"Retos de la gestión y desarrollo del nanosatélite K'OTO en medio de la pandemia SARS COVID-19"

Chávez Moreno Rafael Guadalupe 1*, Romo Fuentes Carlos, Ferrer Pérez Jorge Alfredo, Ramírez Aguilar José Alberto, Chávez Aparicio Edgar Iván, Muñoz Arredondo Eduardo, Silvestre Gutiérrez Xochitl Verónica, Durarte Hernández José Alfredo, Pérez Elizondo Saúl Octavio, Zamora Hernández Saúl, Ríos Rabadán Sergio Damián, Ortega Ontiveros María Guadalupe.

¹Unidad de Alta Tecnología Campus Juriquilla Universidad Nacional Autónoma de México Fray Antonio de Monroy e Hijar 260 Villas del Mesón, C.P. 76230, Juriquilla, Querétaro.

* Autor contacto: rchavez@comunidad.unam.mx

INTRODUCCIÓN

El sector Aeroespacial mexicano está integrado por actores provenientes de la triple hélice: industria, academia y gobierno, siendo la academia un pilar clave para el desarrollo del sector espacial en México. Por esta razón, es indispensable la formación de recursos humanos altamente capacitados para cubrir y fomentar el desarrollo de la industria Aeroespacial.

La Unidad de Alta Tecnología (UAT) de la FI de la UNAM en conjunto con la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU) del estado de Querétaro, se encuentran desarrollando el proyecto denominado K'OTO, Este proyecto consiste en el diseño, manufactura, integración, pruebas, lanzamiento, puesta en órbita y operación de un nanosatélite bajo el estándar Cubesat.

En México, no se cuenta con documentación pública que defina una metodología de desarrollo de sistemas espaciales, y es en este punto que los integrantes del proyecto K'OTO buscan dejar la evidencia para trabajos futuros, considerando los retos de gestión y de ingeniería de sistemas espaciales aplicables al desarrollo del proyecto K'OTO, tomando como referencia el NPR 7120.8 de la NASA.

OBJETIVOS

Implementar la metodología de ciclo de vida NASA NPR 7120.8, para el desarrollo del proyecto satelital K'OTO dentro de un contexto de pandemia global SARS-CoV-2.

- Facilitar el intercambio de información entre los diferentes subsistemas a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
- Estandarización de documentación, procesos de desarrollo, diseño y pruebas en laboratorio para el ensamble y certificación de los subsistemas.

METODOLOGÍA

Para mantener el mayor contacto posible entre los miembros de los diferentes subsistemas así como dentro del mismo subsistema, se optó por el uso de plataformas virtuales de conferencias que ayudó a superar la barrera que supone el distanciamiento entre los integrantes de proyecto para ponernos de acuerdo en la fase de levantamiento de requerimientos, diseño preliminar y crítico, así como para las actualizaciones de las revisiones del ciclo de vida y revisión de Key Decision Points (KDP's).

La gestión del proyecto K'OTO, se lleva a cabo de acuerdo con la metodología de Sistemas de Ingeniería, haciendo énfasis en el "Método en V" incorporada al Handbook de NASA[2019], reconocido internacionalmente por instituciones espaciales.



Figura 1. Miembros del proyecto K'OTO. Fuente propia

Estas estrategias de ingeniería de sistemas, aportan un enfoque metódico multidisciplinario para el diseño, desarrollo, dirección técnica, operación y retiro de un sistema espacial. Son empleados el NPR 7123.1, correspondiente a los procesos y requisitos de ingeniería de sistemas de NASA, que garantiza que se satisfacen las necesidades planteadas al tiempo que se mejora la seguridad y éxito de la misión. Así mismo el NPR 7120.8, que estipula los requisitos de gestión de proyectos y programas de investigación y tecnología.

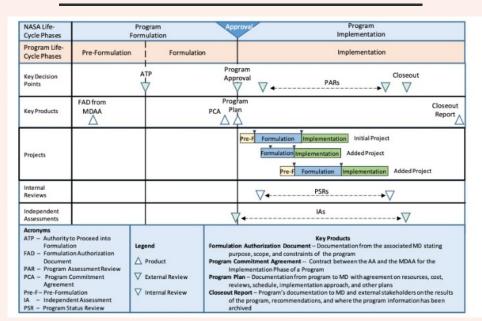


Figura 2.Ciclo de vida NPR 7120.8. Fuente NASA Research And Technology Program And Project Management Requirements (Updated w/Chage 2) (2018).

CONCLUSIONES Y RESULTADOS

La metodología seleccionada inicialmente por el equipo de gestión del proyecto K'oto fue el NPR 7120.5, con la cual se generaron los entregables iniciales correspondientes a la pre-fase A. Sin embargo, por recomendaciones de revisores externos se optó por utilizar el NPR 7120.8. Esta nueva metodología, que se basa en el NRP 7120.5, enfocada a proyectos de investigación y desarrollo tecnológico de proyectos pequeños, permitió realizar una adaptación de los entregables sin generar cambios sustanciales en la planeación de actividades y el desarrollo del proyecto. Las fases establecidas por el NPR 7120.5 se readaptaron como revisiones internas del progreso del proyecto.

Finalmente, en la siguiente tabla se describen algunas recomendaciones basadas en las experiencias aprendidas durante la ejecución del proyecto.

Tabla 1. Puntos críticos del proyecto. Fuente propia.

Puntos críticos	Impacto	Mitigación
Bajo o nulo stock componentes seleccionados: Algunas de las compras realizadas por los equipos de trabajo se han visto retrasadas o canceladas, que implica cambios y retrasos en las etapas de planeación, compras y diseño.	Alto	Realizar cotizaciones, selección y compra de componentes en una etapa temprana del proyecto.
Abandono de miembros de equipo de trabajo: Algunos miembros del equipo han tenido que abandonar el proyecto. Ante esta situación los equipos de trabajo han tenido que reestructurarse y reasignar actividades, produciendo retrasos.	Medio	Agregar nuevos miembros afines a las necesidades del proyecto.
Aumento de carga cognitiva: Se afectó el estado anímico de los integrantes a consecuencia del aumento en la complejidad de tareas debido a las interrupciones en las curvas de aprendizaje y la necesidad de aprender nuevas herramientas de simulación y trabajo a distancia.	Medio	Distribución de contenidos entre los miembros de los subequipos de forma uniforme.
Dificultad para encontrar compañías en operación: Compañías de tratamientos superficiales y de manufactura que cumplan con los requerimientos que pide la norma.	Alto	Filtrado en catálogos nacionales e internacionales de empresas y gestión de contacto.
Trámite de permisos: Tiempos prolongados del trámite para la obtención de licencias de transmisión de radiofrecuencia en las frecuencias requeridas, así como para obtener y actualizar las concesiones para operadores de la estación terrena.	Alto	Iniciar con los trámites en etapas tempranas del ciclo de vida del proyecto.

REFERENCIAS

NASA CubeSat Launch Initiative. (2017). CubeSat 101 Basic Concepts and Processes for First-Time CubeSat Developers. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_csli_cubesat_101_5 08.pd

NASA Space Flight. (2007ª). Interrelaciones entre los procesos de diseño de sistemas [Figura]. NASA SYSTEMS ENGINEERING HANDBOOK. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_systems_engineering_handbook_0.pdf

NASA Research And Technology Program And Project Management Requirements (Updated w/Chage 2). (2018). Figure 4–1 R&T Project Life Cycle [Figura]. R&T Project Life Cycle. https://nodis3.gsfc.nasa.gov/displayDir.cfm? Internal_ID=N_PR_7120_008A_&page_name=Chapter4

NASA Space Flight. (2007b). NASA Space Flight Project Life Cycle from NPR 7120 .5E [Figura]. NASA Systems Engineering Handbook Revision 2. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_systems_engineering_handbook_0.pdf

