personal en él.
 - Se debe medir la conformidad del producto y del servicio y el desempeño de entregas a tiempo, así como tomar acciones apropiadas si no se cumplen los resultados.
 - El nombramiento de una persona específica responsable de la alta dirección.
 - Registro y seguimiento de equipo, así como requerimientos para su calibración.
 - Entre otros.

La norma AS9100 en su párrafo 8.5.1.2 menciona a los procesos especiales y los requerimientos de validación y control que deben cumplir, sin embargo no se describe la manera específica ni cuáles son estos procesos especiales, los cuales se describirán a continuación.

2.2 Introducción a los Procesos Especiales.

Según AS9100:2015 procesos especiales son todos aquellos procesos de los que las salidas resultantes no pueden verificarse mediante actividades de seguimiento o mediciones posteriores. (SAE International, 2016) Por lo tanto estos productos y servicios requieren atención especial durante la producción para garantizar que estén libres de defectos.

Dentro de este sector existen varios procesos, dentro de ellos algunos son los procesos especiales tales como: (PRI eAuditNet, 2020)

- Compuestos (COMP) – basado en la lista de verificación AC7118.
- Distribución de Fluidos (FLU) – basado en la listas de verificación de la serie AC7112 y AC7123.
- Electrónica (ETG) – basado en las listas de verificación AC7119, AC7120 y AC7121.

- Laboratorio de Prueba de Materiales (MTL) – basado en las listas de verificación AC7101, AC7101/1-9, AC7101/11 y AC7006.
- Maquinados Convencionales – basado en la lista de verificación de la serie AC7126.
- Maquinados no convencionales (incluyendo EDM, ECM, ECG, LBM) y Realzadores Superficiales (incluyendo “shot peening”, “peen forming”, “glass bead peening”) (NMSE) – basado en la listas de verificación de la series AC7116 y AC7117.
- Procesos Químicos (CP) – basado en las listas de verificación AC7108, AC7108/1 y AC7108/2.
- Pruebas no destructivas (NDT) – basado en la listas de verificación de la serie AC7114.
- Recubrimientos (CT) – basado en la lista de verificación AC7109.
- Selladores Elastoméricos – basado en la lista de verificación AC7115.
- Selladores (SLT) – basado en los estándares SAE AS7200/1, AS7201 y AC7202.
- Soldadura (WLD) – basado en la lista de verificación de la serie AC7110.
- Sujetadores (FAST) – basado en la listas de verificación de la serie AC7113.
- Tratamiento Térmico (HT) – basado en la lista de verificación de la serie AC7102.

Los procesos en las que nos basaremos son las pruebas no destructivas, las cuales se explicarán a continuación.

2.2.1 Pruebas No destructivas

Dentro de los Procesos especiales se encuentran las pruebas no destructivas. “Una definición general de prueba no destructiva es un examen, prueba o evaluación realizada en cualquier tipo de objeto de prueba sin cambiar o alterar ese objeto de ninguna manera, a fin de determinar la ausencia o presencia de condiciones o discontinuidades que puedan tener un efecto sobre la utilidad o servicio de ese objeto”. (Hellier, 2003)

La Norma Mexicana NMX – B- 482 Clasifica las pruebas no destructivas se clasifican en las siguientes técnicas:

- Superficiales. Esta técnica es la idónea para evaluar discontinuidades abiertas a la superficie, incluye los siguientes métodos:
 - Inspección Visual (VT)

- Inspección por Líquidos Penetrantes (PT)
- Partículas Magnéticas. (MT)
- Electromagnetismo o corrientes de Eddy (ET)
- Volumétricas. Se emplean para verificar la sanidad interna de los materiales, incluye los siguientes métodos:
 - Radiografía Industrial (RT)
 - Ultrasonido Industrial (UT)
 - Neurografía (NRT)
 - Emisión Acústica (AE)
- Prueba de inspección de integridad o hermeticidad. Se emplea para determinar la hermeticidad de un equipo o sistema que contiene un fluido a una presión superior, igual o menor a la atmosférica, la practica recomendada SNT- TC- 1a contempla los siguientes métodos:
 - Prueba de Burbuja (BT)
 - Cambio de Presión (PCT)
 - Diodo de Halógeno (HDLT)
 - Espectrómetro de masas (MSLT)

Cada uno de estos métodos requiere capacitación formal (en aula) y práctica siempre bajo la supervisión de un inspector nivel 3 certificado, los tiempos de entrenamiento para personal que desempeñara alguno de estos métodos para el sector aeroespacial se mencionan en la práctica estándar NAS 410 (*National Aerospace standard*, por sus siglas en inglés) esta debe ser documentada para que al finalizar el tiempo de entrenamiento programado se proceda con la certificación.

En esta tesis nos enfocaremos en 4 procesos especiales los cuales se describen de manera general a continuación:

2.2.1.1 Proceso de Inspección Visual (VT)

Inspección visual es el método más sencillo y relativamente barato de pruebas no destructivas, para desarrollar este método no es necesario contar con maquinaria especializada lo más

importante es contar con buena vista. (Hellier, 2003), la Figura 1 Inspector evaluando visualmente una bisagra de puerta principal de avión.



Figura 1 Inspector evaluando visualmente una bisagra de puerta principal de avión.

Existen 2 tipos de inspección visual, directa e indirecta. La directa es la que se desempeña sin la ayuda de aparatos que faciliten la inspección en zonas de difícil acceso y la indirecta se le llama cuando se utilizan espejos y boroscopios, la desventaja de estos es que solo se evalúan indicaciones ya que no es posible obtener dimensiones. La siguiente Figura 2 Proceso de Inspección Visual muestra a detalle el proceso de inspección visual que cumple con los requerimientos de AMS 2175.

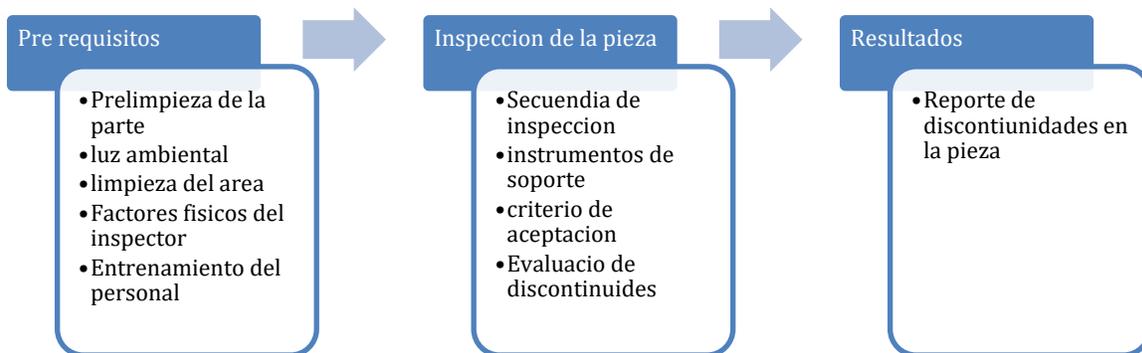


Figura 2 Proceso de Inspección Visual

2.2.1.2 Inspección por líquidos penetrantes (PT)

La inspección por líquidos penetrantes fluorescentes es un método superficial comúnmente utilizado en el sector aeroespacial y automotriz. La fig. 3 muestra la línea de líquidos penetrantes fluorescentes nivel de sensibilidad 2 para piezas de tamaño mediano- grande.



Figura 3 Línea de Líquidos Penetrantes Fluorescentes

El método consiste en aplicar líquido fluorescente sobre la superficie a examinar con la finalidad de que se introduzca por capilaridad a las posibles discontinuidades superficiales, después de transcurrido cierto tiempo de penetración se limpiará el exceso de penetrante: posteriormente se aplica un revelador que es absorbido por el penetrante atrapado en las discontinuidades formando indicaciones sobre un fondo contrastante. La figura 4 muestra el procesamiento de líquidos penetrantes fluorescentes. (Hellier, 2003)

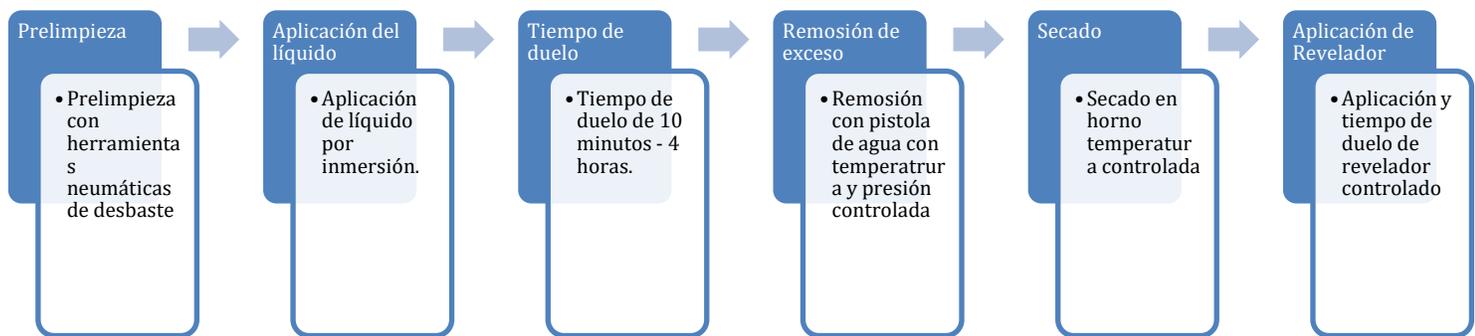


Figura 4 Proceso de líquidos penetrantes fluorescentes

2.2.1.3 Inspección por radiografía industrial (RT)

Es un método de NDT que utiliza radiación ionizante de alta energía, que al pasar a través de un material sólido, parte de su energía se atenúa debido a las diferencias de espesores, densidad o presencia de discontinuidades. La figura 5 muestra gabinetes de disparo de doble mesa con tubos de rayos X de 320 kV.



Figura 5 Radiografía Industrial

Las variaciones de atenuación o absorción de la radiación (X & Y) en un material, son detectadas y registradas en una pantalla fluorescente o en una película radiográfica, obteniéndose una imagen o registro permanente de la estructura interna de una pieza o componente. (Hellier, 2003). En la figura 6 se aprecia el diagrama de flujo del proceso de radiografía industrial.

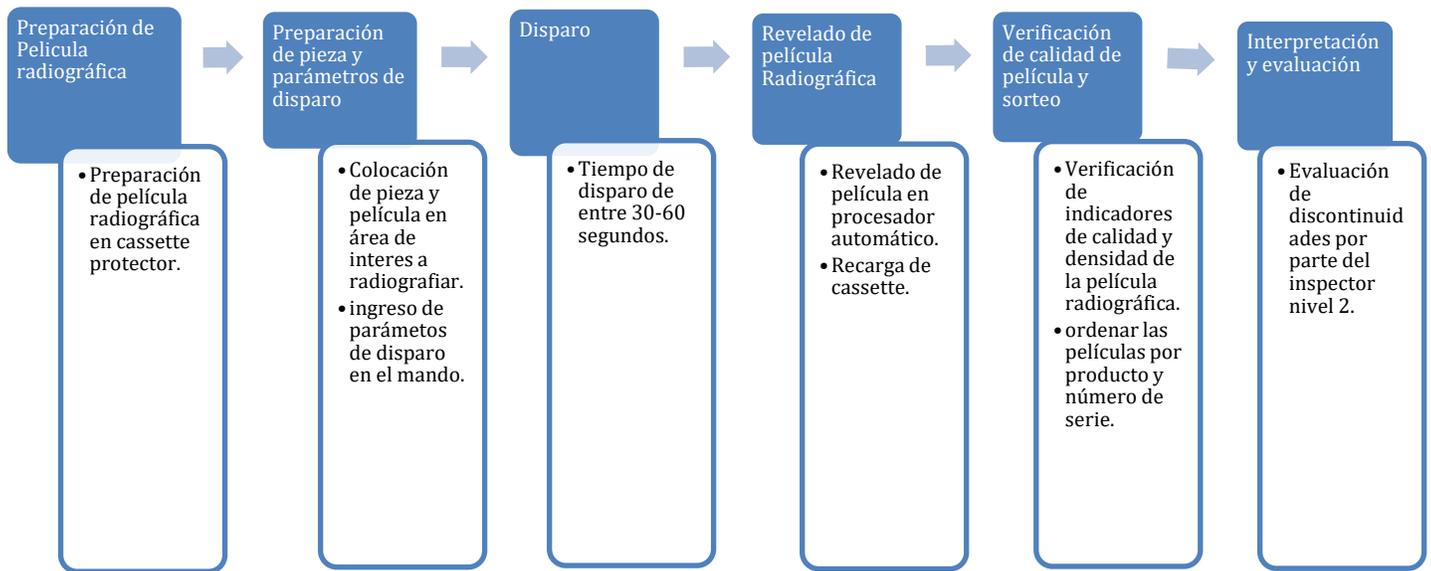


Figura 6 Descripción del Proceso de Radiografía Industrial

2.2.1.4 Soldadura Aeroespacial.

Soldadura puede ser definida como la unión de 2 fuerzas de metal mediante la aplicación de calor con o sin aplicación de presión adicionando material de aporte. También puede ser definida como el enlace metalúrgico logrado por la atracción de fuerzas entre átomos. (Rao, 2009). La figura 7 muestra a un soldador reparando una pieza de superlación de acero (SS 17-4) mediante el proceso de soldadura GTAW.



Figura 7 Proceso de soldadura GTAW

Para el sector aeroespacial, más específicamente durante los procesos de fabricación de proceso primario y secundario la soldadura es mayormente utilizada para la reparación de discontinuidades y unión de sub ensambles. Existen varios tipo de soldadura pero el método más utilizado en el sector es el GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*, por sus siglas en inglés) por las ventajas que ofrece en la calidad de la soldadura. En la figura 8 se muestra el proceso de soldadura GTAW a detalle.

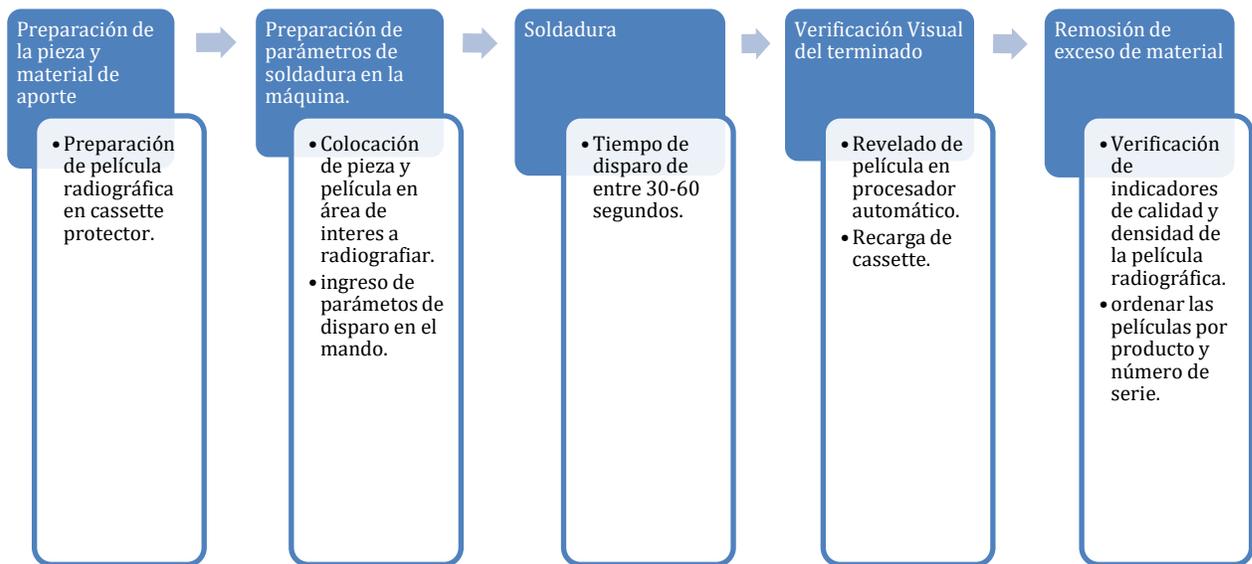


Figura 8 Descripción del Proceso de Soldadura

2.3 Certificación de Pruebas no Destructivas

Para desempeñar el método es necesaria la certificación no solo del personal sino también de las instalaciones, la norma AS 9100 se enfoca en el sistema de calidad por lo cual no es capaz de cubrir a detalle los requerimientos necesarios para el correcto desempeño de las pruebas no destructivas, para esto los clientes principales crearon el Programa Nacional de Acreditación de Contratistas Aeroespaciales y de Defensa, Nadcap. (P.R.I., 2020)

2.3.1 Nadcap

El programa de Nadcap fue establecido en 1900 por la SAE internacional. Nadcap consiste en “Prime Contractors” o Contratistas principales que coordinan junto a proveedores aeroespaciales acreditados criterios de auditoria a nivel industrial para productos y procesos especiales (P.R.I., 2020). A través e PRI (*Performance Review Institute*, por sus siglas en inglés).

Nadcap se encarga de:

- Condensar los estándares de la industria, requerimientos de clientes principales y aeroespaciales que satisfagan los requisitos de todos sus clientes.
- Realizar auditorías de proceso.
- proporciona certificaciones independientes para los procesos Especiales de fabricación en la industria entre ellas las pruebas no destructivas.
- Crear una base de datos en la cual los suscriptores o contratistas principales tienen acceso para verificar que la empresa que les provee los servicios cuente con las certificaciones correspondientes.
- La base de datos sirve como lista de proveedores potenciales por lo que el tener esta certificación expande las fronteras comerciales y se vuelve una ventaja competitiva.

Para lograr la certificación es necesario cubrir con los requerimientos de las guías de certificación que proporcionan una vez que se programa la auditoria.

Aunque Nadcap es uno de los programas de certificación más completo en el sector aeroespacial algunos clientes optan por realizar auditorías por ellos mismos y no a través de un tercero.

2.4 Requerimientos de Rolls Royce

A pesar de que RR es uno de los de los clientes suscritos al programa de Nadcap este solicita requerimientos que sobrepasan los establecidos en la guía de certificación (AC7110, AC7114) estos serán solicitados a RR.

Capítulo 3: Diseño Metodológico

3.1 Diseño de investigación

El estudio describe una investigación no experimental de tipo cuantitativo con un alcance de innovación tecnológica, con base en metodologías existentes se mejorarán los procesos especiales, el cual requiere cumplir con el sistema de gestión de calidad.

Como se mencionó en el marco teórico la metodología a utilizar será PDCA. La figura 9 muestra gráficamente como la metodología tomara los datos actuales como punto de partida y como tras la ejecución de los requerimientos gestionados por la metodología PDCA lograremos la certificación.

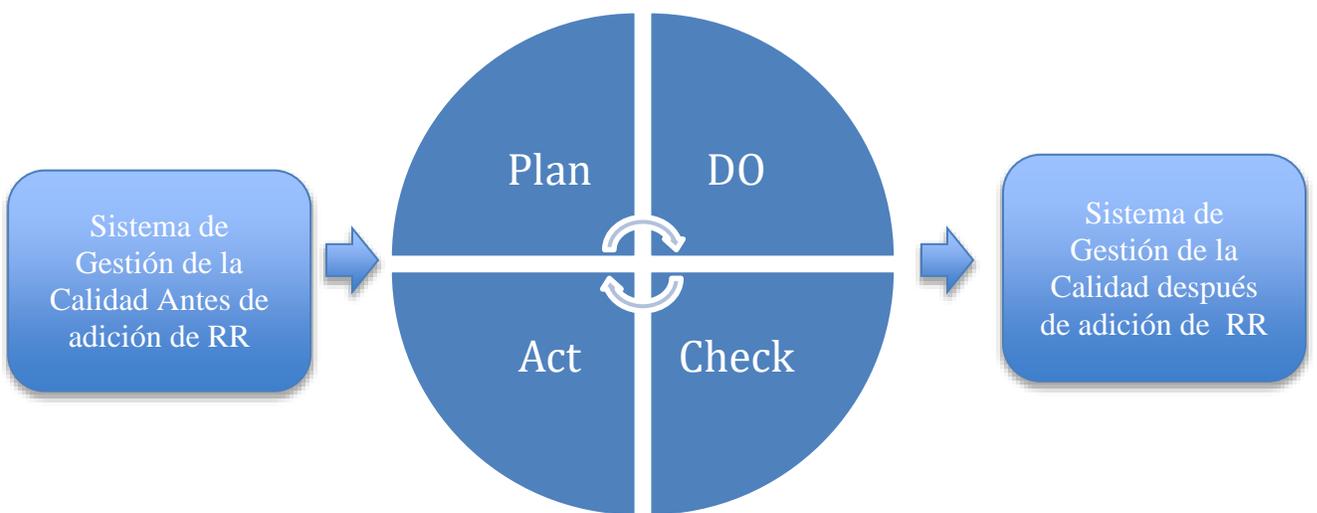


Figura 9 Implementación del ciclo PDCA para la certificación de Procesos Especiales

3.2 Departamentos Participantes

Los departamentos involucrados en la planta de CPP Ensenada son:

- Calidad (4 personas)
- Ingeniería (2 personas)
- Pruebas no destructivas (14 personas)
- Centro de Estudios Tecnológicos y Superiores. (Asesores técnicos)

3.3 Actividades de la metodología PDCA

La metodología PDCA comúnmente es utilizada en la mejora de procesos. En esta tesis apelaremos a esta como herramienta guía para la implementación haciendo uso de su estructura, tomando ventaja de su simplicidad y flexibilidad para adaptarse a distintos tipos de proyectos. Nos apoyara a evaluar, determinar y ejecutar los requerimientos necesarios para la certificación de los 4 métodos. La **Error! Reference source not found.** muestra en términos generales como utilizamos la herramienta de mejora para iniciar con la implementación de la certificación, la tabla muestra los objetivos generales por etapa.

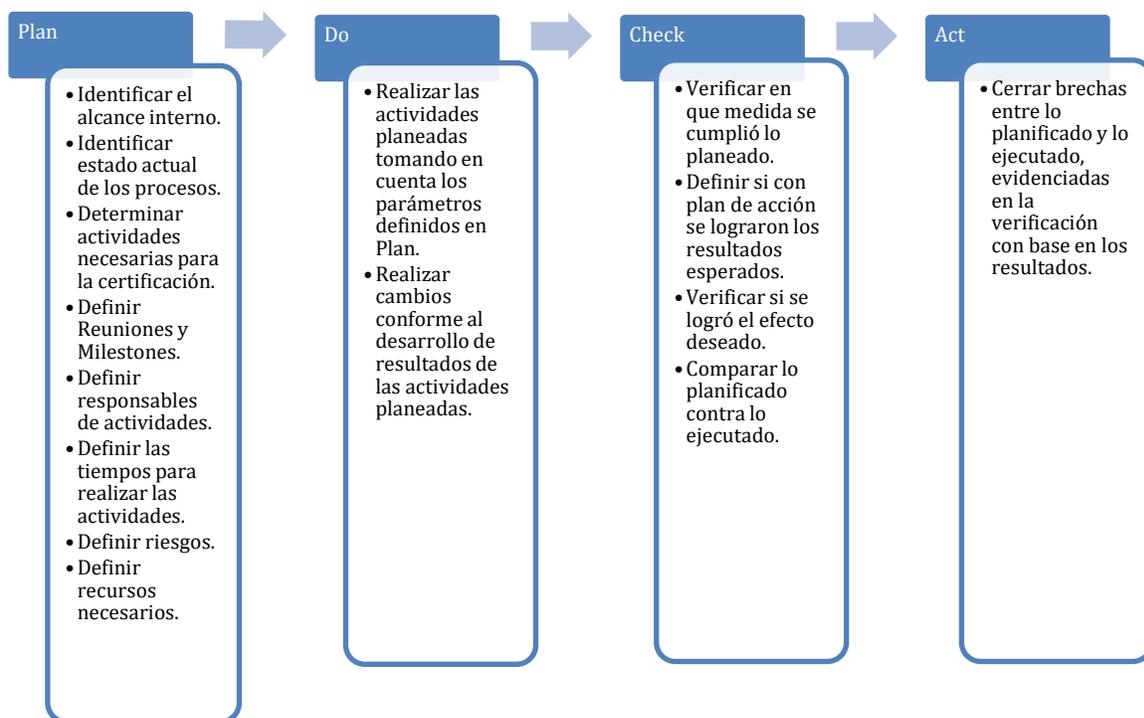


Figura 10 Utilización de PDCA en la implementación de certificación

A continuación se muestra en la Tabla 1 Objetivos específicos y sus entregables por fase.

Tabla 1 Objetivos específicos y sus entregables por fase.

Objetivos Específicos	Entregables
Plan	
Identificar de alcance de certificación por parte del cliente.	Correo por parte del cliente listando los procesos requeridos.
Identificar el estado actual de los procesos	Formato de auditoria interna previa a cambios
identificar procesos necesarios a ser aprobados por el cliente final (RR)	Correo electrónico o forma por parte de RR citando los procesos necesarios a aprobar.
Identificar requerimientos y especificaciones necesarios para certificación.	Notificación formal por parte de RR citando los requerimientos y especificaciones.
Do	
Evaluación y lecturas de especificaciones	Tabla con cambios identificados y requerimientos a adherir a nuestro sistema de calidad, firmado por el nivel 3.
Creación de lista de control de cambios para cada proceso	Lista de forma controlada “control de cambios” aceptada y firmada por el nivel 3 y responsable de calidad.
Modificación de Formatos y Procedimientos	Procedimientos y formas aceptadas y firmadas por el nivel 3.
Aprobación de Formas y Procedimientos elaborados y modificados	Formato de Cierre de hallazgos auditoria interna
Entrenamiento de Personal	Certificados del personal en cada método
Certificación de niveles 3	Certificado de niveles 3 por parte de Rolls Royce
Solicitar auditoria de certificación a Rolls Royce	Forma con No de auditoria por parte de Rolls Royce
Check	

Auditorías internas de verificación a los procesos (VT, PR, PT y welding)	Formato de auditoria interna
Auditoria de Cliente RR	
Act	
Responder Hallazgos de Auditoria	Formato de Acciones correctivas aceptadas por Rolls Royce
Implementación de acciones y observaciones por parte de RR y cambios establecidos en las etapas anteriores.	Matriz de acciones surgidas en las etapas anteriores.

3.3.1 El alcance de la certificación es específicamente para los métodos:

- Inspección Visual (VT, *Visual Testing*, por sus siglas en ingles)
- Rayos X Industrial (RT, *Radiographic Testing*, por sus siglas en inglés)
- Líquidos Penetrantes Fluorescentes (FPI, *Fluorescent Penetrant Inspection*, por sus siglas en inglés) y
- El proceso de soldadura (RWC, *Repair welding of castings*, por sus siglas en ingles)

El personal de NDT que será responsable de la examinación de las piezas aeroespaciales debe ser capacitado, calificado y certificado como nivel 2. En este capítulo vamos a definir de manera general los requisitos para la certificación de personal previos a solicitar la certificación de un Cliente Prime.

3.3.2 Prerrequisitos de Certificación de Cliente Prime:

Antes de comenzar con la certificación del Rolls Royce o cualquier cliente Prime, en el sector aeroespacial es necesario que el laboratorio cumpla con las siguientes normas y practicas recomendadas que agruparemos de la siguiente manera (ver tabla 2):

Tabla 2 Normas y prácticas recomendadas:

	Método	Norma y/o Practica Recomendada
Capacitación, Calificación y Calificación	<ul style="list-style-type: none">• Inspección Visual.• Líquidos Penetrantes.• Radiografía Industrial convencional.• Soldadura	<ul style="list-style-type: none">• SNT-TC-1a / AWS B5.2• NAS 410/EN4179• NAS 410/EN4179 • AWS D17.1 / AMS2694/ ISO 24394

<p>Requerimientos de Proceso</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección Visual. • Líquidos Penetrantes. • Radiografía Industrial convencional. • Soldadura 	<ul style="list-style-type: none"> • AMS 2175/ AWS B5.2 • ASTM 1417 • ASTM 1742 • AWS D17.1 / AMS2694/ ISO 24394
<p>Criterio de Aceptación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección Visual. • Líquidos Penetrantes. • Radiografía Industrial convencional. • Soldadura 	<ul style="list-style-type: none"> • AMS 2175 • AMS 2175 • AMS 2175 • AWS D17.1 / AMS2694/ ISO 24394

Cabe mencionar que pueden variar dependiendo del sector y naturaleza del componente al cual se enfocara el laboratorio.

3.3.3 Capacitación, Calificación y certificación:

Primeramente iniciaremos con las definiciones según SNT- TC – 1A:

Capacitación: Es un programa organizado desarrollado para impartir el conocimiento y habilidades necesarias para la calificación del personal.

Calificación: Es la demostración de competencia de un individuo para realizar actividades de NDT conforme a lo establecido en un procedimiento escrito, un código, norma o practica recomendada, en las cuales, normalmente se requiere la evidencia documentada de escolaridad formal, de examinación visual aprobada, de capacitación/ entrenamiento en el método o métodos de NDT con resultados aprobados (cursos) así como tiempo de experiencia acumulada en el método o métodos de NDT, y, en algunas circunstancias, se puede requerir adicionalmente la demostración consistente en llevar a cabo en el campo de trabajo, una examinación de una

pieza o componente, la interpretación de las discontinuidades y la evaluación de los resultados correspondientes.

Certificación: Es la declaración por escrito en la que se hace constar que alguien está calificado para realizar actividades de NDT en uno o más de un método, para lograrla es necesario aprobar los exámenes correspondientes a cada nivel de certificación.

De acuerdo a NAS 410 existen 4 niveles de certificación de personal los cuales se describirán a continuación:

- Nivel 1 Limitado: es una certificación limitada que permite solo el desempeño de una prueba NDT específica en una parte específica, característica de pieza o ensamblaje. Será directamente responsabilidad del Nivel 2 o 3 para la realización apropiada de la prueba. El individuo conocerá aspectos prácticos del método de NDT calificado y la importancia del seguimiento exacto de los procedimientos. El personal Nivel 1 Limitado no realizará interpretación.
- Nivel 1: Un individuo nivel 1 será directamente responsabilidad del Nivel 2 o 3 para la realización apropiada de la prueba. El individuo conocerá aspectos prácticos del método de NDT calificado y la importancia del seguimiento exacto de los procedimientos. El personal será capaz de desempeñar funciones de tipo operacional como parte de su preparación, registrar los resultados o realizar pruebas específicas de acuerdo con los procedimientos escritos por el nivel 2 o 3. El personal Nivel 1 no realizará interpretación.
- Nivel 2: Adicional a los requerimientos del nivel 1, un individuo nivel 2 será calificado para dirigir y llevar a cabo pruebas del método certificado. El individuo será responsable de preparar y calibrar el equipo (cuando aplique), leer e interpretar indicaciones y evaluarlas con referencia a especificaciones y estándares aplicables. El individuo estará familiarizado a fondo con el alcance y las limitaciones del método, y tendrá la habilidad de aplicar técnicas detalladas a productos o partes dentro de sus límites de calificación. El individuo será capaz de organizar y reportar los resultados de las pruebas.

El individuo tendrá conocimientos teórico/prácticos y estará familiarizado con los manuales y fuentes de información para la asistencia en utilización de las técnicas.

El individuo debe de estar consciente de las limitaciones de los estándares de referencia.

El individuo debe estar familiarizado con el tipo y localización de defectos esperados en el proceso de fabricación usado para hacer partes.

El individuo puede ser requerido para la supervisión o entrenamiento del nivel 1 u otro personal del nivel 2 en el método de prueba que aplique.

- **Nivel 3:** Adicional a los requerimientos del nivel 1 y nivel 2, un nivel 3 será responsable de establecer y aprobar técnicas, aprobar cursos de capacitación, interpretación de especificaciones, estándares y códigos designados para métodos de prueba particulares y las técnicas que se utilizarán, así como determinar las características del equipo, llevar acabo auditorías internas y externas, y debe asegurar por escrito las secuencias adecuadas de las operaciones de NDT. La persona será capaz de evaluar resultados en términos de códigos, estándares y especificaciones existentes, también tendrá una gran experiencia práctica que aplique a materiales de tecnología para ayudar a establecer pruebas y criterios de aceptación cuando ninguno de estos se encuentra disponible.

Durante el proceso para ser calificado y certificado en por lo menos nivel 1 de NDT, la persona será considerada como **Aprendiz**. Un aprendiz debe activamente participar en un programa de capacitación, por un periodo de tiempo documentado, determinado por el supervisor de NDT, y debe trabajar junto con una persona certificada y no debe hacer ninguna prueba independiente, o interpretar algún resultado.

3.3.3.1 Capacitación:

Los candidatos a ser certificados deben completar la capacitación formal cubriendo los principios básicos y técnicas del método en el cual va a desempeñar. Los cuales se incluyen en la Tabla 3 Horas mínimas de capacitación formal para Nivel 1 y 2.

Tabla 3 Horas mínimas de capacitación formal para Nivel 1 y 2.

Método	Nivel 1	Nivel 2 con certificación previa de Nivel 1	Nivel 2 sin certificación previa de Nivel 1
Inspección Visual (VT) (por Snt-Tc-1a)	8 Horas	16 Horas	24 Horas
Inspección por Líquidos Penetrantes (PT)(Nas410)	16 Horas	16 Horas	32 Horas
Inspección Radiográfica (RT)(Nas410)	20 Horas	40 Horas	60 Horas

*Para el nivel 3 se evalúan las horas de entrenamiento en el trabajo para la certificación.

Posterior al entrenamiento formal es el entrenamiento en el trabajo o practico en el cual cada método debe cubrir un requerimiento mínimo de horas, ver Tabla 4 Horas mínimas de entrenamiento en el trabajo para Nivel 1, 2 y 3.

En cambio, para el soldador la AWS D17.1 no especifica un tiempo de entrenamiento formal ni practico, pero se sugiere que se imparta una capacitación similar a la de inspección visual, ya que menciona los elementos básicos de soldadura, sus defectos y causas.

Tabla 4 Horas mínimas de entrenamiento en el trabajo para Nivel 1, 2 y 3.

Método	Nivel 1	Nivel 2 con certificación previa de Nivel 1	Nivel 2 sin certificación previa de Nivel 1
Inspección Visual (VT) (por Snt-Tc-1a)	130 Horas	270 Horas	400 Horas

Inspección por Líquidos Penetrantes (PT)(Nas410)	130 Horas	270 Horas	400 Horas
Inspección Radiográfica (RT)(Nas410)	200 Horas	600 Horas	800 Horas

Después de cubrir con las horas de entrenamiento formal y el trabajo el candidato es apto para ser evaluado.

3.3.3.2 Calificación:

Para la calificación se evaluara al personal candidato a ser certificado, los exámenes deben verificar aspectos de evaluación técnica. Las preguntas del examen para cada nivel deberán ser progresivamente más difícil y representativa del nivel de conocimiento y pericia requerida para cumplir los requerimientos NAS 410 y SNT- TC- 1A.

Se deben efectuar 3 tipos de exámenes:

- **General:** que incluye la teoría principal del método a evaluar.
- **Específico:** que incluye métodos específicos del cliente, piezas y procedimiento interno.
- **Práctico:** donde se pone en práctica todo lo aprendido durante las horas de entrenamiento en el trabajo. Ayuda a evaluar la habilidad del candidato.

Cada una de estas exámenes debe contener al menos 40 preguntas (general y específico) y el práctico debe realizarse con al menos 2 piezas representativas al trabajo que desempeña.

Para la certificación del **soldador**, este debe soldar una placa o tubo que contiene defectos típicos prepararos con anterioridad, en una posición específica. Todos los insumos utilizados deben estar debidamente registrados y certificados.

Después de ser soldada, la placa es evaluada por los métodos de NDT, inspección visual, Líquidos Penetrantes y radiografía industrial. En algunos casos es necesario efectuar tratamiento técnico (temple) para su posterior evaluación, esto bajo requerimientos del cliente final.

3.3.3.3 Certificación:

El responsable nivel 3 es el responsable de la clasificación de las exámenes. El candidato para certificación debe conseguir como mínimo 70% en las evaluaciones específicas y generales. El candidato deberá detectar todas las discontinuidades o condiciones específicas por el Nivel 3 durante la examinación práctica para conseguir por lo menos 70% del resto de la evaluación práctica. El candidato deberá de tener una calificación promedio no menor de 80% para ser una persona elegible para la certificación. Todas las puntuaciones de la examinación serán de igual peso para la evaluación promedio.

Una vez aprobadas las 3 exámenes se procede con la examinación ocular, los requerimientos mínimos son Snellen 20/25 a 16" +/-1", y la prueba de percepción de color ishihara para concluir con la certificación.

Después de ser **soldada**, la placa es evaluada por los métodos de NDT, inspección visual, Líquidos Penetrantes y radiografía industrial. En algunos casos es necesario efectuar tratamiento técnico (temple) para su posterior evaluación, esto bajo requerimientos del cliente final. El soldador también es sometido a la evaluación ocular y debe cumplir con Snellen 20/30 a 16" +/-1".

3.3.4 Fase 1(Plan): Análisis de requerimientos específicos.

En esta etapa se analizarán:

- El estado actual de los procesos especiales, que los prerrequisitos estén debidamente implementados.
- Breve introducción y explicación de los procesos especiales al equipo involucrado.
- Definir concretamente la meta.
- Analizar los elementos necesarios y el alcance para la implementación de los métodos y estos cumplan con el sistema de gestión de calidad.

- Creación de diagrama de Gantt para seguimiento de las acciones. (Ver Anexos)

Requerimientos de Rolls Royce

Para lograr esto se utilizaron especificaciones proveídas por el Rolls Royce y se creó el siguiente diagrama para identificar los requerimientos de certificación. Cabe mencionar que esto solo es diagrama general y dependiendo de las piezas que nuestro cliente requiera puede incorporar o requerir especificaciones adicionales a las mencionadas en el diagrama.

En esta fase se examinarán a fondo las especificaciones aplicables mencionadas en la figura 11, se identificarán los puntos aplicables y su alcance dentro del proceso para determinar las acciones de la fase 2 (Do).

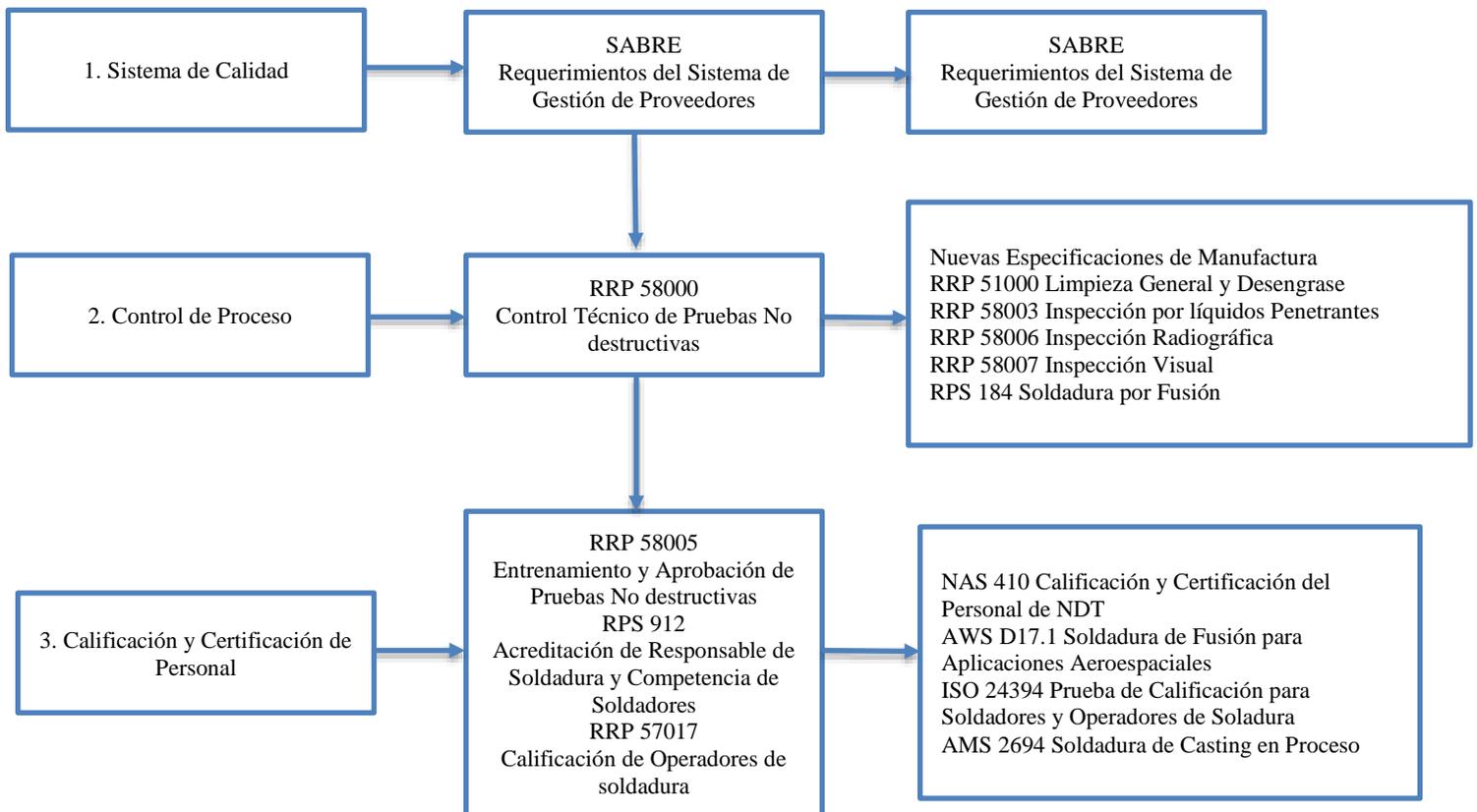


Figura 11 Diagrama de flujo para el control de especificaciones de Rolls Royce

3.3.5 Fase 2 (Hacer, DO): Establecer procedimientos.

Ya identificados los puntos aplicables en las normas y especificaciones se procederá con la elaboración de una lista de verificación donde se listen los cambios que serán añadidos al sistema de gestión de calidad, para proceder a la modificación tanto de procedimientos como de formatos necesarios para la implementación y control de los métodos PT, RT, VT y soldadura. Cada uno de estos cambios debe ser revisado y autorizado por el departamento de calidad y el nivel 3* responsable de la planta.

*El nivel 3

Es el individuo calificado para ser el responsable de establecer técnicas y procedimientos; interpretar códigos, normas y especificaciones para establecer el método de prueba y técnica a utilizarse para satisfacer los requisitos; debe tener respaldo práctico en tecnología de materiales y procesos de manufactura y estar familiarizado con métodos de PND (Pruebas no Destructivas) comúnmente empleados; es responsable del entrenamiento y exámenes de niveles I y II para su calificación. Usualmente suelen ser ingenieros especializados o técnicos muy experimentados. (NAS, 2014).

3.3.5.1 Creación de lista de Verificación:

Para la creación de las listas de verificación se utilizara el mismo orden mencionado en el Figura 11 Diagrama de flujo para el control de especificaciones de Rolls Royce.

3.3.5.1.1 Sistema de calidad

Como se mencionó en el marco teórico la AS9100 es la norma utilizada para gestionar el sistema de Calidad de una empresa del sector aeroespacial y es necesario que esta cuente con una certificación por parte de una entidad acreditada. Por lo general las plantas cuentan con un manual de calidad donde se plasma el alcance y las clausulas aplicables de la AS9100, en el caso de CPP se cuenta con un manual de calidad donde los puntos de diseño (sección 8.3). Por lo tanto para identificar los requerimientos adicionales de Rolls Royce para el Sistema de Gestión de Calidad se comparará con SABRE (Supplier Management System Requirements). Previo a la comparación debe asegurarse que se utilizan las revisiones más actuales de estos documentos. En el apartado de calidad el estado actual es el manual de calidad, por lo tanto la comparación la haremos, la figura 12 muestra gráficamente como el nuevo manual de calidad contendrá los

lineamientos resultado de la comparación de SABRE, AS9100 y la revisión anterior del manual de calidad.

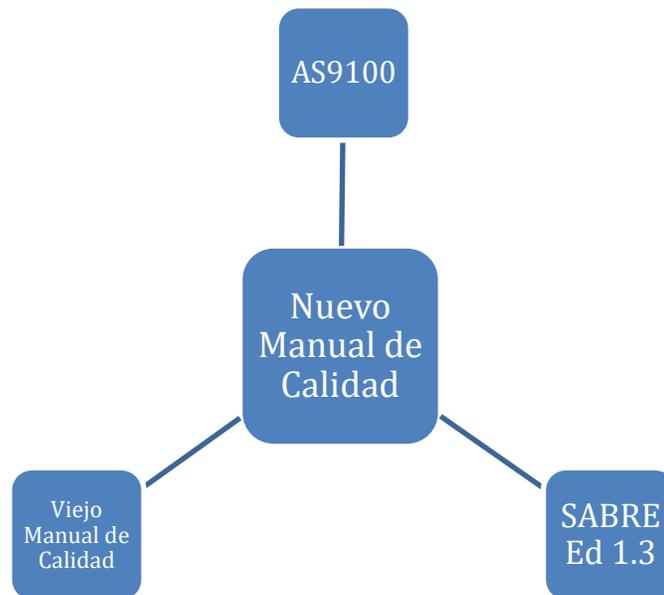


Figura 2 Comparativa AS9100 Rev. D Vs SABRE edición 3 revisión 1.3 Vs Manual de calidad

Se tomaron los 3 documentos y se revisaron a la par cada una de las cláusulas aplicables a CPP Ensenada, siempre tomando en cuenta las diferencias y la necesidad de documentar evidencia objetiva.

3.3.5.1.2 Control de Proceso:

En el párrafo 2.2.1 Pruebas No destructivas se mencionó la clasificación de estos métodos, sin embargo para un mejor entendimiento de los métodos se desglosarán cada uno de ellos para identificar de mejor manera las diferencias del estado actual Vs el proceso con los cambios.

3.3.5.1.2.1 Inspección Visual

Para este método de prueba no destructiva superficial se compararán las siguientes especificaciones y procedimientos en la **Error! Reference source not found.:**

Tabla 5 Especificaciones y Procedimientos de inspección visual

Proceso Especial	Nadcap Checklist	Procedimientos de Ensenada	Rolls Royce
Inspección Visual	N/A	SOP 7.0	RRP58007

De los resultados obtenidos se plasmaran en una tabla de acciones, responsabilidades y se agruparan las causas potenciales en una de las 6 ramas principales del diagrama de Ishikawa (6M), al clasificar las acciones nos ayudará a determinar si es necesario verificarlas, realizar cambios en máquinas, instalaciones, en el personal, en la materia prima o en el proceso. Ejemplo en la Tabla 6 Tabla de acciones y responsables.

Tabla 6 Tabla de acciones y responsables Inspección Visual

Elemento RRP58007	Rama (6M)	Contra medida	Responsable	Fecha compromiso
3.2.2	Medio Ambiente	Cambiar lámpara de luz inspección	Mantenimiento	En diagrama de Gantt
3.3.2	Medio Ambiente	Limpieza diaria de área de inspección.	Inspector	Diariamente
3.5	Medición	Control de calibraciones.	Metrología	Mensual
3.6.1.1	Medición	Medición de sensibilidad.	Inspector	Semanal
Todos	Método	Agregar a procedimiento	Ingeniero de Calidad	En Diagrama de Gantt

3.3.5.1.2.2 Inspección por líquidos Penetrantes

Para este método de prueba no destructiva superficial se compararán las siguientes especificaciones y procedimientos en la

Tabla 7 Especificaciones y Procedimientos de inspección por líquidos penetrantes:

Tabla 7 Especificaciones y Procedimientos de inspección por líquidos penetrantes

Proceso Especial	Nadcap Checklist	Procedimientos de Ensenada	Rolls Royce
Inspección por líquidos Penetrantes	AC7114/1 & AC7114/1S	WIP 4.0	RRP58003

Después de obtener los resultados de la comparación se llenara la Tabla 8 Acciones y responsables líquidos penetrantes Para este método:

Tabla 8 Acciones y responsables líquidos penetrantes

Elemento RRP58003	Rama (6M)	Contra medida	Responsable	Fecha compromiso
3.3.3	Método	Incluir clasificación de penetrante en instrucción específica.	Nivel 3	En Diagrama de Gantt
4.2.5	Método	Pre limpieza antes del proceso	Nivel 3	Diariamente
4.3.4	Método	Horno de secado re circulante	Metrología	Mensual
5.5.1.5	Método	Sumergir el panel en solvente después de usar	Inspector	Semanal
4.9.1	Medición	Temperatura controlada de horno de secado	Metrología	En Diagrama de Gantt
5.5.5.3	Método	Haz de luz UV	Inspector	En Diagrama de Gantt
5.5.7.1	Medición	Calibraciones de indicadores de presión de aire	Metrología	Cada 6 meses
3.4.1	Método	Realizar operación de PT antes de que otra operación afecte la condición superficial	Nivel 3	En Diagrama de Gantt
Todos	Método	Agregar a procedimiento	Nivel 3	En Diagrama de Gantt

3.3.5.1.2.3 Inspección radiográfica

Para este método de inspección volumétrica se compararán las siguientes especificaciones y procedimientos en la Tabla 9 Especificaciones y Procedimientos de inspección Radiográfica:

Tabla 9 Especificaciones y Procedimientos de inspección Radiográfica

Proceso Especial	Nadcap Checklist	Procedimientos de Ensenada	Rolls Royce
Inspección Radiográfica	AC7114/4 & AC7114/4S	WIP 5.0	RRP58006

Después de obtener los resultados de la comparación se llenara la Tabla 10 Acciones y responsables de Inspección Radiográfica para este método:

Tabla 10 Acciones y responsables de Inspección Radiográfica

Elemento RRP58006	Rama (6M)	Contra medida	Responsable	Fecha compromiso
6.6	Método	Control de áreas soldadas.	Ingeniero de calidad	En diagrama de Gantt
18.3.3	Medición	Uso de lupa de X2 para inspección de soldadura	Metrología & Nivel 3	Diariamente
18.4.1	Método	Doble escrutinio a inspectores	Nivel 3	Mensual
Todos	Método	Agregar a procedimiento	Nivel 3	En Diagrama de Gantt

Los checklist o listas de Verificación de Nadcap con terminación “S” significa suplementario, es decir, son requerimientos adicionales de los clientes Prime suscritos al sistema de acreditación Nadcap.

3.3.5.1.2.4 Calificación y Certificación de Personal

Para la calificación de personal en cada uno de los procesos, se realizó la comparación de los requerimientos citados en RRP58005 para procesos especiales de inspección y RRP57017 & RPS 912 para soldadura en la Tabla 11 Especificación y procedimientos de certificación de personal.

Tabla 11 Especificación y procedimientos de certificación de personal

Proceso Especial	Nadcap Checklist	Procedimientos de Ensenada	Rolls Royce
Todos	AC7114/1 & AC7114/1S, AC7114/4 &	WIP 6.0 & WIP 10.0	RRP58005, RRP57017 & RPS 912

	AC7114/4S, AC7110/5, AC7110/5S, AC7110/12 & AC7110/S		
--	--	--	--

Es importante mencionar que algunos requerimientos de Nadcap y otros clientes cumplen o exceden los mencionados por Rolls Royce por lo que no fue necesario modificarlos en el procedimiento interno.

Posterior a la revisión por parte del nivel 3 se procede a realizar los cambios en los procedimientos de procesos de ensayo y de certificación, así como de las técnicas específicas para cada proceso y numero de parte (si es necesario).

3.3.5.2 Modificación de Procedimientos y formatos internos con los requerimientos de Rolls Royce.

Una vez realizada la actividad de comparación de especificaciones y obtenidos los requerimientos adicionales de deben agregar a los procedimientos y formas correspondientes. Solicitar auditoria. Después de realizar los cambios correspondientes de solicitó una auditoria a Rolls Royce para la verificación y validación de cambios a través del Gerente de Calidad. En el caso de CPP enseñada al no ser proveedor directo de Rolls Royce es necesario comunicarnos con el proveedor del siguiente nivel (CPP Pomona) para que solicite al departamento de Procesos Especiales la auditoria y numero de Proveedor.

3.3.6 Fase 3 (Check, Verificar): Validación de cambios y auditorías internas.

En esta fase se procede a auditar con la lista de verificación cada uno de los procesos especiales. Para realizar la auditoria el auditor debe contar con el entrenamiento el aula (calificación)* en el método correspondiente. Es necesario que se asegure de cubrir todos los puntos resultantes de la fase anterior (DO, Hacer).

Tras implementar las auditorías internas a los métodos PT, RT, VT y soldadura, es necesario revisar cada uno de los hallazgos con el nivel 3 para tomar acciones de contención, corrección y prevención de recurrencia. Generalmente en el sector aeroespacial se utiliza se utiliza la metodología RCCA (*Root Cause Corrective action*, por sus siglas en ingles) para responder las

acciones correctivas resultantes de auditorías internas, externas, fallas en el proceso y quejas de cliente.

*El entrenamiento formal o de aula es un programa estructurado para proporcionar conocimientos teóricos y desarrollar habilidades prácticas en un individuo a fin de que realice una actividad definida de inspección. Es indispensable tomar un entrenamiento formal por cada uno de los métodos mencionados (PT, RT, VT y soldadura).

Tras la aceptación de las acciones por parte del departamento de calidad y el nivel 3 se procede a desarrollar las acciones propuestas para corregir y prevenir la recurrencia.

3.3.7 Fase 4 (Act, Actuar): Certificación.

Complementar los requerimientos en la certificación del personal responsable de desempeñar los procesos especiales. Así como de los Niveles 3 por parte del cliente, en el caso de Rolls Royce es necesario viajar a las instalaciones ubicadas en Indianápolis, para otros clientes Prime o principales como Honeywell solo efectúa una examinación en línea con tiempo definido para responder, para clientes como Snecma y Safran es necesario enviar la documentación del personal involucrado así como llenado de una lista de verificación de proceso proporcionada por ellos mismos, aunque la mayoría de ellos se basa en la norma de certificación de personal aeroespacial NAS 410 algunos solicitan requerimientos extras tales como:

- Preguntas específicas de proceso.
- Examen en las instalaciones del cliente principal.
- Examinación por parte de un tercero (Agente Certificador).
- Examen en línea. Entre otras.

Después de realizarse la verificación interna de los procesos se solicita al cliente Prime, es este caso Rolls Royce la auditora de las instalaciones y personal, generalmente el responsable de solicitarla es el Nivel 3 o el gerente de calidad.

Es importante que el Nivel 3 esté presente en todo momento ya que es el responsable interno de conducir la auditoria.

En caso de que el auditor no encuentre alguna no conformidad, se procederá al cierre de la

auditoria y este enviara el certificado de proveedor aprobado y el respectivo número de identificación, para posteriormente verificarlo en la lista de proveedores aprobados o ASL (*Approved Supplier List*, por sus siglas en ingles) el nombre de la lista puede variar dependiendo del cliente con el que se solicita la verificación del método.

CAPITULO 4: Resultados y Discusión

A continuación se citaran los resultados en el mismo orden utilizado en la metodología:

4.1 Plan (Planificar)

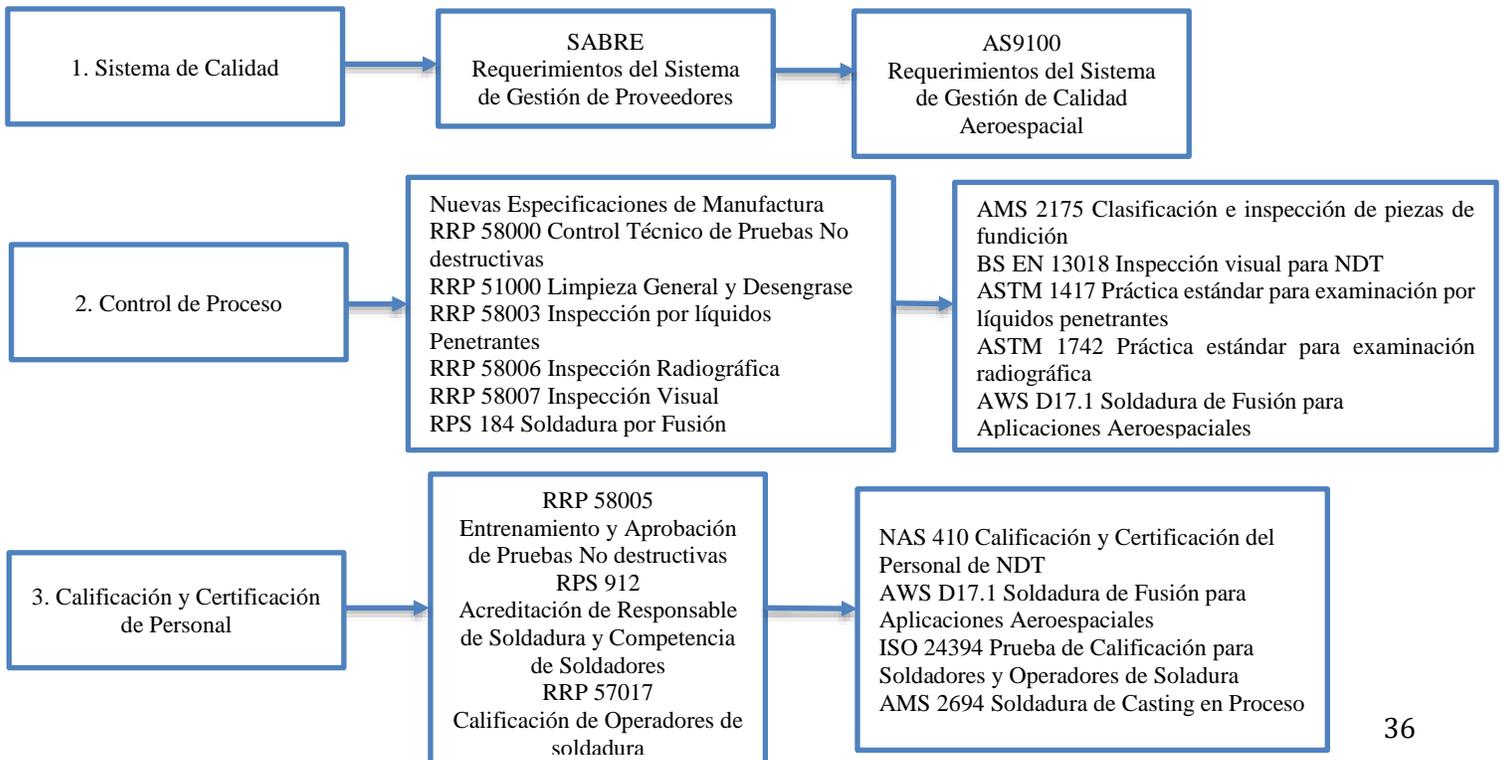
La identificar de alcance de certificación por parte del cliente.

Después de contactar al cliente inmediato y al cliente prime se evaluaron las necesidades del negocio y la capacidad instalada de CPP Ensenada, se determinó que los procesos a certificar son:

- Inspección Visual.
- Inspección por líquidos Penetrantes.
- Inspección Radiográfica.
- Soldadura.

Identificar requerimientos y especificaciones necesarios para certificación.

Los requerimientos y especificaciones necesarios se muestran en el la Figura 11 Diagrama de flujo para el control de especificaciones de Rolls Royce.



La figura 11 muestra el resultado de la investigación del alcance necesario para obtener la certificación, es decir, se agruparon las especificaciones en 3 grupos:

1. Sistemas de calidad
2. Control de Procesos
3. Calificación y certificación de personal.

La segunda columna de izquierda a derecha muestra los requerimientos de RR para ese grupo y la tercera columna el estado actual de la planta y contra lo que se planea comparar.

Como punto importante se encontraron hallazgos al momento de definir el estado actual, el proceso de soldadura e inspección visual no cumplían con lo establecido en los procedimientos en ese momento, por lo que se procedió a implementar acciones a la par del proyecto para cubrir los requerimientos preestablecidos.

La fase plan cubre muy bien los puntos para realizar una buena planificación. Ayudó a plasmar de mejor manera al personal nuevo y a los colaboradores el estado actual de los procesos, las actividades que involucra y la manera de medirlos. Esto permitió mejor visibilidad del equipo para desglosar las actividades, definir responsables, riesgos y recursos necesarios que nos permitieron llegar a nuestro objetivo de la implementación del proyecto de certificación.

4.2 Do (Hacer)

1. Resultado de la comparación de especificaciones de calidad:

La Tabla 12 Lista de Verificación con Requerimientos Adicionales de Rolls Royce para el Sistema de Gestión de Calidad. Muestra los puntos identificados tras la comparación entre AS 9100 y SABRE, estos puntos SABRE exceden los requerimientos mencionados en AS9100 por lo que se tendrá que modificar el manual de calidad para adherir e implementar los cambios necesarios.

Tabla 12 Lista de Verificación con Requerimientos Adicionales de Rolls Royce para el Sistema de Gestión de Calidad.

Clausula	Titulo
Sección 1	
4	CONTEXTO DE LA ORGANIZACION

4.3	Determinación del Alcance del Sistema de Gestión de la Calidad
5	LIDERAZGO
5.3	Roles, Responsabilidades y Autoridades de la Organización
6	PLANIFICACION
6.1	Acciones Para Abordar Riesgos y Oportunidades
7	APOYO
7.1.3	Infraestructura
7.1.5	Recursos de Seguimiento y Medición
7.2	Competencia
7.5	Información Documentada
7.5.3	Control de Información Documentada
8	OPERACION
8.1	Planificación y Control Operacional
8.1.2	Gestión de la Configuración
8.1.3	Seguridad del Producto
8.1.4	Prevención de Piezas Falsificadas
8.2	Requisitos para los Productos y Servicios
8.2.3	Revisión de los requisitos para los Productos y Servicios
8.3.6	Cambios de Diseño y Desarrollo
8.4	Control de los Procesos, Productos y Servicios Suministrados Externamente
8.4.1	Generalidades
8.4.2.1	Transferencia de Trabajo
8.4.2.2	Verificación de los Procesos, Productos y Servicios
8.5	Producción y Provisión del Servicio
8.5.1	Control de la Producción y de la Provisión de Servicios
8.5.1.1	Control del Equipo, Herramienta y Software
8.5.1.3	Verificación de Procesos de Producción
8.5.2	Identificación y Trazabilidad
8.5.4	Preservación
8.6	Liberación de los Productos y Servicios
8.7	Control de las Salidas no Conformes
8.7.3	Desviaciones Permitidas y Concesiones
8.7.4	Control del Producto Re trabajado
9	EVALUACION DEL DESEMPEÑO
9.1	Seguimiento, Medición, Análisis y Evaluación
9.1.1	Generalidades
9.1.2	Satisfacción del cliente
9.2	Auditoria Interna
10	MEJORA
10.2	No Conformidad y Acción correctiva

Tras la lectura del manual de calidad, AS9100 y SABRE estos puntos de la SABRE que exceden los requerimientos de las 2 documentos mencionados al principio por lo cual deben ser anexados al manual de calidad. Uno de los cambios más trascendentes son:

- El nivel 3 debe ser informado del contexto de la organización, el control de operaciones y la evaluación de desempeño.
- Este debe aprobar cada uno de los cambios por ser el representante de calidad de RR en la planta.
- Cada uno del personal involucrado debe firmar un código de ética.
- Los proveedores de producto y servicio deben estar aprobados por RR previamente.
- El nivel 3 se convierte en representante del cliente.

2. Comparación de normas de procesos.

Después de realizar la lectura y comparación de normas y especificaciones se detectaron requerimientos adicionales para el cumplimiento con Rolls Royce, los cuales se listan en la Tabla 13 Lista de Verificación de requerimientos adicionales de Proceso

Tabla 13 Lista de Verificación de requerimientos adicionales de Proceso

Proceso Especial	Requerimiento Adicional
Inspección por líquidos Penetrantes	<ul style="list-style-type: none"> • 3.3.3 La clasificación del penetrante debe ser incluida en la instrucción específica de NDT. • 4.2.5 Las piezas deben ser pre limpiadas con un método aceptable antes de su proceso. • 4.3.4 El horno de secado debe ser de aire re circulante. • Apéndice D, debe utilizarse un panel PSM 5 Para el monitoreo diario del proceso. • 5.5.1.5 Después de utilizar el panel debe permanecer sumergido en solvente. • 4.9.1 El controlador del horno de secado debe mantener una tolerancia de +/-15º F (8.3ºC) o mejor. • 5.5.5.3 El haz de luz UV debe revisarse diariamente. • 5.5.7.1 los indicadores de presión de aire deben calibrarse por lo menos casa 6 meses. • 3.4.1 La operación de PT debe hacerse antes de otra operación que afecte la condición superficial.

Inspección Radiográfica	<ul style="list-style-type: none"> • 6.6 EL control de la soldadura en piezas reparadas debe ser definido. • 18.3.3 El inspector debe usar lupa X2 para inspeccionar soldaduras. • 18.4.1 El personal nivel 2 debe ser sujeto a un doble escrutinio mínimo del 10%.
Inspección Visual	<ul style="list-style-type: none"> • 3.2.2 EL requerimiento mínimo de intensidad de luz visible son 1000lux. • 3.3.2 EL área de inspección debe estar libre de contaminantes. • 3.5 el control de calibraciones debe ser realizado como se indica en la tabla 1 de RRP58007. • 3.6.1.1 debe realizarse una prueba con un lápiz 0.5mm, hacer un alineamiento en una pieza representativa y esta debe ser visible con normalidad en su área de inspección.
Soldadura por Fusión	<ul style="list-style-type: none"> • 8.3.2 Los respaldos de cobre debe estar cromados. • El gas de respaldo debe ser sometido a pruebas de contaminación. • A los soldadores deben ser evaluados mediante el examen de percepción de color (ishihara) • El inspector visual de soldadura debe entrenado mediante RRP58007. • Los análisis metalográficos deben ser realizados en laboratorios aprobados por Rolls Royce.

Los requerimientos de proceso extras más trascendentes después de la comparación son:

- Mitigación de riesgos en el proceso.
- Mejora en pre limpieza de piezas.
- Reducción de tiempo en periodos de verificación de aparatos de medición y control.
- Doble lectura y control de inspección obligatoria.
- Mejora en condiciones en el área de trabajo (luz ambiental).

Esto desplegó que se agregara una línea de pre limpieza alcalina con la capacidad para piezas medianas a grandes. Para Nadcap y el resto de clientes el único proceso que lleva pre limpieza alcalina es líquidos penetrantes finales, y CPP no está autorizado a hacer Líquidos penetrantes finales (última operación) ya que es necesario realizar procesos posteriores como maquinados y tratamiento térmico que se hacen en california. A pesar de argumentar este punto con los ingenieros de procesos de RR estos pidieron la pre limpieza alcalina como requisito obligatorio.

4.2.1 Comparación de especificaciones de calificación de personal

La Tabla 14 Lista de Verificación de requerimientos adicionales de Calificación y Certificación de Personal muestra los requerimientos adicionales obtenidos de la evaluación y comparación del estado actual contra los solicitados por Rolls Royce:

Tabla 14 Lista de Verificación de requerimientos adicionales de Calificación y Certificación de Personal

Proceso Especial	Requerimiento Adicional RRP58005
General	<ul style="list-style-type: none">• 3.5.1 Personal Técnico de NDT debe ser sujeto a evaluaciones anuales.• 3.5.2 los puntos a evaluar son:<ul style="list-style-type: none">○ Inspección.○ Conocimiento de control de especificaciones.○ Aplicación de estándares de calidad.○ Verificación de actividades en el método.○ Revisiones periódicas de agudeza visual.• 3.1.3 El procedimiento interno debe estar aprobado por el responsable nivel 3.• 3.1.5 la inspección de piezas debe ser hecha por un nivel 2 ó 3.• 3.1.2 El procedimiento escrito debe incluir un código de ética.• 58000-3.4.2 El nivel 3 interno debe ser aprobado por Rolls Royce.

Los requerimientos de calificación y certificación de personal más trascendentes después de la comparación son:

- La evaluación no es cada 5 años, debe hacerse una evaluación anual.
- El nivel 3 debe ser aprobado por RR.

La evaluación anual del personal nos permite tener un mejor control del personal y mantener la calibración de criterios de evaluación, lo que nos permite dar mayor seguridad a RR y al resto de clientes con los que ya contamos.

Los puntos anteriores son los resultados de comparar los requerimientos de RR contra lo que actualmente cubre CPP respecto a calidad y procesos especiales, para posteriormente modificar los procedimientos, formatos y manual de calidad existentes.

Las herramientas de la etapa Do ayudaron de manera puntual a desarrollar cada una de las actividades, la tabla de actividades y responsables permitió llevar un seguimiento puntual, el diagrama de Gantt nos proveyó una mejor visualización facilitando el control dinámico característico de esta herramienta para balancear y monitorear las actividades.

4.3 Check (Verificar)

4.3.1 Procesamientos y formas a modificar

Es importante la modificación de los procedimientos ya que en ellos se plasma la metodología de los procesos especiales, además de ser un requerimiento del sistema de gestión de calidad y cliente Prime, nos ayudará a mantener la trazabilidad del proceso, como referencia para consultar por personal de nuevo ingreso y reducir la variación en los resultados. La siguiente tabla (14) muestra cuales son los procedimientos y formas que se modificaron para cumplir con el sistema de calidad, proceso especial y calificación del personal.

Tabla 15 Procedimientos a Modificar por Proceso

	Procedimientos	
	Proceso	Certificación del Personal
Sistema de Calidad	<ul style="list-style-type: none">Manual de Calidad. (Quality System Manual)	
Inspección Visual (VT)	<ul style="list-style-type: none">SOP 7.0 Inspection and Test Status.	<ul style="list-style-type: none">SOP 7.0 Inspection and Test Status.
Líquidos penetrantes (PT)	<ul style="list-style-type: none">WIP 4.0 Fluorescent Penetrant Inspection.WIP 17.0 Alkaline Clean	<ul style="list-style-type: none">WIP 6.0 Procedure for the Certification and Qualification of NDT Personnel
Radiografía (RT)	<ul style="list-style-type: none">WIP 5.0 Radiographic Inspection	<ul style="list-style-type: none">WIP 6.0 Procedure for the Certification and Qualification of NDT Personnel
Soldadura	<ul style="list-style-type: none">WIP 3.0 Procedure for Welding Inconel and Stainless Steel Castings.WIP 7.0 Repair of Castings.	<ul style="list-style-type: none">WIP 10.0 Certification of Welding Personnel.

	<ul style="list-style-type: none"> • WIP 11 0 Procedure for Welding Aluminum. 	
--	--	--

Posterior a la modificación de los procedimientos también es necesario adherir algunos requerimientos y la creación de formas controladas. La modificación de las formas nos ayuda a mantener un registro de datos del proceso para poder monitorear y controlarlo, además de ser la evidencia para demostrar que el proceso se realizó acorde a lo estipulado en los procedimientos del punto anterior. Generalmente las formas son el método más utilizado para generar evidencia requerida por AS9100 y los clientes *Prime* en los procesos especiales. A continuación se muestra la Tabla 16 Formatos a modificar/ crear por Proceso..

Tabla 16 Formatos a modificar/ crear por Proceso.

	Forma Controlada	
	Proceso	Certificación del Personal
Sistema de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • SOP 18.0 • QSMF 021 (Context of the organization log). • Forma cambio de proceso (aprobada por el nivel 3) 	<ul style="list-style-type: none"> • Carta de comportamiento Ético. • Exámenes para certificación de personal.
Inspección Visual (VT)	<ul style="list-style-type: none"> • QSMF 094 Registro de Control de Proceso de Inspección Visual. 	<ul style="list-style-type: none"> • QSMF 048 Entrenamiento para Inspector Visual de soldadura.
Líquidos penetrantes (PT)	<ul style="list-style-type: none"> • QSMF 143 Penetrant Process Check List. • QSMF 049 Process Control Log. 	<ul style="list-style-type: none"> • Forma de evaluación anual. • Adición de preguntas específicas de RR para exámenes de certificación.

	<ul style="list-style-type: none"> • Forma de control de proceso de limpieza alcalina. 	
Radiografía (RT)	<ul style="list-style-type: none"> • QSMF-056 Densitometer Calibration Log. • Double scrutiny form. • SPC monitoreo de inspectores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Forma de evaluación anual. • Adición de preguntas específicas de RR para exámenes de certificación.
Soldadura	<ul style="list-style-type: none"> • SPC monitoreo de eficiencia de los soldadores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Forma examen de la vista.

Todos los cambios en procedimiento y formatos debe ser evaluado y aceptado por el nivel 3 aceptado/ designado por Rolls Royce. Que es lo más importante de esta tabla para que pongas discusión

4.3.2 Certificación de los niveles 3.

Se visitaron las instalaciones del cliente Prime en Indianápolis, fue necesario enviar a 2 personas ya que en RRP 58005 se especifica que debe existir un nivel 3 por cada método, es decir, uno para Líquidos Penetrantes y otro para Radiografía Industrial. No debe ser la misma persona debido a que se corre el riesgo que por l rotación de personal la planta quede sin nivel 3.

Se debe tomas un curso de 16 horas impartido por un tercero (Hellier, año) una agencia certificadora durante 2 días, y el tercero 3 evaluaciones distintas:

- Examen de control técnico de los procesos (RRP 58000)
- Examen general del método (ASTM 1417- ASTM 1742)
- Examen específico (RRP 58003-58006) depende del método.

Los exámenes son a libro abierto pero solo se permite sacar las notas personales, el utilizar especificaciones o cualquier aparato es motivo de descalificación y se anula el examen. Los exámenes fueron aprobados exitosamente figuras 13 y 14.

La etapa Check nos ayudó a visualizar de manera clara las diferencias entre lo planificado y lo obtenido, determinar si se cumplió de manera puntual y cuáles son las áreas de oportunidad para la implementación y gestión de proyectos en el futuro.

4.4 Act (Actuar)

Se realizó la auditoria por parte del representante de Rolls Royce y los resultados fueron los siguientes:

Tres no conformidades menores, las cuales se enlistan a continuación:

- NCR #1 necesita tener una línea de limpieza en sus instalaciones para cerrar este NCR.
- NCR # 2, deberá cambiar su procedimiento para incluir el código de ética y también incluir cuándo sus inspectores deben firmar y renunciar. Debería proporcionarme dónde se realizó el cambio y prueba de dónde firmaron sus inspectores.
- NCR # 3 Salvador y José deben tomar y aprobar la prueba de Rolls-Royce.

Generalmente en el sector aeroespacial se utiliza se utiliza la metodología RCCA (*Root Cause Corrective action, por sus siglas en ingles*) para responder las acciones correctivas resultantes de auditorías internas, externas, fallas en el proceso y quejas de cliente.

Para Responderlas se convocó a una junta multidisciplinaria para responder las no conformidades, se tomaron acciones, se respondió al cliente y se cerraron exitosamente ver anexos (Figura 17, Figura 18, Figura 19)

En esta etapa se cerraron las brechas entre lo planificado y ejecutado, es decir, los resultados obtenidos de la etapa check y las auditorías de verificación internas y de cliente. Esta etapa nos permitió tener lecciones aprendidas sobre la metodología para pulirla y no cometer errores similares en el futuro.

4.5 Discusiones:

La **Fase Plan** al tratar de definir el estado actual de la planta y verificar que cumplíamos con los prerequisites observamos que existían varias no conformidades por lo que tuvimos que agregarlas a puntos a desarrollar en Do.

Durante la **Fase Do** Rolls Royce solicitó agregar la evaluación de Nivel 3 de inspección Visual por lo que tuvimos que reestructurar la fase, afortunadamente en esta fase al verificar las especificaciones nos percatamos que uno de los cambios en la especificación de calificación de personal es que el nivel 3 de líquidos penetrantes puede fungir como nivel 3 de inspección visual, por lo que no fue necesario al final realizar el cambio.

La Fase **Check** observamos que nuestros auditores internos no cuentan con el entrenamiento básico en el método, algo solicitado por Nadcap por lo que las auditorías internas tuvieron que ser desarrolladas por el nivel 3 y se programó el entrenamiento para que los auditores internos puedan auditar NDT, además tras la auditoría de RR surgieron 3 no conformidades.

En Act se cerraron las brechas entre lo planificado y ejecutado, es decir, se cerraron las 3 no conformidades recibidas por RR y las observaciones realizadas al proceso para hacerlo más robusto. Esta etapa nos permitió tener lecciones aprendidas sobre la metodología para pulirla y no cometer errores similares en el futuro.

Capítulo 5: Conclusiones

La implementación de la metodología PDCA permitió cumplir con los estándares de los procesos en pruebas no destructivas para Rolls Royce, la naturaleza de iteración de la metodología facilitó reaccionar oportunamente a los sucesos no esperados, estos ajustes permitieron recalendarizar algunas fechas que el cliente solicitó sin impacto en las fechas compromiso finales. Respecto a los recursos financieros no hubo contratiempos en lo planeado.

Durante el desarrollo de este proyecto se identificó que:

- Es importante definir el estado actual de los proyectos a implementar esta metodología, esto nos permitió llevar de mejor manera el control de los recursos financieros y la implementación de las actividades en tiempo y forma.
- Es importante que el equipo de trabajo comprenda la naturaleza del proyecto y los procesos que involucra para poder iterar de manera eficiente y aprovechar en mayor medida el control dinámico que ofrece la herramienta PDCA.
- La metodología ofrece la ventaja de que en caso de que los obtenidos planeados no sean los obtenidos hacer una segunda iteración lo cual permite 2 cosas:
 - Cumplir el objetivo sin descartar los avances obtenidos.
 - Aprendizaje para mejorar la metodología para la aplicación en proyectos similares.
- La metodología por su sencillez es amigable con otras herramientas y metodologías lo que facilitó incorporarse a lo establecido en el sistema de calidad y en los procesos de Pruebas no destructivas.

Cabe destacar que durante la implementación del proyecto, más precisamente durante la etapa de planeación se encontraron hallazgos al momento de definir el estado actual, el proceso de soldadura e inspección visual no cumplían con lo establecido en los procedimientos en ese momento, por lo que se procedió a implementar acciones a la par del proyecto para cubrir los requerimientos preestablecidos.

En conclusión la estructura de la metodología fue efectiva ya que permitió ajustar de manera oportuna las variables que representaron riesgo.

Lista de referencias bibliográficas

- ASNT. (22 de Noviembre de 2018). *About the American Society for Nondestructive Testing*. Obtenido de American Society for Nondestructive Testing Web Site: <https://asnt.org/MinorSiteSections/AboutASNT>
- ASTM International. (22 de Noviembre de 2018). *The History of ASTM International*. Obtenido de ASTM International: https://www.astm.org/ABOUT/history_book.html
- ASTM, A. E. (2014). *Standard Practice for Manufacturing Characteristics of Digital Detector Arrays*. West Conshohocken, Pennsylvania: ASTM International.
- Barker, E. M. (22 de Noviembre de 2018). *Aerospace's AS9100 QMS Standard*. Obtenido de Quality Digest: <https://www.qualitydigest.com/magazine/2002/may/article/aerospace-as9100-qms-standard.html#>
- Gonzalez Gaya, C., Domingo Navas, R., & Sebastian Perez, M. A. (2013). *Técnicas de Mejora de Calidad*. Madrid: Universidad Nacional De Educacion a Distancia UNED.
- Hellier, C. J. (2003). *Handbook of NonDestructive Evaluation*. United States of America: McGraw Hill.
- Huang, W. (2012). The Application of PDCA Cycle Management in Quality Control of Cultural Relics Protection. En Z. C. Zhang L., *Engineering Education and Management. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 112* (págs. 625-360). Springer, Berlin, Heidelberg.
- International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9000: International standards for quality management*. Genève, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO. (1997). *Friendship Among Equal*. Geneva 20, Switzerland: ISO Online.
- ISO. (2008). *ISO 9001:2008(en) Quality management systems — Requirements*. Switzerland: ISO (the International Organization for Standardization).
- ISO. (2015). *ISO 9001:2015 Quality management systems — Requirements*. Switzerland: ISO (the International Organization for Standardization).
- Kraai, B. (2016). Digital Radiography in Industry: Digital Detector Array in Radiographic Testing. *NDT Technician Newsletter, Vol. 15, No. 3*, 1-6.
- Meng-Meng Ren, Ning Ling, Xia Wei, & Shu-Hai Fan. (2015). The Application of PDCA Cycle Management in Project Management. *2015 International Conference on Computer Science and Applications (CSA)* (págs. 268-272). Wuhan: doi: 10.1109/CSA.2015.84.
- NAS, A. I. (2014). *NAS CERTIFICATION & QUALIFICATION OF NONDESTRUCTIVE TEST PERSONNEL*. Arlington, VA: ospace Industries Association of America Inc.
- P.R.I. (04 de May de 2020). *about-nadcap*. Obtenido de Performance Review Institute Web site: <https://p-r-i.org/nadcap/about-nadcap/>
- PRI eAuditNet. (04 de May de 2020). *eAuditNet*. Obtenido de Audit Criteria Documents: <https://www.eauditnet.com/eauditnet/eandocuments/manage.htm>
- Rao, k. P. (2009). *Manufacturing Science and Technology - Manufacturing Processes and Machine Tools*. Daryaganj, New Delhi: New Age International.
- SAE International. (2016). *Quality Management Systems - Requirements for Aviation, Space, and Defense Organizations*. Geneva 20, SWITZERLAND: SAE International.
- Schulenburg, L. (2017). Industrial X-ray Inspection: A Guide to Customized Inspection Solutions and Digital Radiography – Part 1. *NDT Technician Newsletter, Vol. 16, No. 2*, 4-10.

- Schulenburg, L. (2017). Industrial X-ray Inspection: A Guide to Customized Inspection Solutions and Digital Radiography – Part 2. *NDT Technician Newsletter, Vol. 16, No. 3*, 1-8.
- Schulenburg, L. (2017). Industrial X-ray Inspection: A Guide to Customized Inspection Solutions and Digital Radiography – Part 3. *NDT Technician Newsletter, Vol. 16, No. 4*, 1-6.
- SCT. (8 de Noviembre de 2018). *Prensa: Con una exhibición culmina la Feria Aeroespacial México 2017*. Obtenido de Secretaria de Comunicaciones y Transporte: <https://www.gob.mx/sct/prensa/con-una-exhibicion-aerea-culmina-la-feria-aeroespacial-mexico-2017>

Anexos

Tabla 17 Tabla de Actividades por objetivo específico

Actividades a Realizar por Objetivo Especifico
Identificar de alcance de certificación por parte del cliente
Enviar correo al cliente directo (CPP Pomona)
Determinar procesos que el cliente requiere
Email CPP Pomona
Identificar procesos necesarios a ser aprobados por el cliente final (RR)
Identificar procesos acorde a los requerimientos del cliente directo (CPP Pomona)
Solicitar a RR los estándares requeridos para los procesos requeridos
Correo electrónico por parte de RR
identificar requerimientos y especificaciones
identificar requerimientos y especificaciones para Inspección Visual
identificar requerimientos y especificaciones para FPI
identificar requerimientos y especificaciones para Rayos X
identificar requerimientos y especificaciones para Soldadura
Correo electrónico por parte de RR con estándares
Evaluación y lecturas de especificaciones
Evaluación y lectura de especificaciones para inspección visual
Evaluación y lectura de especificaciones para FPI
Evaluación y lectura de especificaciones para Rayos X
Evaluación y lectura de especificaciones para Soldadura
Aceptación por parte del nivel 3 de matriz de cambios por método
Creación de checklist con cambios para cada proceso
Creación de checklist con cambios para el proceso de inspección Visual
Creación de checklist con cambios para el proceso FPI
Creación de checklist con cambios para el proceso Rayos X
Creación de checklist con cambios para el proceso de Soldadura
Verificar Checklist de elementos a modificar
Aceptación por parte del Nivel 3
Modificación de Formatos y Procedimientos
Calcular las horas hombre necesarias para la modificación
Asignar los procedimientos al personal para modificar
Comenzar la modificación de los procedimientos
Presentar los procedimientos al Nivel 3 y departamento de calidad para su verificación
Realizar cambios sugeridos por nivel 3 y departamento de calidad
Firma de aceptación de procedimientos por el nivel 3

Aprobación de Formas y Procedimientos
Llenar forma de modificación/ Creación de procedimientos y formas
Recaudar firmas necesarias para modificación
Entregar documentos al departamento de calidad (control de documentos)
Subir actualización de procedimientos al Sistema de Calidad
Realizar auditoria Interna de los 4 métodos
Revisión de resultados de auditoria interna
Revisión de Hallazgos
Formato de Cierre de hallazgos auditoria interna
Entrenamiento de Personal
Notificar a Angel Carrillo actualización de documentos
Certificados del personal en cada método
Notificación a Rolls Royce
Notificar a Rolls Royce sobre el cumplimiento de requerimientos
Solicitar auditoria
Programar auditoria
Realización de auditoria
Cierre de auditoria
Revisión de Hallazgos
Realizar acciones correctivas de hallazgos
Enviar Acciones correctivas a Rolls Royce
Aprobación de Acciones correctivas
Obtención de Certificado de Rolls Royce
Obtención de Supplier Vendor Number
Certificado de Rolls Royce
Certificación de niveles 3
Notificación al cliente sobre prospectos Nivel 3
Elaborar position paper para la certificación de Niveles 3
Reservar lugar en la universidad
Comprar boletos de avión
reservar hotel
Realizar viaje a Indianápolis
Tomar el curso
Realizar Examen
Regresar a Ensenada
Notificar a CPP Pomona y CPP COI
Notificar a RR aprobación de examen
Solicitar Supplier Vendor Number a RR
Certificado de niveles 3 por parte de Rolls Royce

En el siguiente diagrama, se muestra el cronograma de tiempo previsto para un proyecto utilizando la metodología PDCA:

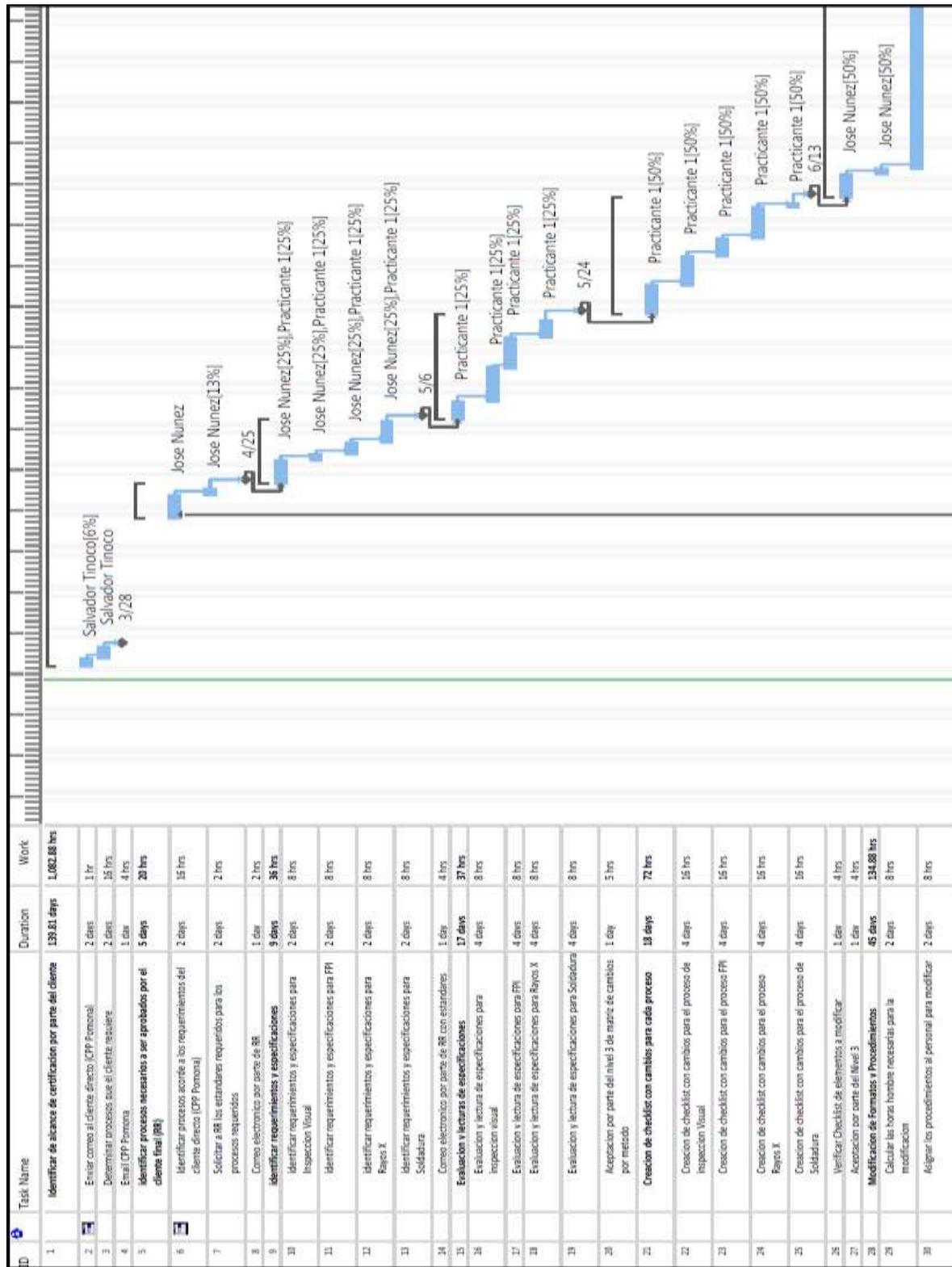
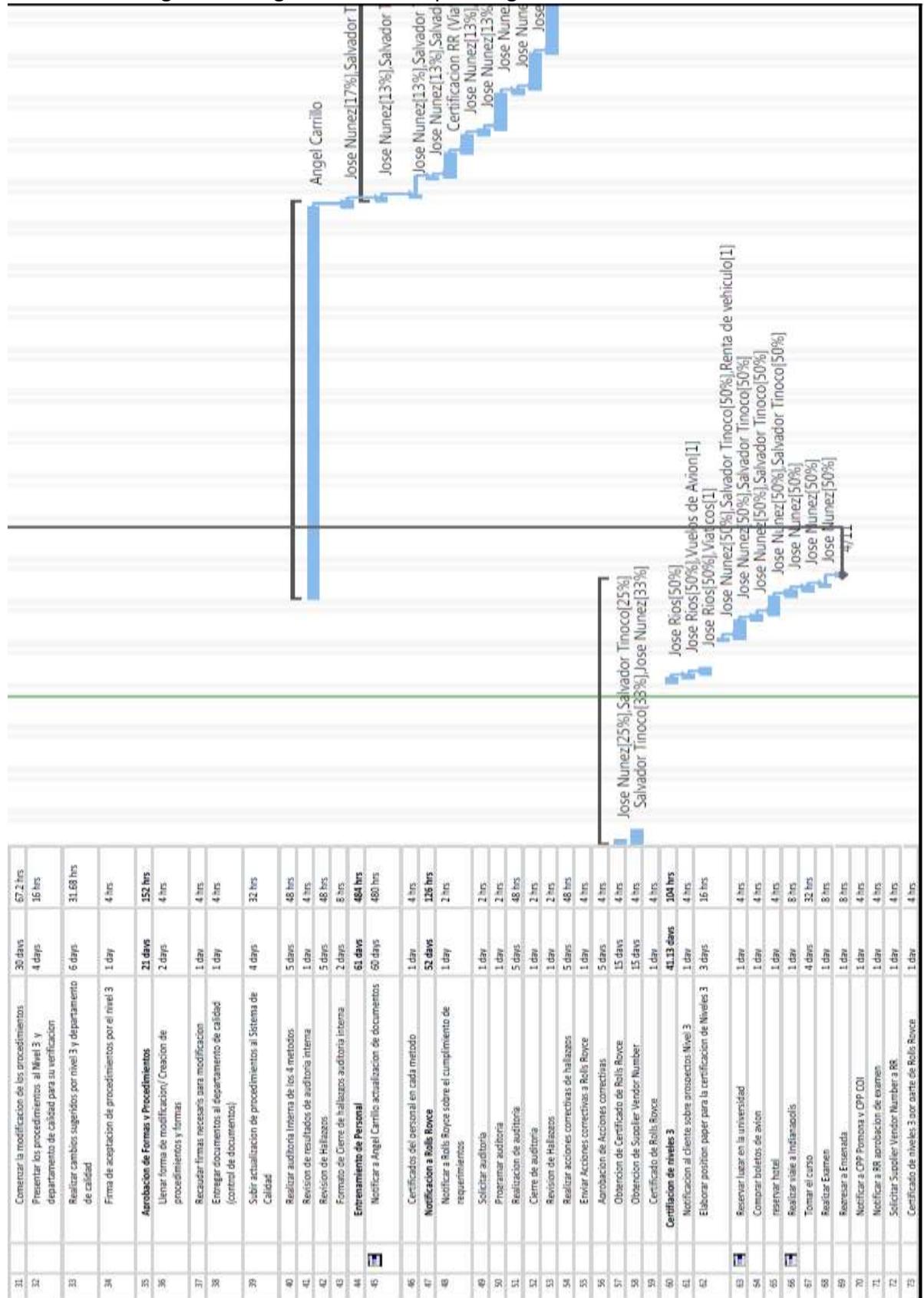


Figura 12 Diagrama de Gantt para seguimiento de acciones

Continuación Figura 12 Diagrama de Gantt para seguimiento de acciones:





Rolls-Royce

Phone: +1(317)230-2478
Fax: +1(317)230-5820

21st April 2019

Gustavo Fierro
Consolidated Precision Products – Ensenada Mexico
KM 97.5 Carr
Tijuana/Ensenada
Baja California CP22760
Mexico

SUBJECT: CONTROL OF NON-DESTRUCTIVE TESTING

Dear Mr. Fierro,

Mr. Jose Nunez is hereby approved by Rolls-Royce to control NDT within your facility in accordance with the requirements of RRP 58000. This approval covers Penetrant Inspection per RRP58003.

This approval applies to all Rolls-Royce production organization approval holders (POAH) for which Consolidated Precision Products – Ensenada Mexico holds a specific certificate of approval for, i.e. Rolls-Royce Corporation, Rolls-Royce plc, Rolls-Royce Deutschland etc. and is subject to the following:

1. Mr. Nunez's external Level 3 qualification administered in accordance with NAS410 must be maintained by re-certification at least every five years.
2. Mr. Nunez is formally appointed as your company NDT Level 3 and his responsibilities are clearly defined within your company quality documentation.

This approval may be withdrawn whenever the responsibility for Control of Non Destructive Testing on Rolls-Royce product is found to be unfulfilled.

If the above Level 3 position is vacated, you shall notify Rolls-Royce Materials, Laboratory and Engineering at Rolls-Royce Corporation immediately and nominate a qualified replacement within twenty (20) days in order to maintain your facility NDT approval.

Regards,
ROLLS-ROYCE

Randy Miller
NDT Engineer Level 3

cc: NDT File

Figura 13 Carta de Aprobación Nivel 3 PT



Rolls-Royce

Phone: +1(317)250-2478
Fax: +1(317)250-5820

21st April 2019

Gustavo Ferro
Consolidated Precision Products - Ensenada Mexico
KM 97.5 Carr.
Tijuana/Ensenada
Baja California CP22760
Mexico

SUBJECT: CONTROL OF NON-DESTRUCTIVE TESTING

Dear Mr. Ferro,

Mr. Salvador Tinoco is hereby approved by Rolls-Royce to control NDT within your facility in accordance with the requirements of RRP 58000. This approval covers Radiography per R-RP58000.

This approval applies to all Rolls-Royce production organization approval holders (POAH) for which Consolidated Precision Products – Ensenada Mexico holds a specific certificate of approval for, i.e. Rolls-Royce Corporation, Rolls-Royce plc, Rolls-Royce Deutschland etc. and is subject to the following:

1. Mr. Tinoco's external Level 3 qualification administered in accordance with NAS410 must be maintained by re-certification at least every five years.
2. Mr. Tinoco is formally appointed as your company NDT Level 3 and his responsibilities are clearly defined within your company quality documentation.

This approval may be withdrawn whenever the responsibility for Control of Non Destructive Testing on Rolls-Royce product is found to be unfulfilled.

If the above Level 3 position is vacated, you shall notify Rolls-Royce Materials, Laboratory and Engineering at Rolls-Royce Corporation immediately and nominate a qualified replacement within twenty (20) days in order to maintain your facility NDT approval.

Regards,
ROLLS-ROYCE

Randy Miller
NDT Engineer Level 3

cc: NDT File

Figura 14 Carta de Aprobación para RT

Nuñez, Jose

From: Miller, Randy E <Randy.E.Miller@Rolls-Royce.com>
Sent: Tuesday, September 24, 2019 10:30 AM
To: Tinoco, Salvador
Cc: Fierro, Gustavo; Nuñez, Jose
Subject: RE: [EXTERNAL] RE: NCR,s Supplier portion
Attachments: image001.jpg.html

Salvador,
I have closed all of the NCRs. Thanks for being patient with me.

Randy Miller
NDT Engineer Level 3
External Labs
Rolls-Royce Corporation
Mobile: (317) 410-5172
E-Mail: randy_e_miller@rolls-royce.com
Location: MC SB-Floor 3

From: Tinoco, Salvador [mailto:Salvador.Tinoco@cppcorp.com]
Sent: Tuesday, September 24, 2019 10:40 AM
To: Miller, Randy E
Cc: Fierro, Gustavo; Nuñez, Jose
Subject: RE: [EXTERNAL] RE: NCR,s Supplier portion

Hi Randy,

There you go , let me know for anything else

Regards

Thank You

From: Miller, Randy E [mailto:Randy.E.Miller@Rolls-Royce.com]
Sent: Tuesday, September 24, 2019 6:52 AM
To: Tinoco, Salvador
Cc: Fierro, Gustavo; Nuñez, Jose
Subject: [EXTERNAL] RE: NCR,s Supplier portion

Warning: This Email may contain a virus or could be a phishing attempt. Please inspect the contents before opening any attachments or links

Salvador,
I don't remember and maybe you sent it to me but could you send me your procedure WIP 6.0? Thanks.

Randy Miller
NDT Engineer Level 3

1

Figura 15 Cierre de NCR



Rolls-Royce

Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG, Eichenweg 11, D-15827 Blankenfelde-Mahlow, Germany

CPP Ensenada
Quality Manager
KM. 97.5 Carretera
Tijuana/ Ensenada
El Sauzal de Rodriguez
Baja California, Mexico
CP22760

Direct dial/Durchwahl: [REDACTED]
Direct fax/Fax: [REDACTED]
Date/Datum: [REDACTED]
Our ref/Unser Zeichen: -
Your ref/Ihr Zeichen: -

Approval No.: [REDACTED]
Vendor Code: [REDACTED]

Dear Sir or Madam,

Based on Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG Supplier Oversight, we are pleased to grant your company a new approval for the delivery of aeronautical products and/ or services within the scope as listed on the attached Approval Certificate.

Please note, that your company may only carry out work for Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG within the scope of this approval certificate. Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG is a Part 21 approved "Production Organisation" under control of the German Airworthiness Authority „Luftfahrt-Bundesamt" and hence approvals/authorizations from other Rolls-Royce companies cannot be read across for Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG.

The approval granted is dependent on the agreed standards being maintained by your company and may be revoked at any time by Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG if it is found that these standards are no longer being followed. If the approval is revoked, all other approvals granted by Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG shall automatically become invalid.

Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG
Stz/Registered Office: Dahlewitz, Deutschland, Registergericht/Court of Register: Amtsgericht Potsdam HRB 2731 P.
Personlich haftende Gesellschafterin/General Partner: Rolls-Royce General Partner Limited.
Stz/Registered Office: Derby, United Kingdom, Register: Registry of Companies Wales and England, 4066556.
Directors: Axel Arendt (Chairman), Dr. Norbert Arnold

Figura 16 Certificado de Aprobación de Rolls Royce

NON-CONFORMITY REPORT				NCR No.	1
				Date Raised	10-Apr-18
NCR Co-ordinator		Applicable Function	Vendor		Vendor Contact
Randy Miller		Quality	Consolidated Precision Products		Gustavo Fierro
Tel	317-410-5172		Vendor Code(s)		Tel 646-210-3029
email	Randy.e.miller@Rolls-Royce.com				e-mail Gustavo.fierro@CPPCorp.com

REQUIREMENTS				CATEGORY (major / minor)
SABRe Section	SABRe Paragraph			
Special Process	A	A5.7 - Corrective Action		Minor
	B	B5.1 - Production [process requirements]		
	C	N/A		
	RRES 900009	N/A		
	SPG/TSM	NDT		

DESCRIPTION OF FINDING(S)		
<p>CPP does not have a cleaning line. They currently do a grit blast prior to FPI. CPP does not do any final FPI which makes a nonissue at this time. In the future CPP would like to perform final FPI which would require them to perform some type of cleaning process after the grit blast. RRP 58003 paragraph 4.2.2 f. requires a part to be cleaned and dried after grit blasting.</p>		
PERSON ACCEPTING FINDING	NAME Gustavo Fierro	Position Quality Manager

RESPONSE BY AUDITEE		Response to finding(s) due date:	31-Aug-18
Audited organisation to complete the sections and return to audit team leader			
<p>CONTAINMENT: For potential product escape, 48 hour containment shall be implemented CPP Ensenada will not perform FPI to any Rolls-Royce casting until validate the Alkaline cleaning line. CPP Ensenada must set an alkaline cleaning line prior to FPI inspection, quote all the necessary materials and a written procedure.</p>			
<p>ROOT CAUSE(S): For 'Major' product verification non-conformance a 7-Step PIR shall be complete and attached to the NCR. CPP Ensenada does not perform final FPI at any time, the sandblast cleaning was the only requirement for others current job specifications since we just do preliminary FPI, this is why CPP Ensenada do not do any type of cleaning mentioned in RRP 58003 para. 4.2.2.f.</p>			
CORRECTIVE ACTIONS:		OWNER	COMMITTED DATE
<p>CPP Ensenada adapted an area and set the alkaline cleaning line tanks prior to FPI process, and validated the process according to RRP 58003 Rev J Appendix E and RRP51000. CPP Ensenada created Procedure WIP 15.0 to comply with Rolls-Royce process requirements during the operation.</p>		Salvador Tinoco	August 2019
Corrective Action Plan Agreed (NCR Co-ordinator)	Salvador Tinoco	DATE	20-Aug-18
		Planned Completion Date	30-Aug-19

Figura 17 NCR 1 Adicion de Limpieza Alcalina

NON-CONFORMITY REPORT				NCR No.	2
				Date Raised	10-Apr-18
NCR Co-ordinator	Applicable Function	Vendor	Vendor Contact		
Randy Miller	Quality	Consolidated Precision Products	Gustavo Fierro		
Tel	317-410-5172	Vendor Code(s)	Tel	646-210-3029	
email	Randy.e.miller@Rolls-Royce.com		E-mail	Gustavo.fierro@CPPCorp.com	

REQUIREMENTS				CATEGORY (major / minor)
SABRe Section	SABRe Paragraph			
Special Process	A	A5.7 - Corrective Action		Minor
	B	B5.1 - Production [process requirements]		
	C	N/A		
	RRES 900009	N/A		
	SPG/TSM	NDT		

DESCRIPTION OF FINDING(S)		
<p>CPP does not have an approved Rolls-Royce Level 3 for FPI and x-ray. RRP58000 paragraph 3.4.2 requires that a supplier has approved Rolls-Royce Level 3 for each NDT method that approval is required.</p>		
PERSON ACCEPTING FINDING	NAME Gustavo Fierro	Position Quality Manager

RESPONSE BY AUDITEE		Response to finding(s) due date:	31-Aug-18		
<p>Audited organisation to complete the sections and return to audit team leader</p>					
<p>CONTAINMENT: For potential product escape, 48 hour containment shall be implemented CPP Ensenada will not perform any Rolls-Royce casting yet until obtain the approval, and will make the indicated certification process for both methods (FPI and RT).</p>					
<p>ROOT CAUSE(S): For Major product verification non-conformance a 7-Step PIR shall be complete and attached to the NCR. Since CPP Ensenada was no longer performing Rolls-Royce casting in the past years, the certification was no consider as priority after former certified Level 3 broke work ties.</p>					
CORRECTIVE ACTIONS:		OWNER	COMMITTED DATE		
<p>CPP Ensenada will request the Rolls-Royce Approval by scheduling the training and examinations for Level 3 in X-Ray and FPI methods to comply with RRP58000.</p>		Salvador Tinoco	26-April-19		
Corrective Action Plan Agreed (NCR Co-ordinator)	Salvador Tinoco	DATE	11-Jul-18	Planned Completion Date	26-Apr-19

Figura 18 NCR 2 Aprobación de Niveles 3

NON-CONFORMITY REPORT				NCR No.	3
				Date Raised	10-Apr-18
NCR Co-ordinator		Applicable Function	Vendor		Vendor Contact
Randy Miller		Quality	Consolidated Precision Products		Gustavo Fierro
Tel	317-410-5172		Vendor Code(s)		Tel 646-210-3029
email	Randy.e.miller@Rolls-Royce.com				e-mail Gustavo.fierro@CPPCorp.com

REQUIREMENTS				CATEGORY (major / minor)
SABRe Section	SABRe Paragraph			
Special Process	A	A5.7 - Corrective Action		Minor
	B	B5.1 - Production [process requirements]		
	C	N/A		
	RRES 900009	N/A		
	SPG/TSM	NDT		

DESCRIPTION OF FINDING(S)		
<p>CPP does not have a code of ethics in their internal procedure. RRP58005 paragraph 3.1.2 requires that a supplier written have code of ethics shall be acknowledged by NDT personnel when being approved and at least every five years.</p>		
PERSON ACCEPTING FINDING	NAME Gustavo Fierro	Position Quality Manager

RESPONSE BY AUDITEE		Response to finding(s) due date:	31-Aug-18
<p>Audited organisation to complete the sections and return to audit team leader</p>			
<p>CONTAINMENT: For potential product escape, 48 hour containment shall be implemented All certified NDT inspectors must be acknowledged and sign a code of ethics at least every five years.</p>			
<p>ROOT CAUSE(S): For Major product verification non-conformance a 7-Step FIR shall be complete and attached to the NCR. Even though the internal procedure WIP 6.0 mention it and is part of the training process, there was not a specific written evidence of the certified inspector to be aware of the code of ethics as is mentioned in RRP58005 para. 3.1.2.</p>			
CORRECTIVE ACTIONS:		OWNER	COMMITTED DATE
<p>Create a format with the code of ethics to be signed by every certified inspector and attached to their certifications records, and modify internal procedure WIP 6.0 with the code of ethics requirements.</p>		Salvador Tinoco	27-Jul-18
Corrective Action Plan Agreed (NCR Co-ordinator)	Salvador Tinoco	DATE	11-Jul-18
			Planned Completion Date
			27-Jul-18

Figura 19 NCR 3 Adición del Código de Ética al Procedimiento