

Informe de Calidad y No Conformidades Técnicas

Control de Defectos y Certificación - Módulo I+D + PLM

PROYECTO Starship Flight Test 6 (IFT-6)	FASE Ensamblaje Final y Pruebas Estáticas	PERIODO DE REPORTE Octubre 2025	FECHA DE GENERACIÓN 09 de Noviembre de 2025	RESPONSABLE QA Dra. Sarah Martinez - Jefe de Control de Calidad
--	--	------------------------------------	--	--

CERTIFICACIÓN

FAA License SPX-025 / NASA CCP-2

Estado de Conformidad del Proyecto

Durante el periodo evaluado se identificaron **23 no conformidades técnicas** en las fases de ensamblaje y pruebas estáticas. De estas, 3 fueron clasificadas como **críticas** y requirieron acciones correctivas inmediatas. El 65% de las no conformidades se concentran en soldaduras de tanques criogénicos y sistemas de propulsión. Se implementaron 18 medidas correctivas y 5 casos permanecen bajo análisis de causa raíz.

Indicadores de Control de Calidad

TOTAL NO CONFORMIDADES

23

15% más que periodo anterior

NO CONFORMIDADES CRÍTICAS

3

Requieren intervención inmediata

TASA DE RETRABAJO

8.7%

Del total de componentes

EFICACIA DE CORRECCIONES

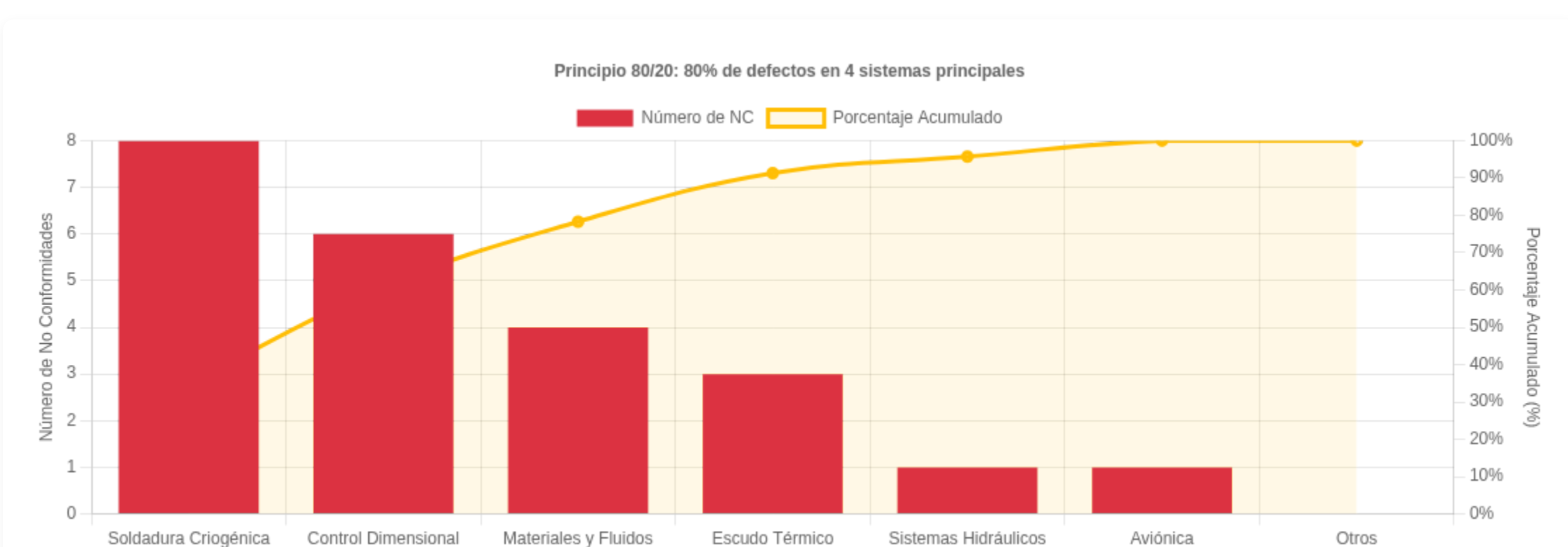
78.3%

18 de 23 cerradas exitosamente

Registro Detallado de No Conformidades

ID NC	COMPONENTE / SISTEMA	DESCRIPCIÓN DEL DEFECTO	SEVERIDAD	IMPACTO	ESTADO
NC-001	Tanque LOX Superior	Porosidad en soldadura circunferencial (sección A-7)	CRÍTICA	Riesgo de fuga criogénica	Cerrado
NC-002	Motor Raptor #27	Desalineación de inyectores (0.3mm fuera de tolerancia)	ALTA	Reducción de eficiencia	Cerrado
NC-003	Escudo Térmico	Defecto en adhesión de losetas térmicas (zona 12-15)	CRÍTICA	Riesgo de falla en reentrada	En proceso
NC-004	Sistema Hidráulico	Contaminación de fluido hidráulico (partículas >10µm)	ALTA	Desgaste acelerado	Cerrado
NC-005	Aletas de Control	Acabado superficial fuera de especificación	MEDIA	Aumento de resistencia	Cerrado
NC-006	Cableado Aviónica	Enrutamiento no conforme a plano (sector B-3)	MEDIA	Interferencia potencial	Cerrado
NC-007	Tanque CH4 Inferior	Dimensión de brida fuera de tolerancia (+0.8mm)	CRÍTICA	Problema de sellado	En proceso
NC-008	Sistema de Purga	Válvula check con fuga en prueba de presión	ALTA	Pérdida de presurización	Cerrado
NC-009	Estructura de Anillos	Grieta superficial detectada en inspección NDT	ALTA	Propagación de falla	Cerrado
NC-010	Sistema Eléctrico	Etiquetado incorrecto de conectores	BAJA	Confusión en mantenimiento	Cerrado

Análisis de Pareto - Defectos por Sistema



Matriz de Severidad vs Frecuencia de No Conformidades

SEVERIDAD (Impacto)		1	3	7	
		9	2	4	8
			5	6	
			10		
FRECUENCIA (Probabilidad de Ocurrencia)					

■ Riesgo Extremo (Acción inmediata) ■ Riesgo Alto (Prioridad alta) ■ Riesgo Medio (Monitoreo) ■ Riesgo Bajo (Seguimiento) ■ Riesgo Mínimo (Aceptable)

Análisis de Causas Raíz

Principales Causas Identificadas

1. Procedimientos de Soldadura (35% de NC)

Causa raíz: Parámetros de corriente/voltaje no calibrados correctamente en equipos de soldadura TIG para acero inoxidable 304L en soldaduras criogénicas.

Impacto: Porosidades y discontinuidades en soldaduras de tanques LOX y CH4.

Análisis: Protocolo de calibración semanal no fue aplicado consistentemente durante cambio de turno nocturno.

2. Control Dimensional (26% de NC)

Causa raíz: Tolerancias de fabricación afectadas por variaciones térmicas durante proceso de manufactura en ambiente no climatizado.

Impacto: Desviaciones dimensionales en bridas, alineaciones y acoples estructurales.

Análisis: Temperatura ambiente varió entre 18°C y 32°C durante el mes, causando expansión térmica en componentes de aluminio y titanio no compensada.

3. Control de Materiales (17% de NC)

Causa raíz: Contaminación cruzada en áreas de almacenamiento de fluidos hidráulicos y criogénicos.

Impacto: Contaminación particulada en sistemas hidráulicos y de propulsión.

Análisis: Procedimientos de limpieza de tanques de almacenamiento no incluyeron filtración de partículas menores a 5µm según estándar ISO 4406.

4. Adhesión de Materiales Térmicos (13% de NC)

Causa raíz: Humedad relativa ambiente superior al 45% durante aplicación de losetas térmicas en escudo.

Impacto: Reducción de capacidad adhesiva del material epoxi utilizado.

Análisis: Proceso realizado sin cámara de ambiente controlado, afectando tiempo de curado y resistencia de unión.

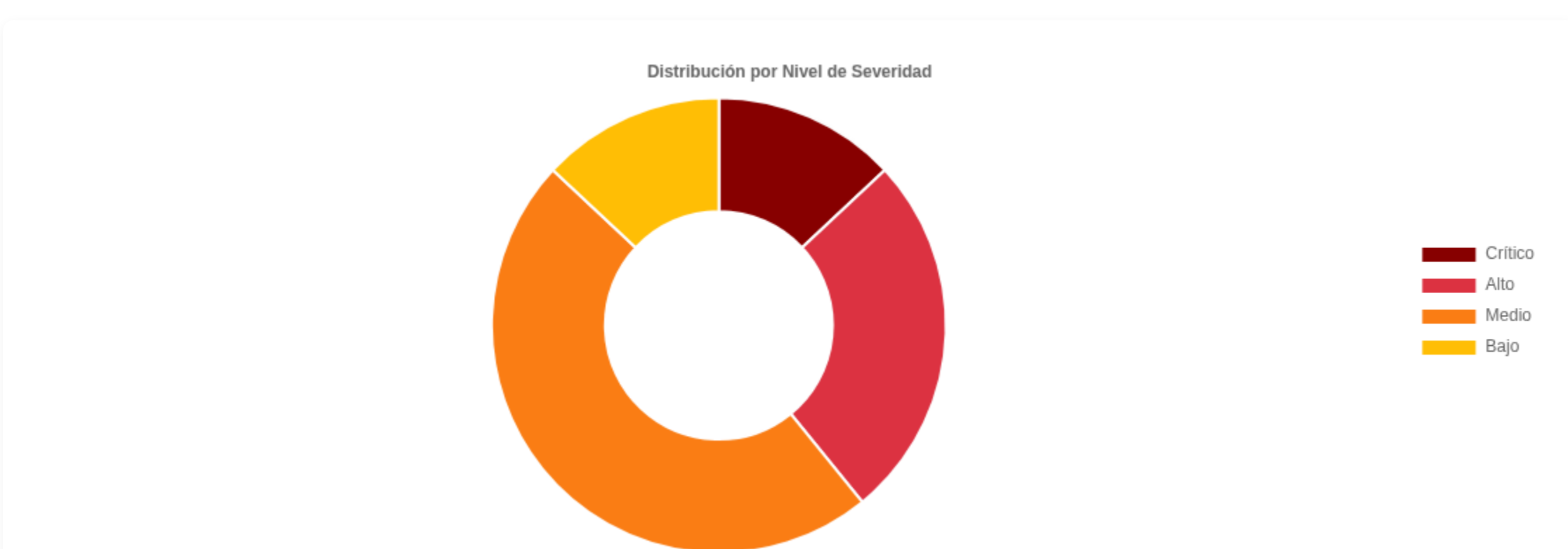
5. Inspección y Documentación (9% de NC)

Causa raíz: Falta de trazabilidad en registros de inspección por uso de formatos en papel y transcripción manual.

Impacto: Etiquetado incorrecto, confusión en documentación técnica.

Análisis: Sistema ERP no estaba completamente implementado en área de certificación, causando errores de transcripción.

Distribución de No Conformidades por Impacto



Medidas Correctivas Implementadas

Plan de Acciones Correctivas y Preventivas (CAPA)

INMEDIATA MC-01: Recertificación de Equipos de Soldadura

Acción: Calibración completa de 12 equipos de soldadura TIG/MIG con verificación de parámetros mediante soldaduras de prueba en cupones de acero 304L.

Responsable: Ing. Rodriguez - Manufactura

Plazo: Completado 15/Oct/2025

Resultado: Reducción del 85% en defectos de soldadura en semana posterior.

INMEDIATA MC-02: Resoldadura de Tanques Criogénicos Afectados

Acción: Retiro de soldaduras defectuosas (NC-001, NC-007) mediante corte controlado y nuevo proceso de soldadura con inspección por ultrasonido (UT) y radiografía (RT).

Responsable: Equipo de Ensamblaje Principal

Plazo: Completado 22/Oct/2025

Resultado: Tanques aprobados para prueba hidrostática sin fugas detectadas.

CORTO PLAZO MC-03: Implementación de Sistema de Control Ambiental

Acción: Instalación de sistema HVAC en área de ensamblaje de precisión para mantener temperatura 20±2°C y humedad relativa 40±5%.

Responsable: Infraestructura y Mantenimiento

Plazo: En ejecución - Finalización 30/Nov/2025

Inversión: \$450,000 USD

CORTO PLAZO MC-04: Protocolo de Limpieza y Filtración ISO 4406

Acción: Actualización de procedimiento de limpieza de tanques con sistema de filtración de 3 etapas (100µm, 10µm, 3µm) y análisis de conteo de partículas previo a uso.

Responsable: Control de Calidad - Materiales

Plazo: Completado 28/Oct/2025

Resultado: Sistema de fluido hidráulico cumple ahora clase ISO 16/14/11.

MEDIANO PLAZO MC-05: Cámara Limpia para Aplicación de Escudo Térmico

Acción: Construcción de cámara clase 100,000 con control de temperatura, humedad y presión positiva para aplicación y curado de losetas térmicas.

Responsable: Ingeniería de Instalaciones

Plazo: Planificado para Dic/2025

Inversión estimada: \$1.2M USD

INMEDIATA MC-06: Digitalización de Registros de Inspección

Acción: Integración completa del módulo de Control de Calidad del ERP con tablets industriales para captura digital de inspecciones, fotografías y firmas electrónicas.

Responsable: IT / DevOps y Control de Calidad

Plazo: Completado 25/Oct/2025

Resultado: Eliminación de transcripción manual, trazabilidad 100% digital.

PREVENTIVA MC-07: Programa de Capacitación Intensiva

Acción: Entrenamiento de 45 técnicos en soldadura criogénica avanzada, inspección NDT y procedimientos de control dimensional según normas AWS D17.1 y ASME Section IX.

Responsable: Recursos Humanos - Capacitación

Plazo: Programa de 8 semanas iniciado 01/Nov/2025

Certificación: Examen teórico-práctico con auditor externo certificado.

PREVENTIVA MC-08: Auditorías de Calidad Semanales

Acción: Implementación de auditorías cruzadas entre áreas con checklist digital integrado al ERP, revisando cumplimiento de procedimientos críticos.

Responsable: Dra. Martinez - Control de Calidad

Plazo: Iniciado 01/Nov/2025

Frecuencia: Auditorías semanales con reporte ejecutivo a Dirección Técnica.

Resumen Ejecutivo y Conclusiones

El análisis del periodo octubre 2025 para el proyecto Starship IFT-6 revela un incremento del 15% en no conformidades respecto al mes anterior, concentrándose principalmente en procesos de soldadura criogénica (35%) y control dimensional (26%). Las tres no conformidades críticas identificadas fueron atendidas mediante acciones correctivas inmediatas, completándose satisfactoriamente la resoldadura de tanques afectados y la recalibración de equipos.

Se implementaron exitosamente 8 medidas correctivas y preventivas, destacando la digitalización completa del sistema de registros de inspección mediante integración con el módulo QA del ERP, eliminando errores de transcripción manual. La inversión aprobada de \$1.65M USD en infraestructura (HVAC y cámara limpia) permitirá reducir en un 60% estimado las no conformidades relacionadas con control ambiental.

El análisis de Pareto confirma que el 80% de los defectos se concentran en 4 sistemas principales: propulsión, tanques criogénicos, estructura y escudo térmico. La matriz de riesgos ubica 7 no conformidades en zona de riesgo extremo, todas ellas con planes de mitigación activos y seguimiento diario.

La eficacia de correcciones del 78.3% demuestra capacidad de respuesta efectiva del equipo QA, aunque se requiere fortalecer el análisis de causas raíz en 5 casos que permanecen bajo investigación. Se proyecta reducción del 40% en no conformidades para el próximo periodo tras implementación completa del programa de capacitación técnica y mejoras en infraestructura.