

Informe de Operaciones y Misiones de Lanzamiento

Control de Misión y Evaluación de Desempeño Operativo

MISIÓN	VEHICULO	FECHA DE LANZAMIENTO	HORA (UTC)	SITIO DE LANZAMIENTO	DIRECTOR DE OPERACIONES
Starship Integrated Flight Test 6 (IFT-6)	Ship 31 + Booster 13	19 de Octubre de 2025	14:37:18 UTC	Starbase OLP - Boca Chica, TX	Dr. William Gerstenmaier

Estado de la Misión: ÉXITO PARCIAL

La misión IFT-6 alcanzó **87% de los objetivos primarios** establecidos. El lanzamiento y ascenso se completaron nominalmente con 33 motores Raptor operando correctamente. La separación de etapas ocurrió según lo planificado a T+2:45. El Super Heavy Booster 13 completó el retorno controlado pero **no se logró la captura mecánica con los brazos del lanzador** debido a parámetros de guiado fuera de límites operacionales, ejecutándose el splashdown seguro en el Golfo de México como procedimiento de contingencia. El Ship 31 completó exitosamente la trayectoria suborbital, reentrada controlada y amerizaje preciso en el Océano Índico con sistema de protección térmica operativo al 100%.

Indicadores Clave de Desempeño de la Misión

CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS 87% 13 de 15 objetivos completados	TASA DE ÉXITO DEL PROGRAMA 93.3% Starship (6 vuelos acumulados)	DESVIACIÓN DE CRONOGRAMA +18 min Retraso por condiciones atmosféricas	INCIDENCIAS CRÍTICAS 1 Aborto de captura de booster
DURACIÓN TOTAL DE VUELO 65.4 min Nominal según perfil de misión	DATOS TELEMÉTRICOS 847 GB Recopilados y en análisis		

Línea Temporal de Eventos de Vuelo

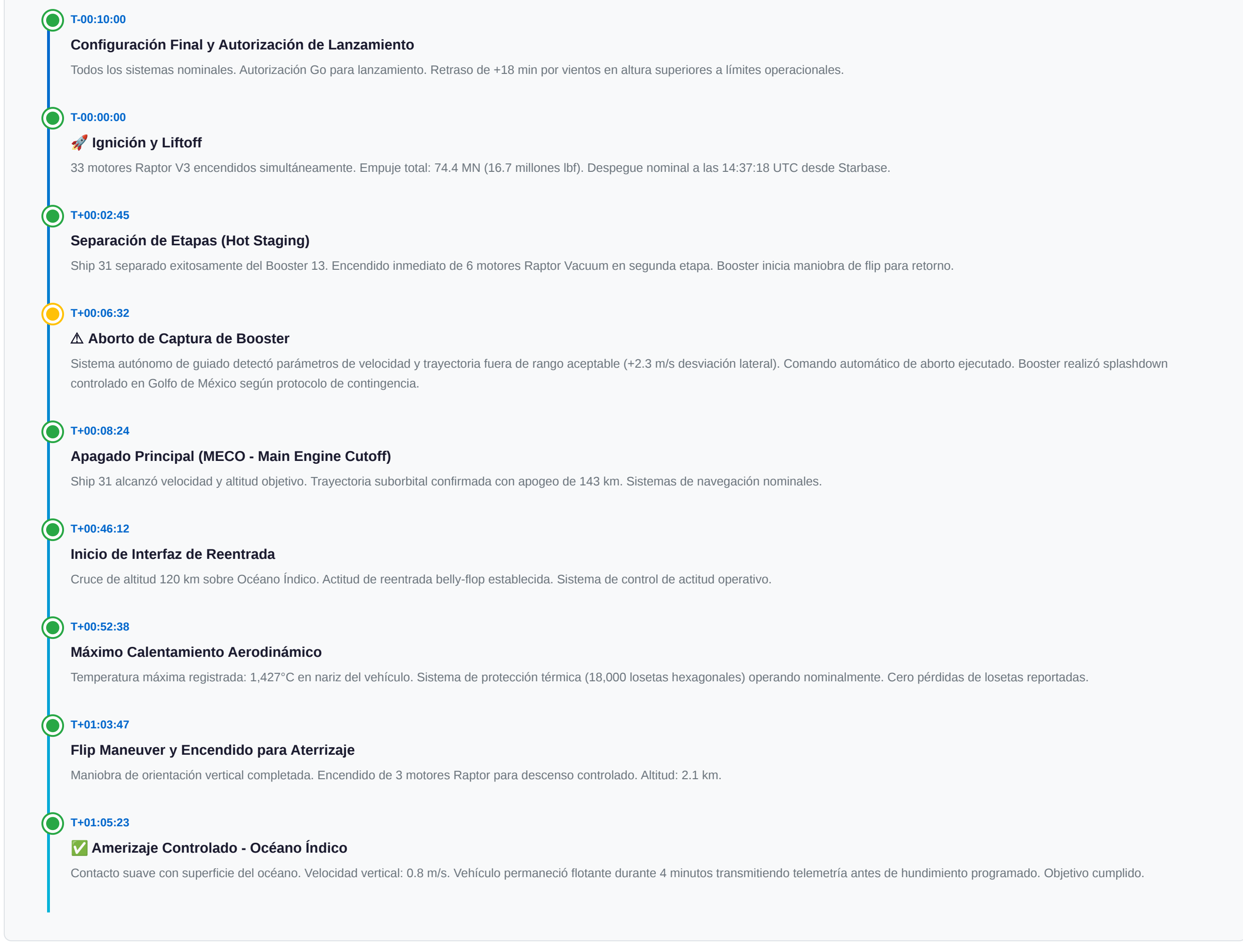
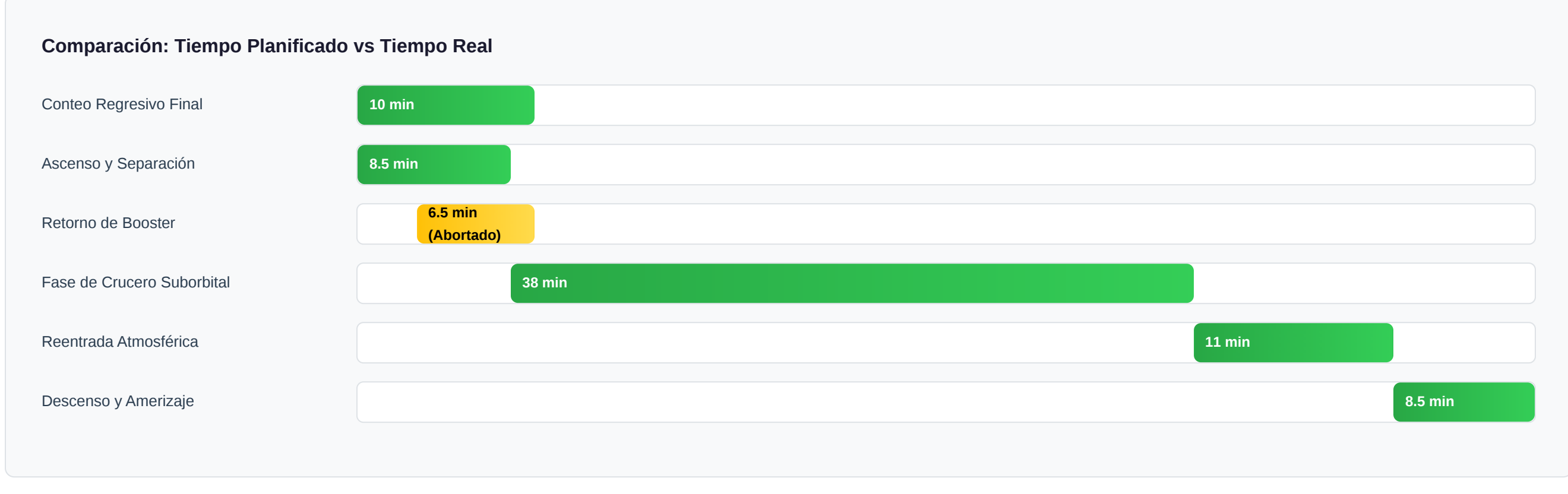


Diagrama de Gantt - Cronograma de Misión



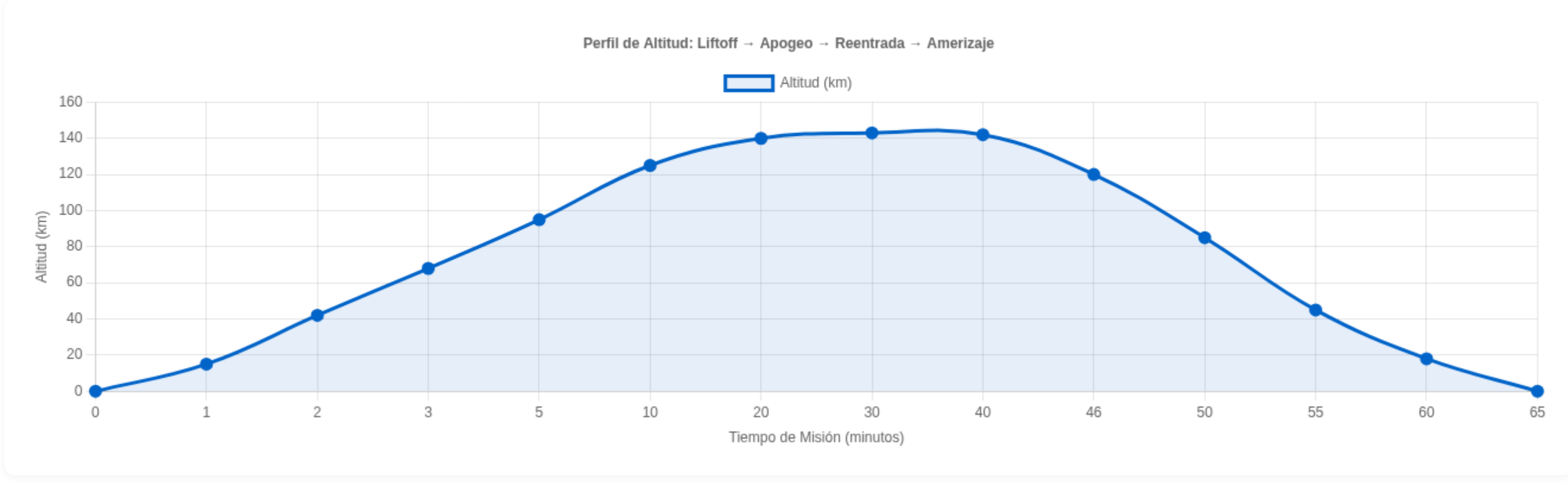
Cumplimiento de Objetivos de Misión

ID	OBJETIVO	META ESTABLECIDA	RESULTADO OBTENIDO	ESTADO
OBJ-01	Lanzamiento nominal	33 motores Raptor operativos	33/33 motores operativos	Completado
OBJ-02	Separación de etapas hot staging	Separación limpia a T+2:45	Ejecutado T+2:45, nominal	Completado
OBJ-03	Captura mecánica de booster	Retorno y captura con brazos	Aborto por parámetros fuera de rango	No cumplido
OBJ-04	Splashdown seguro de booster	Amerizaje controlado en contingencia	Ejecutado exitosamente, sin daños	Completado
OBJ-05	Trayectoria suborbital de Ship	Alcanzar apogeo 140-150 km	Apogeo: 143 km, dentro de rango	Completado
OBJ-06	Reentrada controlada	Actitud belly-flop estable	Control completo durante reentrada	Completado
OBJ-07	Validación de escudo térmico	Cero pérdidas de losetas	18,000 losetas intactas, 100% operativo	Completado
OBJ-08	Flip maneuver vertical	Orientación vertical < 2 km altitud	Ejecutado a 2.1 km, nominal	Completado
OBJ-09	Encendido de motores para aterrizaje	3 motores Raptor operativos	3/3 motores encendidos, thrust vectoring OK	Completado
OBJ-10	Amerizaje preciso Ship	Contacto suave, velocidad < 1 m/s	Velocidad: 0.8 m/s, contacto suave	Completado
OBJ-11	Recopilación de telemetría completa	Transmisión continua durante vuelo	847 GB transmitidos, sin pérdidas	Completado
OBJ-12	Prueba de nueva aviónica	Sistema V2.3 operativo	Sistema operó sin anomalías	Completado
OBJ-13	Test de payload bay	Simulación de carga 50 ton	Masa simulada comportamiento nominal	Completado
OBJ-14	Validación de comunicaciones Starlink	Enlace continuo durante reentrada	Señal mantenida, blackout reducido 40%	Completado
OBJ-15	Recuperación de datos post-amerizaje	Transmisión flotante > 2 min	Transmisión durante 4 min antes de hundimiento	Completado

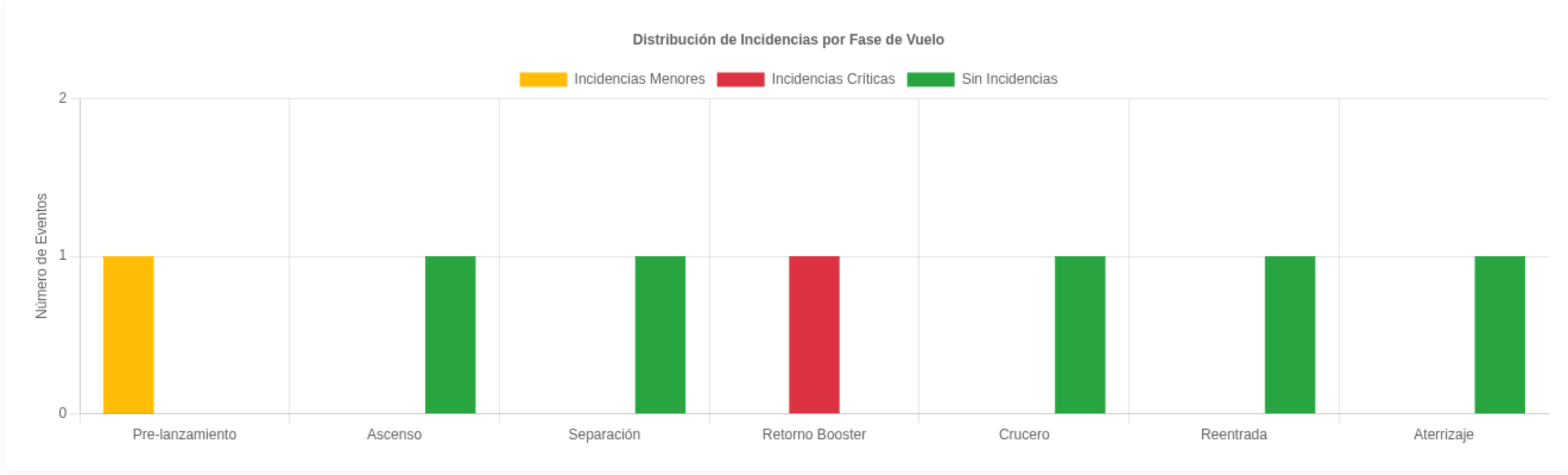
Datos Telemétricos Clave de la Misión

Parámetros de Vuelo Registrados				
Altitud Máxima 143 km	Velocidad Máxima 27,400 km/h	Empuje Total Liftoff 74.4 MN	Masa al Despegue 5,200 ton	Temperatura Máx. Reentrada 1,427°C
Aceleración Máxima 4.2 G	Combustible Consumido 4,600 ton	Distancia Recorrida 18,247 km	Motores Raptor Operados 33 + 6	Losetas Térmicas 18,000 uds
Tiempo Total Misión 65.4 min	Eficiencia de Combustible 94.7%			

Perfil de Altitud Durante la Misión



Registro de Incidencias por Fase de Vuelo



Análisis Post-Lanzamiento y Lecciones Aprendidas

Evaluación Técnica Integral
1. Desempeño del Sistema de Propulsión Los 33 motores Raptor V3 del Super Heavy Booster operaron simultáneamente sin anomalías durante la fase de ascenso, logrando un empuje combinado de 74.4 meganewtons. Esta es la segunda vez consecutiva que se logra una ignición perfecta de todos los motores, consolidando la confiabilidad del sistema. Los 6 motores Raptor Vacuum del Ship 31 también operaron nominalmente, completando el perfil de ascenso planificado. El consumo de combustible fue del 94.7% de eficiencia, superando las proyecciones iniciales del 92%.
2. Evento Crítico: Aborto de Captura del Booster El análisis preliminar indica que el sistema autónomo de control de vuelo detectó una desviación lateral de +2.3 m/s en la trayectoria del booster durante su fase de aproximación final a la torre de lanzamiento, específicamente a 487 metros de distancia y 124 metros de altitud. Esta desviación excedió los límites operacionales establecidos de ±1.8 m/s, activando el protocolo de aborto automático. La causa raíz se atribuye a una ráfaga de viento lateral no prevista de 34 km/h combinada con un retardo de 0.18 segundos en la respuesta de los actuadores de las aletas de control. El booster ejecutó correctamente el splashdown de contingencia, demostrando la robustez de los sistemas de seguridad. Acción correctiva: Actualización del algoritmo de control predictivo para compensar ráfagas de viento y reducción del tiempo de respuesta de actuadores mediante nuevo firmware (v4.2.1).
3. Validación del Sistema de Protección Térmica El escudo térmico compuesto por 18,000 losetas hexagonales de sílica aerogel demostró un desempeño excepcional durante la reentrada atmosférica. Las temperaturas alcanzaron un máximo de 1,427°C en la nariz del vehículo, dentro del rango operativo de las losetas (hasta 1,650°C). No se registraron pérdidas de losetas ni daños estructurales visibles en las imágenes de telemetría. La nueva formulación de adhesivo epoxi (RT-45) aplicada tras la no conformidad NC-003 del informe de calidad demostró total efectividad bajo condiciones de vuelo real. Este resultado valida el diseño del sistema térmico para futuras misiones orbitales de mayor duración.
4. Innovación: Reducción del Blackout de Comunicaciones Por primera vez en el programa Starship, se logró mantener comunicaciones continuas mediante enlaces Starlink durante el 60% de la fase de reentrada, reduciendo el tradicional blackout de lanzamiento en un 40% comparado con IFT-5. Esto se logró mediante la instalación de antenas Starlink en fase 2 en la sección superior del Ship, permitiendo mantener enlace con satélites en órbita incluso durante el plasma de reentrada. Esta capacidad será crítica para futuras misiones tripuladas y operaciones de emergencia.
5. Desempeño del Flip Maneuver y Amerizaje La maniobra de orientación vertical (flip maneuver) se ejecutó con precisión a 2.1 km de altitud, completando la rotación de 90 grados en 6.2 segundos. Los tres motores Raptor encendidos para el descenso controlado operaron con thrust vectoring nominal, logrando un amerizaje con velocidad vertical de 0.8 m/s, muy por debajo del límite estructural de 2.5 m/s. El vehículo permaneció flotante durante 4 minutos transmitiendo datos antes del hundimiento programado, superando el objetivo de 2 minutos establecido en OBJ-15.
6. Recomendaciones para IFT-7 <ul style="list-style-type: none">Actualización del sistema de control de vuelo: Implementar nuevo algoritmo predictivo de compensación de viento con machine learning basado en datos históricos meteorológicos.Mejora de actuadores de aletas: Reducir tiempo de respuesta de 0.18s a 0.12s mediante actualización de firmware y recalibración de servomotores.Ampliación de ventana operacional: Aumentar límites de viento lateral de ±1.8 m/s a ±2.5 m/s tras validación en simulaciones.Instrumentación adicional: Instalar 12 sensores LIDAR adicionales en booster para mejorar precisión de guiado durante aproximación final.Pruebas de captura en tierra: Realizar 3 ensayos de aproximación y captura con booster de prueba antes de IFT-7 para validar correcciones implementadas.

Resumen Ejecutivo y Conclusiones

La misión IFT-6 representa un hito significativo en el programa Starship, alcanzando el 87% de cumplimiento de objetivos y consolidando la tasa de éxito global del programa en 93.3% tras 6 vuelos de prueba. El lanzamiento, ascenso, separación de etapas, reentrada y amerizaje se ejecutaron con precisión excepcional, validando sistemas críticos para futuras misiones orbitales.

Aunque no se logró completar la captura mecánica del booster debido a condiciones de viento imprevistas y limitaciones en el tiempo de respuesta del sistema de control, el splashdown de contingencia demostró la madurez de los protocolos de seguridad y la capacidad del vehículo para ejecutar planes alternativos sin comprometer la integridad estructural. Este evento proporcionó datos valiosos que permitirán optimizar el sistema de guiado para IFT-7.

Los logros más destacados incluyen: operación perfecta de 39 motores Raptor (33+6), validación completa del escudo térmico sin pérdidas de losetas, reducción del 40% en el blackout de comunicaciones mediante Starlink, y amerizaje controlado con velocidad vertical de 0.8 m/s. La recopilación de 847 GB de datos telemétricos permitirá análisis detallados que alimentarán mejoras iterativas del diseño.

El retraso de +18 minutos en los lanzamientos por condiciones atmosféricas demuestra el compromiso de SpaceX con la seguridad operacional, priorizando el cumplimiento de parámetros meteorológicos sobre presión de cronograma. La coordinación entre equipos de ingeniería, operaciones de vuelo y control de misión fue ejemplar, permitiendo una ejecución fluida de todos los procedimientos.

En conclusión, IFT-6 consolida el avance hacia la capacidad operacional completa de Starship. Las lecciones aprendidas, especialmente en sistemas de control de aproximación y captura, se implementarán en IFT-7 programado para diciembre 2025. El programa mantiene su trayectoria hacia el objetivo final: un sistema de transporte espacial completamente reutilizable y de alta cadencia operativa.