

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería Electrónica



Taller Integrador

Reporte Base

## **Equipo Orbital Guidance**

Profesor

Johan Carvajal Godínez

Estudiantes

Isela Aley De la Hoz - 2016139392

Óscar Arias Cruz - 2016004986

Wilson Bermúdez Campos - 2016101573

Frander Díaz Ureña - 2016157881

Edwing Gómez Ruiz - 2015145406

José María Jiménez Coronado - 2016112170

Anyelo Pacheco Elizondo - 2015145606

Steven Rojas Cubero - 2017100749

Richard Sánchez Miranda - 2015095478

Sebastián Vargas Zúñiga - 2016138236

16 de marzo de 2021

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
1.1. Descripción del problema . . . . .	3
1.2. Subsistema de control y determinación de orientación y órbita (ADCS)	5
1.2.1. Componentes de un ADCS . . . . .	6
<b>2. Organización del equipo de trabajo</b>	<b>9</b>
2.1. Definición de roles . . . . .	9
2.2. Matrices de gestión organizacional . . . . .	12
2.2.1. Matriz de roles y responsabilidades (R&R) . . . . .	12
2.2.2. Matriz RACI . . . . .	12
2.2.3. Matriz de escalamiento . . . . .	13
2.3. Organigrama organizacional . . . . .	14
2.4. Metodología de trabajo . . . . .	14
2.4.1. Herramientas para el desarrollo del proyecto . . . . .	17
2.5. Planeamiento del proyecto . . . . .	17
2.5.1. Fase 1 . . . . .	18
2.5.2. Fase 2 . . . . .	20
2.5.3. Fase 3 . . . . .	20
<b>3. Gestión de la empresa</b>	<b>22</b>
3.1. Descripción de la empresa . . . . .	22
3.1.1. Nombre y logo de la empresa . . . . .	22
3.1.2. Misión y visión . . . . .	22
3.1.3. Objetivos y valores de la empresa . . . . .	23
3.2. Análisis de involucrados . . . . .	23
3.2.1. Caracterización de involucrados . . . . .	24
3.2.2. Estrategias de gestión y comunicación de involucrados . . . . .	27
3.3. Modelo de negocios . . . . .	28
3.3.1. Análisis de Mercado . . . . .	28
3.3.2. Modelo de negocios de Orbital Guidance . . . . .	29
3.3.3. Estrategia de gestión financiera . . . . .	30
<b>4. Conclusiones</b>	<b>35</b>

## 1. Introducción

A mediados de la década de los ochentas hubo un cambio en la perspectiva sobre hacia dónde debería ir el desarrollo de tecnología satelital, dejando atrás la tendencia de crear satélites cada vez más potentes y más grandes, pasando a un proceso de reducción de sus dimensiones [1]. Este cambio se ha visto acompañado en las últimas décadas por un cambio en las fuentes de financiamiento para proyectos espaciales, pasando a ser un 80 % de inversión gubernamental (tradicionalmente dirigida por instituciones militares [2]) a un 80 % por parte del sector privado [3] y por un aumento en la cantidad de países de regiones emergentes interesados en realizar esfuerzos en el ámbito espacial [2], involucrando universidades y agencias espaciales nacionales en el camino [4]. Para tener una noción de cómo ha impactado la participación de entes privados en materia espacial en Costa Rica, la PROCOMER [5] expone que en el 2009 las empresas que trabajan en el sector aeroespacial generaron \$170000000 en ventas.

Este cambio en el paradigma del desarrollo e inversión en tecnología espacial ha propiciado un auge en el lanzamiento de satélites pequeños, en especial de aquellos denominados “CubeSat” [1], los cuales consisten en sistemas con dimensiones estandarizadas (10cm x 10cm x 10cm con una masa de aproximadamente 1-1,33kg), lo cual permite la producción en masa de componentes para esta plataforma y la reducción de costos de la misma [6], propiciando así la incursión en misiones espaciales por parte de los nuevos actores antes mencionados. Los subsistemas que se incluyen en estas plataformas dependen de la misión que se vaya a realizar y el ámbito en el que se desarrolla esta, ya sea en comunicaciones, en observación terrestre, monitoreo e incluso demostración tecnológica; pero hay un componente crucial a la hora de ejecutar la misión que se haya diseñado: El subsistema de determinación y control de orientación y órbita (ADCS) [7].

El aumento en la cantidad de misiones, en la diversidad de experimentos y, en general, en el involucramiento de nuevos entes en el ámbito espacial abre el espacio para desarrollar soluciones que faciliten la creación de sistemas avanzados. Un ejemplo claro de la necesidad del control preciso de la orientación y órbita de un satélite es el Miniature X-ray Solar Spectrometer-1 (MinXSS-1), el cual tiene como misión la determinación de la distribución energética de los rayos X emitidos por el Sol, lo cual requiere apuntar a  $0,002^\circ$  de la estrella.

Orbital Guidance (O.G) nace de la necesidad de incorporar sistemas precisos de control de orientación y órbita para satélites tipo CubeSat, en miras de desarrollar tecnología que coadyuve en el crecimiento espacial de América Latina. La organización realizará estas acciones mediante la integración de un equipo técnico cuyas capacidades en ingeniería electrónica y en diversas áreas de conocimiento se enfocarán en el desarrollo de un ADCS pensado para las características que provee el bus Kratos que ofrece la Agencia Espacial Civil Ecuatoriana (EXA). En este documento se pretende caracterizar la organización del equipo Orbital Guidance mediante la explicación de su contexto,

sus diferentes estructuras (involucrados y organigrama) y el modelo de trabajo y de negocios; todo esto para dar a entender la ruta establecida hacia la visión de O.G.

### 1.1. Descripción del problema

A la hora de desarrollar cualquier tipo de satélite, es necesario contar con un sistema que pueda mantener a dicho aparato en la órbita para la cual está diseñado. En el caso de los satélites tipo CubeSat, de los cuales se habló en la introducción, es de suma importancia incluir un subsistema de determinación y control de orientación y órbita (ADCS) para lograr exitosamente la implantación de dicho satélite en una determinada órbita. Debido a esto y a los requerimientos de precisión que exigen las diferentes misiones para las cuales se diseñan (observación terrestre, comunicaciones y demás) existe la necesidad de desarrollar un ADCS que deberá cumplir requerimientos como no superar una unidad de CubeSat, evitar sobrepasar 1W de consumo de energía, contar con interfaz de conexión USB, utilizar componentes sin restricciones y ser compatible con el bus KRATOS de la agencia EXA, esto además del propósito principal de un ADCS que es poder brindar la capacidad de maniobrar en los tres ejes de su órbita de acuerdo a los parámetros operativos de la misión espacial.

La creación de pequeños satélites busca integrar a los países en desarrollo como participantes activos en los avances de tecnología espacial al incentivar el apoyo del progreso en capacidad tecnológica, sostenibilidad del ambiente, oportunidades en la economía y la mejora de la condición humana [8]. Esta tecnología brinda acceso a estas naciones a múltiples recursos que no se obtendrían sin los satélites. Además, al ser un sector que está en crecimiento, los aportes que se den en esta área posicionan al país donde se desarrollan como un ente innovador y relevante.

La tecnología espacial está al servicio del desarrollo sostenible de la Tierra. A través de herramientas como las imágenes por satélite, los sistemas de navegación y las telecomunicaciones se ha logrado combatir situaciones problemáticas como el cambio climático, la contaminación y la deforestación ya que esta tecnología ofrece información fiable que no se puede obtener por otros medios [9]. Esto en el ámbito ambiental; sin embargo, la tecnología espacial puede ser aplicada a múltiples áreas para el beneficio del ser humano. La figura 1 muestra que el factor ambiental representa solo un 16 % del potencial y los beneficios que puede dar el uso de estas herramientas [10].

Una gran área de explotación de la tecnología espacial es la monitorización, esta se puede aplicar en distintas problemáticas a nivel mundial. Algunas de estas son la vigilancia de zonas en riesgo que puedan ocasionar derrumbes o algún otro desastre natural, seguimiento del clima, estado del aire, revisión de cultivos en caso de plagas, pesca ilegal y protección ambiental [11].

Como seres vivos, nuestra interacción con el medio ambiente es de vital importancia para mantener el delicado equilibrio de nuestro hogar. Por esto, necesitamos siempre

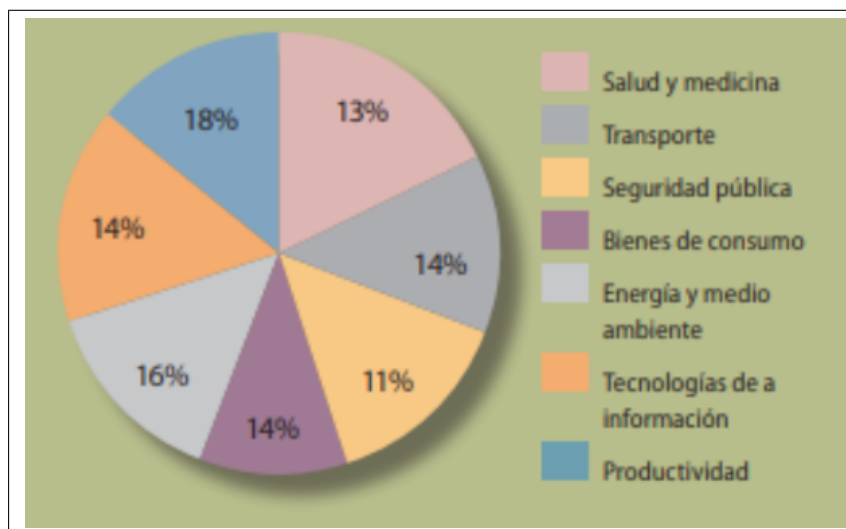


Figura 1: Beneficios de la ciencia y tecnología espacial para el ser humano en la vida cotidiana. Obtenido de [10].

evaluar qué impacto podrían llegar a tener las distintas tecnologías que desarrollamos. Para este caso el ambiente en que se trabaja está tanto en la superficie de la tierra como alrededor de esta, donde la basura espacial, la monitorización del clima, del aire y de ecosistemas terrestres cobran relevancia.

La basura espacial se compone por todos los equipos electrónicos de satélites y naves espaciales que, por errores inesperados o por su degradación en el tiempo, han quedado orbitando alrededor de la tierra sin verdadero propósito. De vez en cuando estos caen de regreso a la Tierra y por efecto de la atmósfera, muchos son desintegrados. Sin embargo, la cantidad de chatarra que aún queda alrededor de la tierra posee un gran peligro para otros vehículos o satélites, ya que objetos de cualquier tamaño a grandes velocidades pueden causar grandes daños a los equipos [12].

Hay distintas iniciativas para poder disminuir la cantidad de chatarra espacial como sistemas robóticos y sistemas de rastreo para la basura [12], también existen normas y reglamento para la evitar en lo posible el aumento de esta problemática como las publicadas por UNOOSA (Naciones Unidas Oficina de Asuntos del Espacio Exterior) [13]. La existencia de esta basura también puede causar accidentes. En varias ocasiones, a lo largo de la historia de las misiones espaciales, se han dado situaciones peligrosas en las que los vehículos han tenido que maniobrar para evitar choques. Esto puede tener consecuencias terribles, primero por la pérdida de tripulantes y segundo por la pérdida de millones de euros en dichas misiones [14].

La economía espacial está conformada por todos aquellos sectores públicos y privados relacionados con el desarrollo, la provisión y el uso de servicios y productos espaciales.

Esto abarca las actividades de I+D+i y el conocimiento científico que se genera, la fabricación y utilización de las infraestructuras espaciales y las aplicaciones derivadas del desarrollo de su tecnología [15], la cual presenta efectos tanto duraderos como pasajeros. La afectación temporal se da como en casos de inversiones puntuales durante el desarrollo de un programa espacial. Esto podemos verlo como una afectación en la actividad económica para la región en la que se invierte. Por otro lado, la comercialización de nuevos productos o servicios derivados del desarrollo tecnológico espacial, las ganancias en productividad originadas por las mejoras tecnológicas o los avances en la prestación de servicios de información, como las telecomunicaciones, tienen un efecto duradero sobre la actividad humana [15].

Entre 1996 y 2005 a nivel mundial se dieron beneficios mayores a los 45000 millones de dólares en actividades de fabricación de satélites y equipos de lanzamiento, los operadores de satélites, el sector de equipamiento terrestre, y los servicios comerciales derivados de la tecnología espacial. En la actualidad se espera que entre 2020 y 2025 se lancen entre 2000-2800 nano y microsátélites, lo que indica un aumento del mercado espacial y mejoras para la economía espacial.

En Costa Rica en octubre del 2010 las industrias aeroespaciales llegaron a tener importaron de \$7700000 la mayoría proveniente de Estados Unidos. Para las exportaciones en el año 2008 hubo un auge económico con un aproximado \$28000000 pero luego cayó a \$11000000 en el 2009 [16]. En el mes de julio del 2020 la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Asamblea Legislativa dio visto bueno al proyecto de ley para crear la Agencia Espacial Costarricense (AEC) [17]. Abriendo un nuevo nicho de mercado para industrias en Costa Rica y Latinoamérica.

Las tecnologías espaciales van evolucionando constantemente y cambian la forma con la que interactuamos con nuestro mundo, las aplicaciones que se encuentran son cada vez más y conforme pasa el tiempo más rentable se vuelve, este nuevo mercado puede significar la partida de la humanidad para nuevos comienzo y acceso a recursos nunca antes vistos en la tierra por eso es de extrema importancia utilizar este momento para poder adentrarse y formar parte de este universo.

## 1.2. Subsistema de control y determinación de orientación y órbita (ADCS)

A la hora de desarrollar un CubeSat es de suma importancia tener en cuenta los subsistemas que lo conforman, estos se pueden observar en la figura 2 y son los siguientes[18]:

- Sistema Eléctrico de Poder (EPS)
- Sistema de determinación y control de orientación y órbita (ADCS)
- Computadora On-Board (OBC)

- Sistema de telecomunicaciones (TCS)
- Tether electrodinámico (EDT)

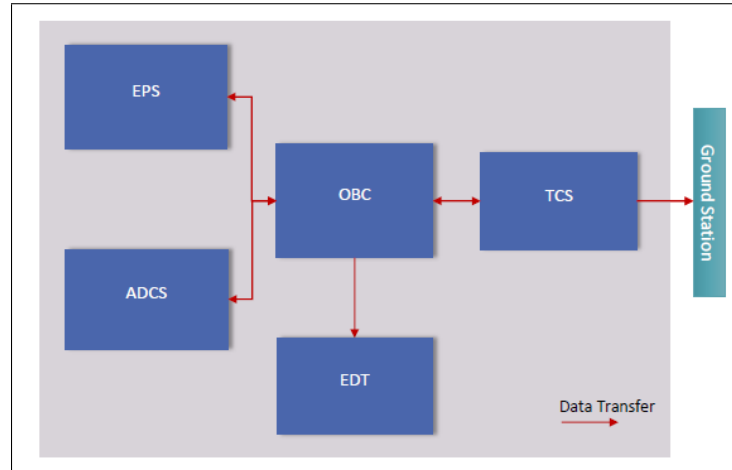


Figura 2: Subsistemas de un CubeSat  
Obtenido de [18].

Una vez definido esto es posible enfocarse específicamente en el sistema de determinación y control de orientación y órbita. Dicho subsistema se encarga de obtener datos por medio de los sensores para determinar su orientación y órbita actual, así como la deseada, gracias a esto es posible determinar si es necesario un movimiento en alguno de los 3 ejes cartesianos y de esta manera utilizar los actuadores para efectuar dicho movimiento. Un ADCS se conforma por los componentes de la figura 3. Cada uno de ellos será explicado detalladamente en secciones aparte.

#### 1.2.1. Componentes de un ADCS

- **Sensores:** Es un conjunto de componentes de medición que tienen la tarea de recopilar datos para obtener toda la información acerca de la posición del CubeSat. Los principales sensores que puede tener un ADCS se mencionan a continuación.
  - Giroscopio
  - Girómetro
  - Sensor solar
  - Star Tracker
  - Sensores de horizonte
  - Magnetómetro
  - Sensor de temperatura

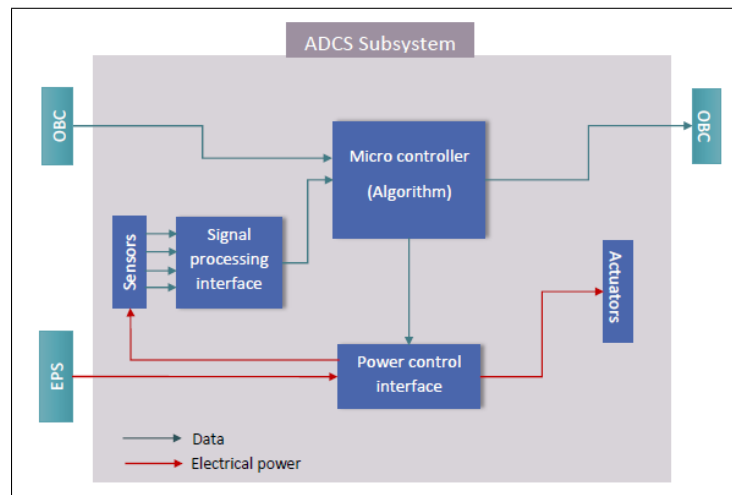


Figura 3: Componentes ACDS  
Obtenido de [18].

- **Actuadores:** Es una serie de componentes que se encargan de posicionar el CubeSat en la orientación y órbita deseada. Los actuadores comúnmente encontrados en ADACS son los siguientes.
  - Rueda de reacción
  - Rueda de momento
  - Giroscopio de control de momento
  - Magnetorquer
  - Imán permanente
- **Microcontrolador (Algoritmo):** El microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene un algoritmo que permite estimar la rotación angular del sistema para posteriormente determinar la trayectoria necesaria para alcanzar la orientación deseada, de esta manera es posible calcular la orientación actual del sistema y determinar si se necesita utilizar los actuadores para alcanzar la trayectoria deseada o no[18].

Existen dos algoritmos comúnmente conocidos para la determinación de orientación y órbita. El primero es el algoritmo TRIAD, este es uno de los primeros acercamientos para la realización de estos cálculos, consiste en definir dos bases ortonormales usando dos pares de vectores obtenidos mediante mediciones de los sensores. Un par de estos vectores se encuentra ubicado en el marco de referencia orbital ( $t_1$  y  $t_2$ ) y el otro par se ubica en el marco de referencia del sistema ( $b_1$  y  $b_2$ ). Dados estos dos pares de vectores es posible determinar la matriz de dirección que relaciona ambos marcos de referencia, cabe destacar que ambos pares están constituidos por vectores unitarios y en el par ubicado en el marco de referencia



orbital un vector apunta al campo magnético del sol y otro al campo magnético de la tierra. En la figura 4 se muestra el eje donde se ubican ambos marcos de referencia y los respectivos vectores.

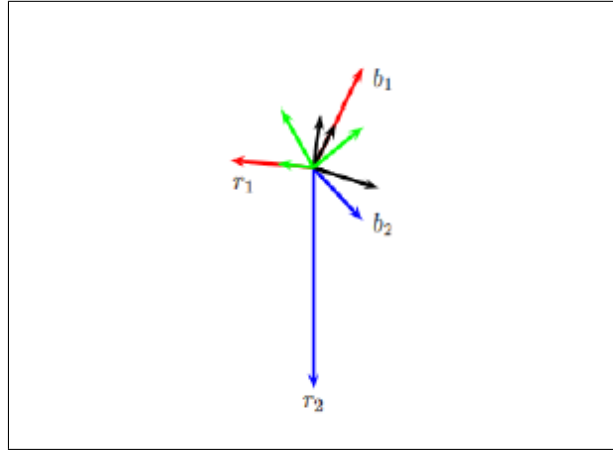


Figura 4: Marcos de referencia y pares de vectores del algoritmo TRIAD.  
Obtenido de [18].

El segundo algoritmo es el del filtro de Kalman, es útil en este entorno ya que una de sus características es ser resistente al ruido, además, se puede utilizar para predecir datos y da una estimación del porcentaje de error que hubo en la predicción. Comúnmente, a un alto nivel, el filtro de Kalman tiene dos estados, en uno de ellos predice el estado futuro y en el otro se encarga de comparar la predicción con la medición de los sensores y decidir si intervenir mediante los actuadores o no[18].

- **Interfaces:** En un ADCS existen dos interfaces, la interfaz de control de energía la cual se encarga de acondicionar la señal de energía que viene del sistema eléctrico de poder y la interfaz de procesamiento de señal que se encarga de tomar todas las medidas de los sensores y hacer el adecuado procesamiento de datos para luego pasarlos al microcontrolador.

## 2. Organización del equipo de trabajo

Orbital Guidance cuenta con un equipo de trabajo conformado por diez estudiantes avanzados de la carrera de Ingeniería Electrónica. Este equipo está segmentado en tres secciones: Gerencia, área técnica y área administrativa. En esta sección se definirán los roles asumidos por cada integrante, así como la organización interna del equipo, la metodología de trabajo a implementar y el planeamiento de las fases de trabajo.

### 2.1. Definición de roles

- **Gerente de proyecto: José María Jiménez Coronado**

Según la Universidad Internacional Iberoamericana [19], el gerente del proyecto es quien define, plantea y planifica el proyecto estableciendo objetivos y velando por su cumplimiento. Este rol cumple con las tareas de ser intermediario entre el equipo y el sponsor, coordinar la planificación de tareas, supervisar el cumplimiento de los objetivos del proyecto y gestionar los cambios cuando estos sean necesarios. Dieter especifica que este rol tiene la autoridad y la responsabilidad sobre el proyecto y es el encargado de formar sub-equipos técnicos para la coordinación del trabajo especializado, así como la calendarización y coordinación de reuniones. Como “Product Owner” dentro de la metodología Scrum [20], el Project Manager es quien representa la voz del cliente, entendiendo las necesidades y prioridades para el proyecto para: Definir criterios de aceptación, definir la visión del proyecto, priorizar elementos en los pendientes del proyecto (Product Backlog) y dar revisión a los entregables desde una perspectiva que tome en cuenta a los clientes.

- **Administrador del proyecto: Oscar Arias Cruz**

Acorde con la metodología de trabajo scrum el administrador de proyecto hará la labor del “Scrum Master” esto incluye, pero no se limita a: facilitación de reuniones y ceremonias, facilitar y coordinar procesos, dar retroalimentación y activamente procurar remover impedimentos[21].

- **Supervisor: Edwing Gómez Ruiz**

El supervisor es el encargado de planificar las tareas o labores, así como organizar y dirigir a su equipo. También tiene la función de solucionar problemas y tomar decisiones ante las situaciones. Además, el supervisor está pendiente de las actividades y desempeño del personal que dirige[22].

- **Documentador: Frander Díaz Ureña**

El documentador es el encargado de recopilar los materiales generados y presentarlos de una manera ordenada de forma que sea posible dar a conocer los alcances obtenidos en el proyecto.[23]

- **Secretaria: Isela Aley De la Hoz**

El puesto de secretaria tiene como responsabilidades encargarse del área administrativa, asistir a los puestos gerenciales o ejecutivos en términos de anotaciones, agenda y manejo de comunicaciones. Para este puesto es vital tener habilidades

organizativas y atención al detalle. En la metodología de Scrum además, se encarga de planificar los eventos y mantiene el horario de los equipos actualizados[24].

- **Asesor financiero: Richard Sánchez Miranda**

Un asesor financiero es un profesional que brinda consultoría y asesoramiento sobre las finanzas de una persona o entidad. Es decir, pueden ayudar a las personas y las empresas a alcanzar metas u objetivos financieros antes brindando a los clientes estrategias y formas de generar más ingresos, reducir costos o eliminar deudas, los asesores financieros pueden ayudar a evaluar la rentabilidad de proyectos de forma independiente para cuidar del bienestar financiero de la persona o entidad[25].

- **Business Intelligence: Steven Rojas Cubero**

El encargado de BI se encuentra envuelto en un proceso interactivo en el que explora y analiza información estructurada sobre un área (normalmente almacenada en un datawarehouse), para descubrir tendencias o patrones, a partir de los cuales derivar ideas y extraer conclusiones. El proceso de Business Intelligence incluye la comunicación de los descubrimientos y efectuar los cambios. Las áreas incluyen clientes, proveedores, productos, servicios y competidores[26].

- **Gestión de riesgos: Anyelo Pacheco Elizondo**

El gestor de riesgos es el encargado de buscar y analizar posibles riesgos que puedan suceder al trabajar en el proyecto y también riesgos del producto. Además de desarrollar planes para estos riesgos imprevistos[27].

- **Control de calidad: Óscar Arias Cruz**

Este rol se encarga de revisar la calidad del material o productos que entren o salgan de la compañía. Al encargado de este rol le corresponden tareas de análisis de los productos, llevar un control detallado de los defectos, verificar los resultados de las pruebas de calidad[28].

- **Líder técnico: Frander Díaz Ureña**

Según la metodología de trabajo Scrum el líder técnico tiene dos principales funciones, las cuales son, recibir del Business Analyst especificaciones de alto nivel para transformarlas en actividades detalladas que se asignan a roles técnicos específicos y supervisar el trabajo técnico que delega. Es el experto a nivel técnico para la ejecución de las tareas de desarrollo y debe considerar usar la tecnología que permita obtener los resultados óptimos del proyecto en el tiempo definido.[29].

- **Ingeniero de hardware: Richard Sánchez Miranda**

Ofrece servicios de ingeniería de hardware específicos de dominio en ingeniería de VLSI ASIC, FPGA y SoC, diseño de placas, software integrado, ingeniería mecánica y diseño, creación de prototipos y servicios de ingeniería de valor agregado, como ingeniería de cumplimiento, verificación y validación independientes y fabricación de bajo volumen. Además analizan equipos complejos para determinar la mejor manera de mejorarlos y diseñar nuevos tipos de dispositivos de tecnología de la información. [30].

- **Ingeniero de software: Anyelo Pacheco Elizondo**

Este se encarga de crear, implementar, mantener y mejorar algoritmos para la resolución de problemas utilizando los en distintos programas dependiendo de la necesidad del cliente.

- **Diseño estructural: José María Jiménez Coronado**

El encargado del diseño mecánico o estructural es la persona responsable de la elección de componentes y materiales y del diseño físico del ensamble del producto mediante herramientas CAD según las especificaciones y requerimientos del problema. [31]

- **Integrador: Sebastián Vargas Zúñiga**

A grandes rasgos, los integradores se encargan de unir componentes independientes –incluso de diferentes proveedores– para crear un sistema único, adecuado a la realidad y tareas particulares de una compañía [32]. Es por ello que el integrador tiene que proveer de un plan de compilación para efectuar dicha integración de los subsistemas así mismo este posee un amplio conocimiento en todo el sector técnico que compete al sistema específicamente hablando de las interdependencias entre los subsistemas y las herramientas utilizadas para la integración, por lo tanto este también requiere un alto nivel de coordinación ya que se tiene que comunicar con los demás roles técnicos.

- **Validación y verificación: Isela Aley De la Hoz**

El encargado del puesto de validación y verificación es el responsable de planificar, diseñar, implementar y evaluar las pruebas necesarias para garantizar calidad y el cumplimiento de requerimientos del proyecto. Para poder realizar las actividades de este rol se requiere conocer el funcionamiento del sistema y de las herramientas a utilizar para la verificación. Además, se necesitan habilidades para diagnosticar y resolver problemas[33].

- **Ingeniero en sistemas: Steven Rojas Cubero**

La Ingeniería de Sistemas es la encargada de encontrar soluciones prácticas a la vida cotidiana a través de conocimientos matemáticos y ciencias de la ingeniería. La ingeniería de sistemas requiere de un método, el análisis, la experiencia, un enfoque investigativo y un soporte científico. La obligación principal del ingeniero es poner los recursos de la naturaleza al servicio del ser humano. El ingeniero debe poseer algunas cualidades básicas para su profesión: Creatividad, capacidad de pensamiento convergente, capacidad de pensamiento divergente, capacidad analítica y el dominio de un idioma técnico. [34].

- **Normas y estándares: Edwing Gómez Ruiz**

El gestor de normativas es el encargado de la investigación de las normas y estándares que debe seguir su organización para su funcionamiento eficiente y la satisfacción del cliente. Este debe verificar que se cumplan estas normas para garantizar la calidad y seguridad en la organización, así como también de los productos y servicios que ofrecen[35].

### ■ Simulaciones y cálculos: Wilson Bermúdez Campos

Según [36]., es la persona encargada de estudiar y describir la comprensión de los elementos de un sistema de interés, teniendo en cuenta las características esenciales del mismo, obteniendo así un modelo matemático que describa el comportamiento del mismo. Además, mediante el uso de software de simulación, verificar el funcionamiento del sistema y experimentar diferentes decisiones analizando sus resultados, y con esto contribuir en las tareas de gestión y de toma de decisiones durante el proceso de diseño.

## 2.2. Matrices de gestión organizacional

### 2.2.1. Matriz de roles y responsabilidades (R&R)

En esta matriz se asignan las responsabilidades correspondientes a cada uno de los roles definidos anteriormente. Dicha matriz se puede observar en la figura 5

R&R Matrix																		
Tarea / Rol	Sponsor	Gerente del proyecto	Administrador del proyecto	Líder técnico	Integrador	Diseñador Estructural	Validación y verificación	Ingeniero en sistemas	Normas y estándares	Hardware	Software	Simulaciones y Cálculos	Supervisor	Secretaría	Asesor financiero	Gestor de riesgos	Control de calidad	Documentador Business intelligence
Contexto del proyecto	X	X	X															
Planificación de reuniones			X	X									X					
Estructura de trabajo		X	X	X									X					
Formulación de modelo de negocios																		X
Presupuesto	X	X		X											X			X
Calidad					X		X		X			X					X	
Cambiar procedimientos administrativos			X										X					
Aprobar cambios	X	X																
Proveer herramientas de trabajo	X		X															
Investigación técnica				X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	
Diseño del sistema					X	X		X		X	X							
Análisis de resultados				X	X		X			X	X	X			X	X	X	
Documentación de resultados														X				X
Identificación de riesgos						X	X		X							X	X	
Gestión Interfaces					X			X										
Gestión de requerimientos																		
Generar el product backlog		X																
Generar el sprint backlog			X															

Figura 5: Matriz R&R.

### 2.2.2. Matriz RACI

Esta matriz tiene como fin asignar funciones a cada rol dependiendo del papel que este debe desarrollar en determinada actividad. Para completar esta matriz existen 4 tipos de funciones, las cuales son: **R**esponsible (Responsable), **A**ccountable (Autoridad),

Consulted (Consultor) e Informed (Informado). Dicha matriz se dividió en 3 partes para poder visualizarla correctamente, las matrices de las partes 1, 2 y 3 se muestran en las figuras 6, 7 y 8 respectivamente.

Actividades	Sponsor	Gerente del proyecto	Administrador del proyecto	Lider técnico	Integrador	Diseñador Estructural	Validación y verificación	Ingeniero en sistemas	Normas y estándares	Hardware	Software	Simulaciones y Cálculos	Supervisor	Secretaria	Asesor financiero	Gestor de riesgos	Control de calidad	Documentador	Business intelligence
Definición del problema	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Asignación de roles	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Coordinación de reuniones*	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I	I	I	I	I	I
Administración de tareas*		C	R	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Administración de sprints*		C	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Generación de product backlog*		R	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Desglose de tareas para sprints*		I	R	C	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I	I	I	I	I	I
Recopilación de feedback y toma de decisiones	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	R	C	C	C	C	C
Investigación de soluciones técnicas	C	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Definición de presupuesto	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Definición de modelo de negocios	I	I	A	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	A	I	I	I	R
Documentación de resultados*	I	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	R	I
Generación de presentaciones*	I	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	R	C
Definición del scope del proyecto	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Definir actividades de trabajo	I	C	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Figura 6: Matriz RACI, parte 1.

Actividades	Sponsor	Gerente del proyecto	Administrador del proyecto	Lider técnico	Integrador	Diseñador Estructural	Validación y verificación	Ingeniero en sistemas	Normas y estándares	Hardware	Software	Simulaciones y Cálculos	Supervisor	Secretaria	Asesor financiero	Gestor de riesgos	Control de calidad	Documentador	Business intelligence
Búsqueda de alternativas		C	A	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Selección de solución	I	R	C	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Búsqueda de componentes		I	I	R	I	I	I	I	C	C	C	I	I	I	I	I	I	I	I
Selección de componentes	I	I	R	A	I	I	I	I	C	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Generación de diagrama de concepto	I	C	C	C	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	R	I
Gestión de requerimientos		I	I	I	C	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Gestión de interfaces		I	I	I	A	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Definición de la arquitectura lógica	I	I	I	R	C	I	I	C	C	I	C	I	I	I	I	C	I	I	I
Definición de la arquitectura física	I	I	I	R	I	C	I	I	C	C	I	I	I	I	I	C	I	I	I
Gestión de riesgos del sistema		I	I	A	I	C	I	I	C	I	I	I	I	I	I	R	C	I	I
Ejecución de simulaciones		I	I	A	I	I	I	I	I	C	C	R	I	I	I	I	I	I	I
Compilación de normativas		I	A	A	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Gestión de la calidad		I	A	A	C	C	C	C	C	C	C	I	I	C	C	C	R	C	I
Verificación de la rentabilidad de la solución	I	I	A	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	R	I	I	I	C

Figura 7: Matriz RACI, parte 2.

### 2.2.3. Matriz de escalamiento

Esta matriz se utiliza para dar a conocer a un equipo el escalamiento jerárquico que se debe realizar cuando se necesita ayuda con la realización de una tarea o se sobrepasa el límite de tiempo para realizar la misma. En la figura 9 se puede observar la matriz de escalamiento.

Actividades	Sponsor	Gerente del proyecto	Administrador del proyecto	Líder técnico	Integrador	Diseñador Estructural	Validación y verificación	Ingeniero en sistemas	Normas y estándares	Hardware	Software	Simulaciones y Cálculos	Supervisor	Secretaría	Asesor financiero	Gestor de riesgos	Control de calidad	Documentador	Business Intelligence
Diseño de hardware	I	I	I	A	I	I	C	C	C	R	C	C	I	I	C	I	I	I	I
Diseño de software	I	I	I	A	I	I	C	C	C	C	R	C	I	I	I	I	I	I	I
Diseño estructural	I	I	I	A	I	R	I	I	C	C	I	I	I	I	I	C	I	I	I
Integración del sistema	I	I	I	A	R	I	C	C	I	C	C	C	I	I	I	I	I	I	I
Verificación de la gestión de interfaces	I	I	I	A	A	I	C	R	C	C	C	C	I	I	I	I	I	I	I
Verificación y validación	I	I	I	A	I	I	R	I	C	C	C	C	I	I	I	I	I	I	I
Análisis financiero	I	I	A	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	R	I	I	I	C
Verificación de cumplimiento de objetivos	I	R	A	A	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Gestión de la calidad del producto final	I	I	A	A	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	R	I	I
Generación del informe final	I	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	R	C
Determinación del estado del proyecto	R	A	A	A	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Presentación de los resultados	I	R	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Figura 8: Matriz RACI, parte 3.

Matriz de escalación				
Responsable	Teléfono	Correo	Puesto	Nivel
Frandier Diaz	86149130	diazfrander@gmail.com	Líder técnico	1
Oscar Arias	85656776	98.oscararias@gmail.com	Administrador del proyecto	1
José María Jiménez	87297756	josemarijc2010@hotmail.com	Gerente del proyecto	2
Johan Carvajal	25502687	johcarvajal@tec.ac.cr	Sponsor	3

Figura 9: Matriz de escalamiento.

## 2.3. Organigrama organizacional

La empresa está constituida por el gerente del proyecto en el punto más alto, seguido del administrador del proyecto y el líder técnico. El administrador de proyecto dirige el área administrativa, conformada por la secretaria, el supervisor, asesor financiero, gestor de riesgos, encargado de control de calidad, documentador y el analista de negocios. El líder técnico es el que guía a todo el equipo técnico, compuesto por el integrador, el ingeniero en sistemas, diseñador estructural, el responsable de validación y verificación, encargados de hardware y software, gestor de normas y estándares, y el encargado de simulaciones y cálculos. La siguiente figura presenta el organigrama planteado para la empresa Orbital Guidance (OG). Muchos de los roles en el organigrama están íntimamente relacionados, como el gerente de proyecto con el administrador del proyecto se relacionan a la hora de trabajar la metodología Scrum, el encargado de normas y estándares con el responsable del control de calidad pues es contra los estándares que se debe comparar dicha calidad, el asesor financiero con el líder técnico para mantener la solución dentro del presupuesto. Dicho organigrama se observa en la figura 10.

## 2.4. Metodología de trabajo

Para asegurar que el proyecto pueda desarrollarse correctamente y que las habilidades del equipo puedan aprovecharse al máximo es necesario utilizar una metodología

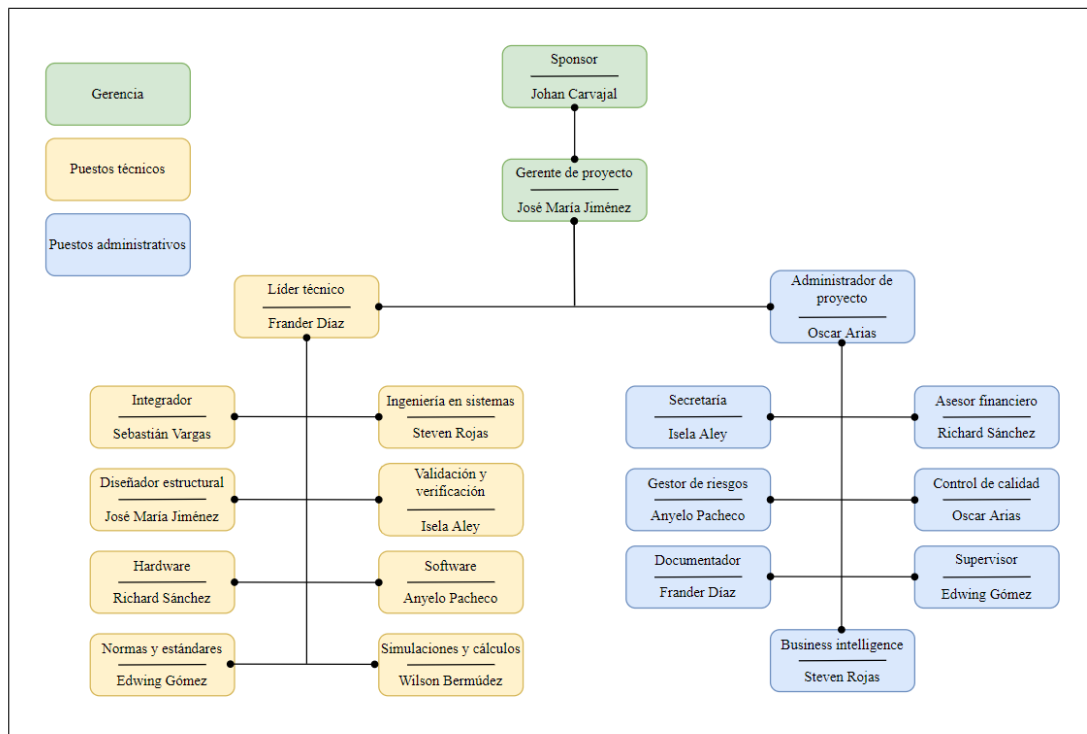


Figura 10: Organigrama del equipo de trabajo.

de trabajo que permita al equipo organizar el trabajo de forma estructurada y eficiente. Generalmente las metodologías ágiles se suelen utilizar para proyectos de este tipo, específicamente, se trabajará una metodología Scrum. A continuación, se describe los roles dentro de esta metodología, y cómo estos se relacionan con los roles descritos en el organigrama. La metodología Scrum está compuesta por ceremonias importantes que se explican en esta sección [37].

Los tres roles definidos dentro de la metodología Scrum son el Product Owner, el Scrum Master y el equipo de desarrollo. Sus responsabilidades se les asignan a otros roles dentro del equipo [38].

- **Product Owner:** El propietario del producto se encarga de tomar decisiones que permitan al equipo desarrollar el producto de la mejor forma, para esto, es necesario que se conozca bien las expectativas del cliente para tener una visión general del trabajo acertada. Su otra tarea más importante es la de velar por el cumplimiento de los plazos planeados para las tareas. Este rol fue asignado a nuestro gerente del proyecto, José María Jiménez.
- **Equipo de desarrollo:** El equipo de desarrollo es un grupo pequeño de personas, las relaciones internas en el equipo de trabajo son horizontales ya que dentro de este no hay jerarquía. El equipo debe ser interdisciplinario que pueda por sí



solo desempeñar las tareas necesarias para el desarrollo del producto. Este rol les compete a todos los integrantes del equipo OG.

- **Scrum Master:** La persona que ejerce este rol está encargada de implementar en el equipo la metodología Scrum y brindar la ayuda necesaria al equipo para poder aplicar la metodología correctamente. Además, gestiona el backlog del producto de tal forma que pueda separarse en paquetes más concretos que se puedan realizarse semanalmente. El encargado de ejercer este rol es Óscar Arias.

Además de los roles, en Scrum es necesario entender los dos principales artefactos de esta metodología Product backlog y Sprint backlog

- **Product backlog:** Esta pila es una lista ordenada y cambiante de todos los requerimientos del producto, generarla es trabajo del propietario del producto. Esta contiene las características, requerimientos, funcionalidades, correcciones y mejoras necesarias en el producto.
- **Sprint Backlog:** Es un subconjunto de elementos de la pila de producto que se seleccionan para ser desarrollados en un sprint en particular, así como un plan para el desarrollo de estos elementos. Esta tarea se realiza en conjunto por el Scrum master y el equipo de desarrollo.

Finalmente, para entender el proceso de Scrum solo necesitamos conocer las ceremonias o eventos que se realizan.

- **Sprint:** Es un lapso de no más de un mes en el que se incrementa la cantidad de ítems de la lista del producto que están terminados. Está compuesto por la planificación del sprint, los Scrums diarios, la revisión del sprint y la retrospectiva del sprint.
- **Planeamiento del sprint:** Este evento tiene como producto un sprint backlog a desarrollar durante el sprint, el Scrum master se asegura de que los integrantes necesarios para completar el planeamiento estén en la reunión. Este plan se crea de forma conjunta entre todos los roles.
- **Scrum diario:** Es una reunión corta, de quince minutos, que se lleva a cabo para que el equipo sincronice las tareas que están realizando y se crea un plan para las siguientes 24 horas.
- **Revisión del sprint:** Al finalizar el sprint se realiza esta revisión para poder así actualizar la pila del producto y poder así planear el siguiente sprint.
- **Retrospectiva del sprint:** Este espacio es una oportunidad para el equipo de trabajo para poder analizar su desempeño y corregir apropiadamente. Este evento se sitúa justo entre la revisión del sprint y la planificación del siguiente.

#### 2.4.1. Herramientas para el desarrollo del proyecto

Para facilitar el correcto funcionamiento de la metodología de trabajo a desarrollar se propone utilizar el siguiente software. Estas aplicaciones serán la principal forma de comunicación entre miembros y de comunicación para la metodología de Scrum a todos los roles.

- **Azure DevOps:** Es una herramienta de organización que cuenta con una configuración específica para Scrum en la que se puede general una pila de producto y organizar las tareas en Sprints.
- **Microsoft Teams:** Se utiliza como plataforma para las reuniones de organización y verificación de los avances. También permite que el profesor se comuniqué con los estudiantes y verifique el trabajo.
- **Google Drive:** Estos se organizan según sea necesario de forma que el documentador pueda utilizar esta información de forma eficiente.
- **Whatsapp:** Se utiliza como medio de comunicación por texto. Ya sea en chats grupales o individuales entre integrantes que trabajen juntos alguna tarea.
- **GitHub:** GitHub se va a utilizar como repositorio en línea para el software desarrollado. Además, Azure DevOps tiene ya integrada interfaz con GitHub para manejar todo de forma centralizada.
- **Overleaf:** Es la principal herramienta de documentación y es en la que se elaboran los reportes. Cabe recalcar que la información que se presenta en estos se genera como borrador en otras plataformas.
- **Google docs/slides/sheets:** Estas tres aplicaciones funcionan como una alternativa sencilla a las tradicionales aplicaciones de Office Word/powerpoint/Excel con la ventaja comparativa de que son gratis, se pueden editar en tiempo real por varios colaboradores y no necesitan ser instaladas en la computadora.
- **Diagrams.net:** Se utiliza para realizar diagramas que permitan la visualización de cierta información. Diagramas como el WBS y el organigrama se crearon con esta herramienta.
- **GanttProject:** Esta herramienta fue utilizada con el propósito específico de realizar el diagrama de Gantt.

El software técnico que se utilizara para desarrollar las diferentes propuestas de solución y los modelados y simulaciones de las mismas se definirá durante la segunda fase.

#### 2.5. Planeamiento del proyecto

A la hora de realizar el planeamiento del proyecto lo primordial es dividir las tareas en paquetes de trabajo, por dicha razón se realizó un diagrama donde se sintetizan los paquetes de trabajo, este diagrama se muestra en la figura 11

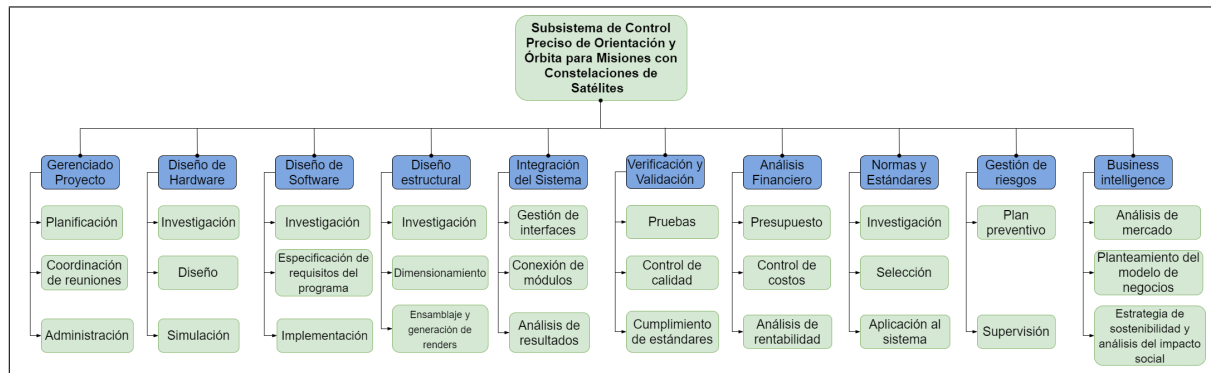


Figura 11: Diagrama de paquetes de trabajo.

Una vez hecho esto es posible gestionar las tareas, paquetes de trabajo y asignaciones de cada integrante del equipo, para organizar lo dicho anteriormente de manera eficaz se procedió a realizar un diagrama de Gantt, el cual se muestra en la figura 12

Cuando se define el diagrama de Gantt se elaboran fases que ayudarán a darle un flujo correcto al trabajo del equipo, a continuación se detallan la fases presentes en el proyecto.

#### 2.5.1. Fase 1

La fase 1 está compuesta de los siguientes paquetes de trabajo y tareas.

- **Gerenciado del Proyecto:** En este paquete de trabajo se deben distribuir las tareas durante el tiempo disponible de forma que se pueda aprovechar las capacidades de trabajo del equipo, establecer fechas para los trabajos y avances, y asegurarse de que éstas se cumplan. Además, organizar las reuniones e informar a los integrantes del grupo con antelación la fecha y hora de las mismas. Los encargados son el gerente del proyecto, líder técnico y el administrador del proyecto. Sus funciones son optimizar el uso de los recursos humanos y técnicos para lograr así un desarrollo satisfactorio del proyecto. Además, han de dirigir y organizar a los miembros del grupo para formar un eficiente equipo de trabajo.
- **Metodología de trabajo:** Se define e implementa la metodología de trabajo más idónea, esto con el objetivo de hacer más eficiente el uso del tiempo. En el caso del equipo OG se escogió la metodología llamada Scrum. Los responsables de esta tarea son el gerente del proyecto y el administrador del proyecto (como propietario del producto y Scrum master respectivamente).
- **Presentación del problema:** Comprender el problema como primera actividad, por medio del análisis de los requerimientos del proyecto. Adjuntar documentación relevante. Se definen como responsables todos los miembros del equipo, ya que cada uno debe saber en qué consiste el proyecto asignado.

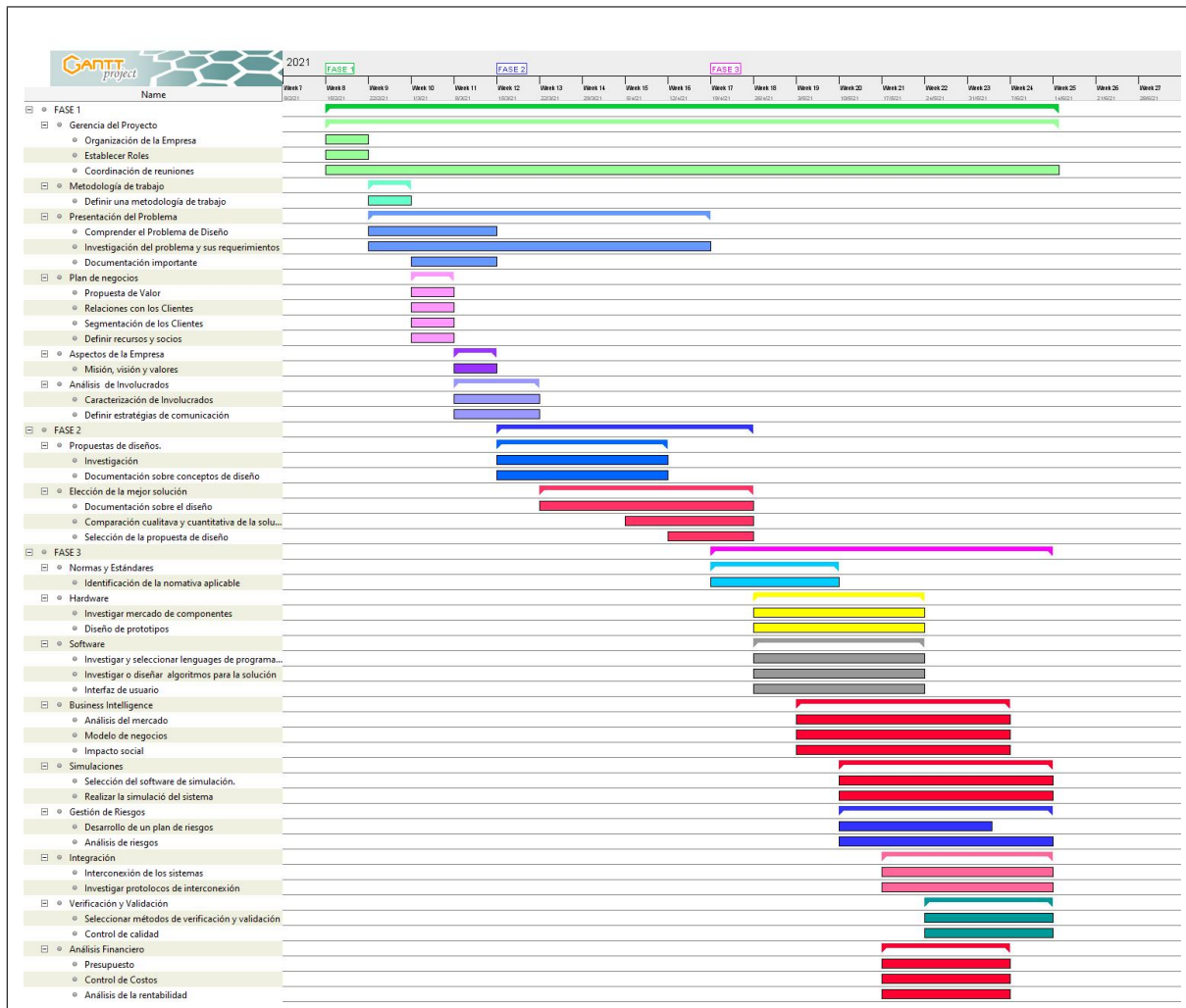


Figura 12: Diagrama de Gantt.

- **Plan de negocios:** En este paquete de trabajo se desea estructurar el modelo de negocio bajo el cual se trabajará. Se define la propuesta de valor de la empresa y el proyecto, caracterización de los clientes para definir estrategias de mercadeo y canales de comunicación. Delimitar recursos, socios y actividades. Los responsables de realizar dicho lienzo son el gerente, el administrador, la secretaria y el analista financiero.
- **Aspectos de la Empresa:** Definir cuál es la misión, visión y los principales valores que representan a la empresa. En este paquete de trabajo, todos los miembros están involucrados.
- **Análisis de Involucrados:** En este paquete de trabajo se busca identificar los principales involucrados en el desarrollo del proyecto. Dentro de las tareas principales a realizar se encuentra la identificación de los grupos de interés, la caracteri-

zación de dichos grupos y las estrategias de comunicación que la empresa adoptará. Desarrollar esta tarea es responsabilidad del gerente del proyecto.

### 2.5.2. Fase 2

La fase 2 está compuesta de los siguientes paquetes de trabajo y tareas.

- **Propuestas de diseños:** Investigar los conceptos de diseño aplicables al proyecto, con el fin de seleccionar los posibles conceptos de diseño para su evaluación y selección. Los encargados de este paquete de trabajo son el Líder Técnico y el Ingeniero en Sistemas.
- **Elección de la mejor solución:** Tomando en cuenta la evaluación de los conceptos de diseños en el paquete de trabajo anterior. Se seleccionará la solución más viable. Los encargados de esta etapa son el Líder técnico y el ingeniero en sistemas.

### 2.5.3. Fase 3

La fase 3 está compuesta de los siguientes paquetes de trabajo y tareas.

- **Normas y Estándares:** Llevar a cabo un análisis de los elementos con los que se trata para seleccionar las normas y estándares de acuerdo a las características del sistema, así como los lineamientos de seguridad y calidad designados a este. Informar a los diferentes equipos de trabajo de las normas pertinentes para que así estas puedan ser tomadas en cuenta y aplicadas al diseño final del sistema. El rol encargado de esto es el Gestor de Normas y estándares
- **Hardware:** Obtener la información necesaria del sistema, como requerimientos y parámetros. Además, investigar sobre componentes de hardware a utilizar, y verificar que estos cumplan con el presupuesto con el que se cuenta para el desarrollo del proyecto. También, el encargado de esta área puede diseñar los circuitos y otros módulos necesarios para el sistema, tomando en cuenta la información obtenida en la investigación realizada. También analizar y discutir las características necesarias en el diseño para cumplir con los requerimientos solicitados para el proyecto. La persona encargada es la referente al área de Hardware.
- **Software:** Obtener la información necesaria del sistema, como requerimientos y parámetros. Además, investigar cómo debe ser el funcionamiento del hardware. Definir los requisitos del programa tomando en cuenta la información obtenida para asegurar una armonía en el funcionamiento entre el software que se plantea desarrollar y el hardware a utilizar. El encargado del software en conjunto con el de simulaciones y cálculos, tienen que realizar un programa para el sistema que cumpla con todas las condiciones y requisitos expuestos. Esta actividad supone también el diseño de una interfaz para el usuario. Quien está a cargo de dicha tarea es el diseñador de software.

- **Simulaciones:** Estudiar y describir la comprensión de los elementos del sistema de interés. Además, mediante el uso de software de simulación, verificar el funcionamiento del sistema y experimentar diferentes decisiones analizando sus resultados. La persona que le compete esta actividad es el encargado de Simulaciones y Cálculos.
- **Business Intelligence:** El Business Intelligence debe realizar un análisis de mercado previo al desarrollo del modelo de negocios para tener una noción de los alcances e implicaciones de un proyecto con las características que se presentan. Tomando en cuenta los resultados del análisis de mercado, el encargado de inteligencia de negocios ha de idear un modelo de negocios que se ajuste debidamente a los requerimientos e intereses del proyecto con el que se trata. Un aspecto que la persona de inteligencia de negocios debe tomar en cuenta es plantear una estrategia de sostenibilidad que tome en cuenta el impacto que puede tener el sistema en el ambiente, y realizar un análisis del impacto social que supone la realización del proyecto.
- **Gestión de Riesgos:** El gestor de riesgos tiene como propósito principal crear una serie de guías a seguir para las diferentes áreas, de forma que se reduzcan los riesgos incurridos durante la realización de las tareas. Determinar parámetros máximos de operación del sistema. La supervisión es otra tarea que le incumbe al gestor de riesgos, ya que de esa forma puede verificar activamente las actividades que se llevan a cabo y que los integrantes del equipo estén siguiendo el plan preventivo.
- **Integración:** El encargado de este paquete de trabajo realizará la interconexión de los sistemas y la interfaz entre hardware y software. Para ello se debe investigar los protocolos de comunicación que mejor se adapten a los componentes de hardware, los sensores y actuadores seleccionados. El encargado de estas tareas es el integrador.
- **Verificación y Validación:** El encargado de verificación y validación ha de llevar a cabo pruebas del sistema con todas sus elementos conectados entre sí, y comprobar que su funcionamiento es el adecuado o esperado. Otro aspecto que le corresponde es verificar que todos los requerimientos y características especificadas se hayan tomado en cuenta para el sistema. La persona con el rol de verificación y validación también debe realizar testeos de control de calidad para asegurarse de que el sistema no presente fallas o errores en ninguna de las circunstancias límites a las que se pueda exponer.
- **Análisis Financiero:** Manejar el presupuesto con el que se cuenta para el desarrollo del proyecto, de tal forma que se pueda cumplir con las especificaciones necesarias. También, hacer una gestión eficiente de los recursos monetarios y ofrecer un presupuesto para el desarrollo del proyecto. El encargado de esta tarea es el Asesor financiero, el cual también tiene la responsabilidad de realizar estudios de rentabilidad para así tomar decisiones informadas a la hora de seleccionar una solución específica.

### 3. Gestión de la empresa

Dentro de las actividades que se desarrollarán a lo largo de la vida de O.G se encuentran todas aquellas relacionadas a la interacción con terceros (Siendo estos desde posibles clientes o inversionistas como personas interesadas a colaborar en alguna de las áreas de trabajo). Debido a esto se debe definir una estrategia para la comunicación con estos, haciendo énfasis en el mercado meta y en los intereses de los clientes e involucrados más importantes.

En esta sección se describirá la naturaleza de la empresa, tanto con lo que respecta a su condición de organización como a lo que respecta a sus estrategias de interacción con terceros.

#### 3.1. Descripción de la empresa

Orbital Guidance nace de la conformación de un equipo de trabajo para el curso Taller Integrador de la carrera de Ingeniería Electrónica en el primer semestre del año 2021. La conformación de O.G, así como las competencias de cada integrante, fueron discutidas en secciones anteriores de este documento, por lo que se procederá a exponer los principios de esta organización.

##### 3.1.1. Nombre y logo de la empresa

El nombre *Orbital Guidance* surge de la asociación de los ámbitos ingenieriles en los que se desarrollarán las actividades de O.G: Los subsistemas para satélites pequeños y el control automático; dando como resultado un nombre que combina atributos de ambos. El logotipo diseñado se presenta en la figura 13, el cual toma inspiración de los satélites tipo CubeSat.



Figura 13: Logotipo de la empresa.

##### 3.1.2. Misión y visión

**Misión:** La misión de Orbital Guidance es el diseño de subsistemas especializados para pequeños satélites con capacidad operativa que permitan la integración con tec-

nologías actuales para ampliar sus alcances, de acuerdo a las necesidades del cliente y en el contexto del crecimiento Latinoamericano en el ámbito espacial.

**Visión:** Ser partícipes activos en el desarrollo de tecnología espacial en uso, aportando a la visibilidad de Latinoamérica como una región activa e inclusiva en este ámbito.

### 3.1.3. Objetivos y valores de la empresa

#### Objetivos:

- Realizar una adecuada selección de hardware para la satisfacción de las necesidades de la clientela.
- Diseñar algoritmos de control y comunicación eficientes para la ejecución de funciones según la arquitectura del sistema.
- Establecer una comunicación activa con el fin de identificar las necesidades del cliente.

#### Valores:

- Calidad
- Integridad
- Enfoque en el cliente

### 3.2. Análisis de involucrados

Como sugiere [39], identificar a los involucrados es un proceso de suma importancia que consiste en caracterizar a personas, grupos u organizaciones que pueden impactar o ser impactados por decisiones, actividades o resultado del proyecto, además se analiza y documenta información relevante entorno a sus intereses, participación, interdependencias, influencia y posible impacto en el éxito del proyecto, además, permite al gerente del proyecto identificar el enfoque adecuado para cada interesado o grupo de interesados. A continuación se muestra el análisis de involucrados bajo el contexto de desarrollo de sistemas y subsistemas para pequeños satélites e involucrados latinoamericanos propuesto con Orbital Guidance (O.G).

En la figura 14 se puede observar las caracterizaciones de los involucrados de O.G donde cabe resaltar que se componen por clientes, consultores, entes financieros y de regulación así como los proveedores, se diferencian entre involucrados activos y pasivos donde los involucrados de forma más directa son los activos y los involucrados con cierto grado de impacto o posibles involucrado estratégico se caracteriza como pasivos.



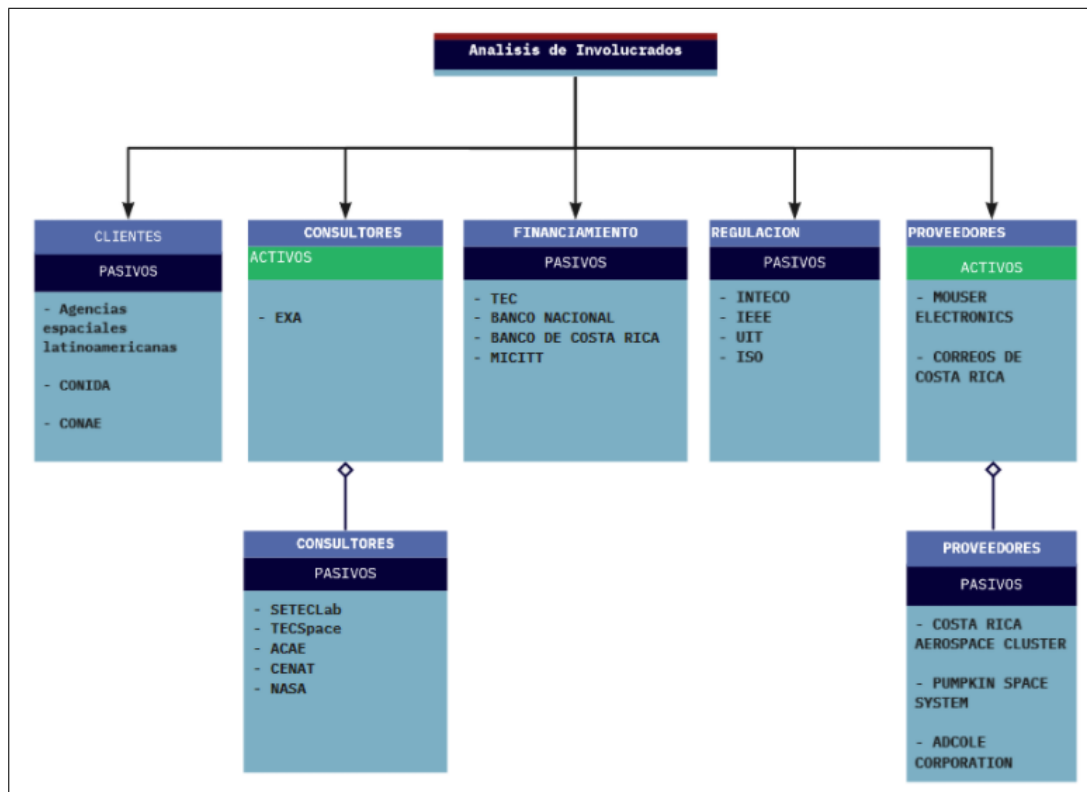


Figura 14: Diagrama de contexto del análisis de los involucrados.

### 3.2.1. Caracterización de involucrados

- **EXA:** Es la Agencia Espacial Civil Ecuatoriana, encargada de investigación científica en los campos de ciencias planetarias y ciencias espaciales e impulsar el desarrollo de las ciencias aeronáuticas [40]. Es un potencial inversionista activo del proyecto puesto a sus grandes intereses en el desarrollo de ADCS para satélites cubesats con bus KRATOS con mayor precisión e innovación, permite obtener diferentes caracterizaciones y aproximaciones al sistema deseado puesto que es un ente que puede validar la calidad del prototipo desarrollado y obtener retroalimentación de mejoras para el dispositivo y otros.
- **SETEC Lab:** Laboratorio de Sistemas Espaciales de la Escuela de Electrónica del Tecnológico de Costa Rica, uno de sus principales inclinaciones consiste en brindar soporte al creciente campo de la ingeniería espacial y busca transformarlo en herramienta de desarrollo del país, aunado a la gran experiencia en el área de los investigadores serán los principales consultores de OG para el desarrollo del subsistema aprovechando a dichos especialistas y el cumplimiento de sus objetivos como laboratorio de investigación.
- **Costa Rica Aerospace Cluster:** Costa Rica Aerospace Cluster es un grupo

formado por más de 30 empresas especializadas en mecánica de precisión, mantenimiento e implementación de sistemas electromecánicos, además del desarrollo y testeo de software para sistemas embebidos, este grupo tiene el objetivo de ofrecer servicios en el área aeroespacial a nivel nacional con los más altos estándares en cuanto a calidad y certificaciones, cabe recalcar que este grupo forma parte en conjunto con el Instituto Tecnológico de Costa Rica del Comité Técnico Nacional Aeroespacial(CTN 61), algunas empresas que conforman este grupo son Avionyx, Four Wings Group, GJ Cargo, Olympic Precision Machining, TechShop, TicoElectronics, TLS, entre otras.

- **Agencias espaciales latinoamericanas:** En latinoamérica diversos países cuentan con agencias espaciales, algunos de estos países pueden ser México, Colombia, Ecuador, Brasil y entre otros, que son potenciales clientes e interesados en subsistemas satelitales por lo que es estratégico buscar incorporar el sector latinoamericano, aunado al gran auge comercial en el desarrollo de subsistemas espaciales especializados.
- **NASA:** Como precursora de proyectos espaciales en el sector estadounidense, la NASA es un ente con presencia internacional y con un gran repertorio de información e investigaciones, uno de sus principales intereses, tal como sugiere en [41], es el compartir el conocimiento recopilado para que su información pueda mejorar la vida de las personas en todo el mundo y, además, dado a que mediante este busca apoyar la educación en STEM es importante para O.G tomar en consideraciones estudios relevantes a subsistemas en pequeños satélites como estado del arte en diferentes subsistemas y sistemas.
- **MICITT:** El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones en Costa Rica, como se sugiere en [42] suele otorgar fondos no reembolsables para promover y mejorar la capacidad gestión y competitividad de emprendimientos Costarricenses, por tanto para O.G es de sumo interés en algún momento optar por financiamientos que dicha institución brinda y de esta manera apoyar al cumplimiento de estos objetivos.
- **IEEE:** Institute of Electrical and Electronics Engineers, sus intereses primordiales giran entorno, tal como se indica en [43], en promover la innovación tecnológica y la excelencia en beneficio de la humanidad, para ello destaca diferentes normativas y es de vital importancia ya que de esta forma se puede normalizar los circuitos electrónicos empleados en el desarrollo del proyecto además de permitir las posibilidad de extraer protocolos de información para interfaces o dispositivos que se vayan a utilizar que se encuentren normalizados bajo dicho estándar y entre otros.
- **INTECO:** A nivel nacional provee las normas y las certificaciones [44] necesarias para poder brindar productos de buena calidad, este socio se vuelve importante ya que si se certifica el proceso de control satelital, esta certificación le provee de un mayor valor comercial lo cual sería de gran beneficio para O.G.

- **ISO:** La norma ISO cuenta con un apartado referente al estándar utilizado en satélites CubeSats. El ISO 19683:2017 para pequeños satélites [45] y el ISO 17770:2017 para CubeSats [46].
- **Mouser Electronics:** Es un distribuidor autorizado y reconocido mundialmente de semiconductores y componentes electrónicos para más de 1100 marcas de fabricantes líderes en la industria. Se especializa en la introducción rápida de los productos y tecnologías más recientes para las comunidades de ingenieros de diseño y compradores, esto garantiza un buen acceso del mercado tecnológico más avanzado en componentes electrónicos. Esto presenta una ventaja para O.G en la adquisición de microcontroladores y demás componentes. Esta entidad a su vez garantiza la importación de dichos dispositivos, por lo que es enmarcado como principal proveedor de O.G. [47]
- **Correos de CR:** Encargada de la movilización de paquetes una vez estos son importados al país así como movilización de paquetes de forma interna, el interés se presenta cuando se requiere de la importación de componentes y la eventual exportación de productos.
- **ACAE:** “La Asociación Centroamericana de Aeronáutica y del Espacio es una organización sin fines de lucro que tiene como objetivo inspirar el talento centroamericano para poder de esta manera, desarrollar el campo aeroespacial en la región.” [48] Teniendo en consideración que este ente ha tomado parte en proyectos a nivel nacional como el proyecto Irazú, este provee de una potencial inversión así como el enlace con recursos técnicos en cuanto a materia satelital y diferentes recursos estratégicos en el área de publicidad.
- **CENAT:** Facilita y promueve el funcionamiento y desarrollo sistémico de investigaciones científicas en la educación superior y en diversas áreas de alto contenido científico-tecnológico, se convierte en un aliado estratégico en pro de la investigación e innovación que puede promover también en conjunto con O.G.
- **Pumpkin Space Systems:** Es líder mundial en el mercado de nanosatélites, ha sido parte de misiones espaciales exitosas al proporcionar componentes de nanosatélites y CubeSats completos a organizaciones gubernamentales, comerciales y educativas. Este es un principal proveedor de tecnologías para O.G tanto para pruebas de campo y entre otras opciones.
- **ADCOLE Corporation:** Es una empresa de innovación de productos impulsada por la ingeniería dedicada al diseño y fabricación de productos de metrología aeroespacial e industrial con la precisión más confiable [49]. Siendo de gran necesidad acoplar el subsistema y asegurar su protección la utilización de piezas de alto calibre que cumplan las dimensiones óptimas es imprescindible es por ello que en dado caso de requerirse un diseño en específico este es un socio de relativa importancia.

Los involucrados activos son de los mayor relevancia e impacto ya que estos son los que permiten el flujo del proyecto, sin embargo, los interesados pasivos facilitan muchas

labores relacionadas al proyecto, tales como proveedores, que llegan a ser indispensables a la hora de desarrollar productos aún si no participan activamente; de hecho se utilizan los socios pasivos de una forma más discreta aunque bien con grandes alcances.

De una manera visual se presenta cual es el nivel de importancia e influencia de cada uno de los socios en la figura 15 donde la importancia destaca que tan relevante es el socio para poder realizar el proyecto así como las limitaciones y alcances en dicho proyecto mientras que la influencia hace referencia a cómo este socio afecta el rumbo del proyecto y las actividades realizadas para cumplir con el alcance definido. Gracias a esta gráfica se puede establecer de forma más clara que tanto EXA como SETECLab son los socios que realmente permiten la realización del proyecto

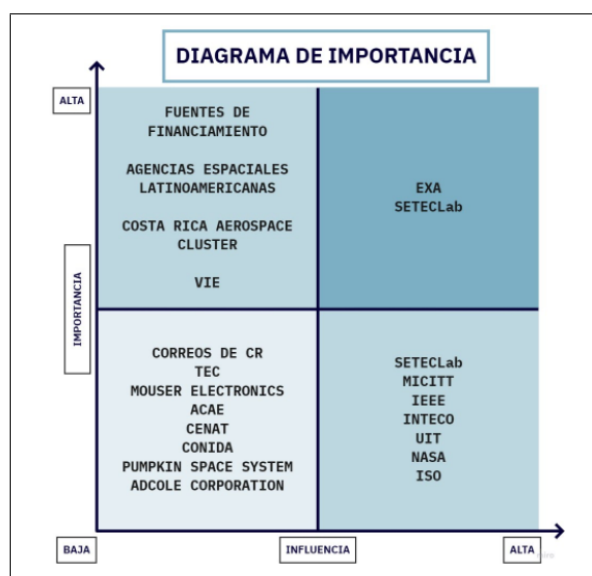


Figura 15: Diagrama de influencia vrs. importancia  
Obtenido de [ref].

### 3.2.2. Estrategias de gestión y comunicación de involucrados

Definir cuál segmento de socios está involucrado en este proyecto es la primera fase, sin embargo, nada funciona si los perdemos de vista y descuidamos sus intereses, por esto se pretende llevar a cabo las estrategias descritas en la figura así como la frecuencia de comunicación. Las estrategias de gestión y comunicación con los involucrados se pueden observar en la figura 16

Estrategias de gestión y comunicación de involucrados				
Grupos	Estrategias	Roles Encargados	Frecuencia	Motivo
<b>Clientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incentivar un adecuado manejo del servicio al cliente</li> <li>- Minimizar costos de producción con el fin de establecer precios competentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Administrador de proyecto</li> <li>- Asesor financiero</li> <li>- Business intelligence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 vez al mes</li> <li>- Sesiones ocasionales en casos extremos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reporte de avances</li> <li>- Realimentación sobre el avance</li> </ul>
<b>Proveedores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer un flujo efectivo y dinámico de información con el fin de asegurar cotizaciones de alta calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asesor financiero</li> <li>- Líder Técnico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fase 2: 1 vez a la semana</li> <li>- Fase 3: Una única vez, ocasionalmente de ser necesario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación de cotizaciones</li> <li>- Establecer labores de logística</li> </ul>
<b>Regulacion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rigurosidad en los estudios normativos necesarios para el desarrollo del proyecto</li> <li>- Disponer de los mejores estándares respecto al diseño del prototipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normalización y estándares</li> <li>- Gestión de Riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fase 2: 1 vez al mes</li> <li>- Fase 3: 1 vez a la semana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificación en línea a temas relacionados a regulaciones y normas----</li> <li>- Verificación del cumplimiento de las normas y estándares</li> <li>- Consulta sobre documentación</li> </ul>
<b>Consultores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar consultas precisas y enfocadas en el tema</li> <li>- Detallar problemas y soluciones planteadas durante el desarrollo del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gerente del proyecto</li> <li>- Líder técnico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fase 2: 1 vez al mes</li> <li>- Fase 3: todas las semanas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obtener información experta entorno a temas específicos</li> </ul>
<b>Financiadores / Patrocinadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de mercadeo rentable (\$)</li> <li>- Reporte demostrativo de avances y cumplimiento de metas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asesor financiero</li> <li>- Gerente del proyecto</li> <li>- Business intelligence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 vez al mes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solicitud de financiamiento y sus respectivas negociaciones</li> </ul>

Figura 16: Estrategias de gestión y comunicación de involucrados.

### 3.3. Modelo de negocios

#### 3.3.1. Análisis de Mercado

A lo largo de los últimos años ha existido una creciente demanda en el área de pequeños satélites y se prevé un crecimiento significativo durante la próxima década. Según SpaceWorks [50] en su pronóstico de nano y micro satélites del 2019, se estima que aproximadamente entre 2000 y 2800 pequeños satélites requerirán ser lanzados en

los próximos 5 años a partir del 2019.

Aplicaciones científicas y tecnológicas tales como observación terrestre y telecomunicaciones hacen que el mercado de pequeños satélites se vuelva una tendencia entre las compañías interesadas en este sector. Además, en los últimos años se ha dado un incremento en la integración vertical de pequeños satélites, esto debido a que el costo promedio por cada unidad fabricada disminuye en constelaciones a partir de aproximadamente las 80 unidades.

Ya que nuestra empresa se dedica al desarrollo de subsistemas para pequeños satélites, se adoptaría la metodología de integración vertical, además, ya que se cuenta con Costa Rica Aerospace Cluster como un socio clave, esta metodología puede ser aplicada con empresas en el sector nacional.

### 3.3.2. Modelo de negocios de Orbital Guidance

A continuación, se presenta el modelo de negocios a seguir para un correcto desarrollo del proyecto, el mismo se alinea con la misión y visión de nuestra empresa y además establece la forma en la que la empresa generará ingresos, los posibles clientes y el mercado clave al cual se pretende alcanzar, todo esto acorde a las propuestas de valor que se establecen.

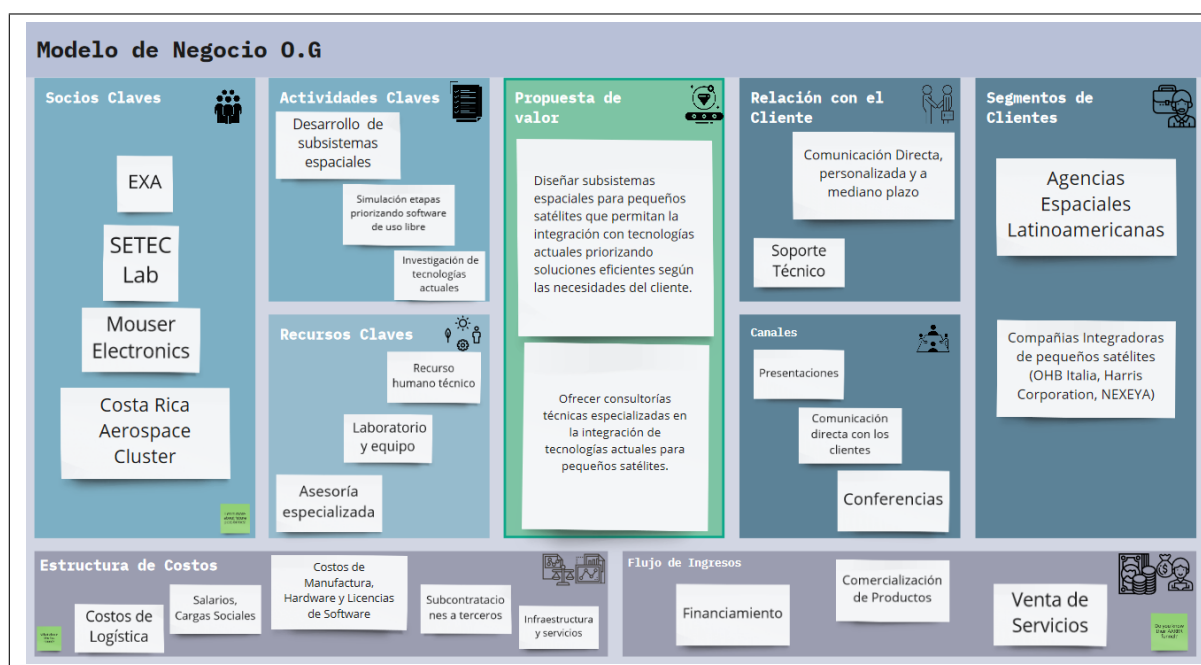


Figura 17: Modelo de negocios

### 3.3.3. Estrategia de gestión financiera

La estrategia financiera de acuerdo a [51] define el plan de acción destinado a permitir que la empresa logre el equilibrio financiero mediante el manejo eficaz y eficiente de los recursos que se pueden obtener o del que se tiene a disposición. Aunque, el objetivo de la estrategia financiera evoluciona se puede establecer ya sea a corto, medio o largo plazo según sea necesario, estos tiempos de establecimientos estratégicos pueden incurrir a:

A corto plazo : el objetivo de la estrategia de financiación es permitir que el proyecto empresarial logre estimar lo mínimo requerido. De hecho, antes de que se lance un producto o servicio, su desarrollo puede llevar tiempo y requerir una financiación significativa. En esta etapa, la estrategia de financiación consiste, en buscar las distintas formas de financiamiento que se pueden plantear para iniciar la actividad.

A medio plazo : a medio plazo, el objetivo será mejorar los productos o servicios existentes o desarrollar nuevas ramas de actividad. Para ello, la estrategia de financiamiento puede consistir en apoyarse únicamente en los beneficios de la empresa o, por el contrario, en buscar financiación externa.

A largo plazo : la estrategia de financiación a largo plazo consiste en racionalizar los costes de producción para mejorar el desempeño financiero de la empresa. Es decir, el objetivo es conseguir financiar la actividad gracias a los ingresos únicos, evitando en la medida de lo posible recurrir a financiación externa.

Para diseñar y establecer la estrategia financiera de la empresa, existen diversas metodologías que dependen de las necesidades de la empresa, sin embargo, para emprendedores generalmente es mucho más conveniente emplear una estrategia basada en la elaboración de una previsión de flujo de caja.

Según [52] la previsión de flujo de caja es un documento que permite al emprendedor evaluar su capacidad para financiar su actividad y su desarrollo durante un periodo determinado. Mediante este documento, el empresario asegura que podrá hacer frente a sus gastos. Esto también le permite anticipar la estrategia de financiación que se pondrá en marcha en caso de periodos de baja actividad. Es decir se obtiene un pronóstico del estado financiero de la empresa realizando una estimación en un determinado periodo.

A Partir de este documento un emprendedor puede plantear estrategias financieras a corto, medio y largo plazo y que puede elegir el tipo de financiamiento más adecuado para la actividad. Mediante esta estrategia se elabora una tabla financiera que enumera todos los flujos financieros (gastos e ingresos) que pueden ocurrir durante el período determinado en estudio.

Mediante la tabla financiera permite organizar y controlar el presupuesto de la empresa de forma diaria, mensual y anual.

Al poner en marcha el proyecto, el objetivo de la previsión de flujo de caja es permitir que la empresa inicie su actividad asegurándose de que dispondrá de los fondos necesarios. Por otro lado, le permite anticipar con calma los períodos de baja actividad, así como las dificultades financieras al que podrían enfrentarse.

A largo plazo, la previsión de flujo de caja permite a la empresa pronosticar, desde un punto de vista financiero, las sumas a liberar para el desarrollo de sus nuevos proyectos es decir en la sección de inversiones de la empresa.



Finalmente, el pronóstico de flujo de efectivo es una parte integral de la estrategia financiera. El objetivo es, por supuesto, que la empresa encuentre su equilibrio financiero tal que en ningún momento quede sin efectivo o con guardia baja en periodos con dificultades de operación.

Para lograr estimar una correcta elaboración del flujo de caja efectivo es importante establecer los recursos con los que se cuentan o con los que posiblemente se buscará conseguir es por ello que se debe realizar un pequeño estudio de formas en cómo una empresa puede lograr financiamiento, lo cual se muestra a continuación en el siguiente apartado.

#### Obtención de financiamiento

Las necesidades de financiación no serán las mismas para una empresa que se hace cargo de un negocio existente que para una empresa que lanza un proyecto innovador. Por tanto, es importante encontrar el método que mejor se adapte a la financiación de proyectos empresariales.

Auto Financiamiento :es un método en el que la empresa logra su equilibrio financiero mediante capital propio, que generalmente es aporte de asociados, sin embargo, este método de financiación ideal suele ser difícil de conseguir en la práctica.

Subsidios comerciales : al establecer o hacerse cargo de una empresa, se pueden poner a disposición del emprendedor muchas ayudas. Entre ellos, es posible citar las subvenciones empresariales que son ayudas públicas a disposición de los empresarios en determinadas condiciones.

El préstamo profesional : es una financiación externa mediante la cual un establecimiento bancario o financiero pone una cantidad a disposición de la empresa. Sin embargo, este método de financiamiento tiene un costo para la empresa, ya que se requiere devolver el préstamo, así como pagar los intereses del préstamo.

Crowdfunding (crowdlending): Existen dos tipos de financiación en los que la empresa utiliza aportaciones públicas para desarrollar su proyecto. En el primer caso, se trata de una donación con o sin contraprestación. En el segundo caso, se trata de un préstamo gratuito o pagado.

Fundraising : este método permite a la empresa aumentar su capital social gracias a la llegada de inversores a un centro social. Sin embargo, para encontrar inversores es necesario tener un proyecto realmente convincente.

Otra posible fuente de financiamiento a futuro sera posible atraves de la agencia espacial costarricense, dado a que dentro de sus objetivos esta a como indica [53], en el articulo 4 punto O, dentro del marco de sus funciones se establece que la agencia deberá Contribuir con el desarrollo de actividades de cooperación con instituciones nacionales de carácter académico, tecnológico y profesional, dedicadas a estudios de especialidades relacionadas con la materia”, esto implica que se obtendrá apoyo por parte de dicha institución para propiciar avances en el desarrollo de sistemas para pequeños satélites, lo cual a su vez se ve apoyado por entes financieras que podrían brindar incluso apoyos económicos, esto como estrategia a largo plazo.

#### Capital inicial de trabajo

Como capital inicial de trabajo se buscará fuentes de financiamiento e incluso entes que deseen asociarse con OG. Para OG de acuerdo al modelo de negocio establecido se



buscará obtener medios de financiamientos de fondos no reembolsables que ofrece distintas entidades financieras de Costa Rica tales como la MICCIT, además de optar por el acceso a capital semilla brindado por el sistema de banca para el desarrollo (SBD), ya que a como indica [54] capital semilla son recursos generalmente provenientes de fuentes estatales que se otorga a emprendimientos o startups en sus etapas iniciales debido a determinadas características que en ocasiones pueden ser de difícil financiamiento bajo los esquemas tradicionales es decir recursos bancarios, dado a su alto riesgo o inexistencia de activos que respalden un crédito común.

De lo anterior se establece como estrategia viable para O.G es lograr llevar a cabo el proceso de incubación con TEC Emprendelab, máxime a que actualmente se ha convertido en agencia operadora de capital semilla a como ha indicado [55], esto implica que es posible lograr obtener fondos del SBD al realizar el proceso de incubación que comprende 3 etapas a como ha sugerido [55], los cuales son:

Pre incubación: los emprendimientos obtienen las bases necesarias para comenzar su negocio, sin embargo mediante esta estrategia se establece avances importantes para avanzar en esta etapa.

Incubación Alfa: validación de propuesta de valor con el mercado, OG ha realizado un estudio de mercado que permite en conjunto a TEC emprendelab realizar la validación del mismo y en caso de ser necesario, también para hacer los ajustes necesarios.

Incubación Beta: O.G inicia los procesos de crecimiento en el campo tecnológico, pasando de una idea emprendedora validada a la generación de ventas.

Además debido a que los asociados a OG son aún estudiantes, no se puede contar con el método de auto financiamiento, sin embargo pese a que en CR existen diferentes métodos de financiamiento de acuerdo a [56] mediante el índice de competitividad global de los últimos años se ha destacado como principal debilidad de Costa Rica, la dificultad de acceso a crédito y la falta de fuentes alternativas de financiamiento para emprendedores. Esto coloca al país en una situación rezagada en cuanto a apoyo financiero a las iniciativas emprendedoras, en comparación con el resto de países cuyo motor es la innovación.

Del apartado anterior se puede observar que buscar fuentes de financiamientos no garantiza que se obtendrá por lo que es necesario incluir dentro de la estrategia métodos alternativos que permita a OG iniciar sus operaciones, algunos de los métodos pueden ser por crowdfunding, un préstamo bancario no es primera opción hasta que se logre establecer mediante la previsión de flujo de caja si OG puede responsabilizarse de una deuda, de acuerdo al resultado, podría ser o no una opción viable.

#### Capital para inicio de operación

Esperando que se pueda lograr sobrellevar las distintas etapas en colaboración con TEC Emprende Lab como capital para inicio de operación se espera acceder a este mediante dicha instancia, sin embargo en caso de no ser posible y se requiera realizar el proceso directamente con SBD es importante que se pueda mitigar las causas de rechazo por entidades de financiamiento, por tanto, es relevante conocer sobre estos aspectos para lograr establecer un correcto alineamiento en miras de minimizar las probabilidades de rechazo , según [56] indica que muchas solicitudes son rechazados debido a diversos incumplimientos que se pueden observar en la figura 18,

<b>Entidades Financieras</b>	<b>Fondos Especiales</b>
Incumplimiento de requisitos	Incumplimiento de requisitos
Capacidad de pago	Plan de inversión
Historial crediticio malo	Capacidad de pago
Falta de garantía	Malas referencias crediticias
Calidad de la información financiera	Viabilidad del proyecto
Fiadores	Deudas
Problemas con los planes de inversión	Falta de garantía

Figura 18: Tabla de causa de rechazos más comunes. Tomado de [56]

De acuerdo a la estrategia basada en la previsión de flujo de caja es importante conocer sobre cuales serian las principales fuentes de ingreso para la empresa o emprendimiento, lo cual se observa en el siguiente apartado.

Fuentes de ingreso

De acuerdo al modelo de negocio establecido las principales fuentes de ingreso de O.G estará dado por:

Comercialización de productos acabados para pequeños satélites (ADCS)

Venta de servicios profesionales.

Financiamientos adicionales (rige en caso de poder optar por un crédito)

Para llevar a cabo la estrategia por medio de la previsión de flujo de caja es necesario contar con la estructura general de costos en el que incurre la startup o emprendimiento, en el siguiente apartado se muestra dicha estructura.

Estructura de Costos

Como indica[57] los costos pueden dividirse en costos variables y costos fijos. Los costos variables totales son aquellos que varían directa y proporcionalmente con los cambios en el volumen. Los costos fijos totales, por otra parte, son aquellos que no se modifican con los cambios en el volumen dentro del rango relevante, en este apartado se indicarán ambos tipos de costos además, de acuerdo al modelo de negocio establecido por O.G los costos más relevantes en el que incurriría se muestran a continuación

Costos de logística

Salarios

Cargas Sociales

Costo de manufactura

costo en Hardware Licencias de software

Costo en outsourcing o Leasing

Costos en infraestructuras y servicios

Es importante destacar que los gastos en servicios incluyen agua, luz, internet y

otros.

Para la estrategia, es necesario establecer las inversiones que realizará O.G para obtener una mejora constante en sus productos o para el proceso de desarrollo de nuevos productos, los cuales se muestran en el siguiente apartado.

#### Inversiones

De acuerdo al modelo de negocio las inversiones de O.G estarán centrados en 3 areas principalmente los cuales consisten en:

Desarrollo de subsistemas espaciales

Investigación y desarrollo de tecnología actualizada entorno al diseño de subsistemas espaciales.

Asesoría especializada

Análisis Financiero

De acuerdo con [57] esta es la etapa final de la estrategia financiera de negocios y corresponde a la sumatoria de las etapas anteriores en cuanto a la determinación de la inversión inicial y del costo operativo según el periodo en estudio, es decir si se realiza para corto, medio o largo plazo. También se evalúan indicadores financieros que solicitan los bancos para entregar préstamos.

## 4. Conclusiones

- El creciente auge en el lanzamiento de misiones espaciales con pequeños satélites abre el mercado para el desarrollo de tecnologías aplicables a este ámbito, lo cual se potencia por los beneficios que estas misiones pueden generar en los aspectos económicos, ambientales y sociales.
- Orbital Guidance trabajará para el desarrollo de tecnología especializada que pueda integrarse en sistemas satelitales pequeños para poder aumentar sus capacidades de operación, todo esto dentro del marco del crecimiento de la participación de agencias latinoamericanas en el ámbito espacial.
- La organización del equipo se dividió en dos secciones, dada la naturaleza de las actividades a realizar: Área técnica y área administrativa, donde se asignaron roles de liderazgo para cada una (Líder técnico y administrador del proyecto).
- Se utilizará la metodología de trabajo Scrum, definiendo los roles necesarios para su correcta implementación. Se hará también uso de software para la gestión de archivos, reuniones, repositorios y tareas bajo la metodología antes mencionada.
- Se sacará provecho tanto de las relaciones con expertos interesados en el proyecto, como con el Project Sponsor, con quien se llevará un seguimiento periódico de los avances dada la metodología del Taller Integrador.
- Se planteó un modelo de negocios utilizando la herramienta Canvas, la cual permite exponer las propuestas de valor (las cuales se enfocaron en la integración de tecnologías y el acompañamiento de los clientes a través del proceso de selección e implementación del sistema) y así relacionarlas con los diferentes ámbitos de la organización.

## Referencias

- [1] Joseph N. Pelton y Scott Madry. "Introduction to the Small Satellite Revolution and Its Many Implications". En: *Handbook of Small Satellites: Technology, Design, Manufacture, Applications, Economics and Regulation*. Ed. por Joseph N. Pelton y Scott Madry. Cham: Springer International Publishing, 2020, págs. 1-29. ISBN: 978-3-030-20707-6. DOI: 10.1007/978-3-030-20707-6\_1-2. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-20707-6\\_1-2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20707-6_1-2).
- [2] L. Scatteia, A. Frayling y T. Atie. "The role of emerging space nations in supporting sustainable development and economic growth". En: *Leading insights on the space sector* 153 (2020). URL: <https://www.pwc.fr/fr/assets/files/pdf/2020/03/en-france-pwc-space-practice-emerging-space-nations-paper.pdf>.
- [3] Paul Scully-Power. "Space 2.0 - The next world revolution". En: *Journal & Proceedings of the Royal Society of New South Wales* 153.1 (2020), págs. 104-107.
- [4] *Increasing computing performance of ADCS subsystems in small satellites for earth observation*. 10th IAA Symposium on Small Satellites for Earth Observation. Berlin, Alemania, 2015. URL: [https://www.researchgate.net/publication/277635649\\_Increasing\\_computing\\_performance\\_of\\_ADCS\\_subsystems\\_in\\_small\\_satellites\\_for\\_earth\\_observation](https://www.researchgate.net/publication/277635649_Increasing_computing_performance_of_ADCS_subsystems_in_small_satellites_for_earth_observation).
- [5] L. Algarañaz y col. *The role of emerging space nations in supporting sustainable development and economic growth*. 2011. URL: [https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Materiales/condiciones-oportunidades-desarrollo-industria-aeroespacial-costa-rica2020-01-03\\_19-49-00.pdf](https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Materiales/condiciones-oportunidades-desarrollo-industria-aeroespacial-costa-rica2020-01-03_19-49-00.pdf).
- [6] California Polytechnic State University. *CubeSat 101: Basic Concepts and Processes for First-Time CubeSat Developers*. NASA, 2017.
- [7] J.M Kuiper. *Attitude Determination and Control System (ADCS)*. URL: <https://www.tudelft.nl/lr/organisatie/afdelingen/space-engineering/space-systems-engineering/research/miniaturization/attitude-determination-and-control-system-adcs#:~:text=The%20Attitude%20Determination%20and%20Control,operation%20and%20the%20mission%20success>.
- [8] Danielle Wood y Annalisa Weigel. "Architectures of small satellite programs in developing countries". En: *Acta Astronautica* 97 (2014), págs. 109-121. ISSN: 0094-5765. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2013.12.015>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576513004682>.
- [9] *Tecnología espacial al servicio del desarrollo en la Tierra*. URL: <https://news.un.org/es/story/2017/11/1421862>.
- [10] Carrillo y Orozco et al. "Tecnología espacial aplicada a la salud". En: (). URL: <http://www.scielo.org.mx/pdf/facmed/v60n5/2448-4865-facmed-60-05-45.pdf>.
- [11] Gareth Willmer. *Satellites for development: facts and figures*. URL: <https://www.scidev.net/global/features/satellites-for-development-facts-and-figures/>.
- [12] Laura Martín. *Basura espacial, ¿una contaminación lejana?* URL: <https://www.compromisoempresarial.com/rsc/2019/08/basura-espacial-una-contaminacion-lejana/>.
- [13] *Directrices para la reducción de desechos espaciales de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos*. URL: <https://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/COPUOS-GuidelinesS.pdf>.
- [14] *La ESA rastrea basura espacial desde el Observatorio del Teide*. URL: [https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Spain/La\\_ESA\\_rastrea\\_basura\\_espacial\\_desde\\_el\\_Observatorio\\_del\\_Teide](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/La_ESA_rastrea_basura_espacial_desde_el_Observatorio_del_Teide).

- [15] Jorge Fernández, Gregorio Giménez y Natalia Ospina. “La industria espacial y su impacto sobre la actividad social, comercial y militar: un análisis económico-descriptivo de su situación actual.” En: (). URL: [https://www.researchgate.net/publication/313107822\\_La\\_industria\\_espacial\\_y\\_su\\_impacto\\_sobre\\_la\\_actividad\\_social\\_comercial\\_y\\_militar\\_un\\_analisis\\_economico\\_descriptivo\\_de\\_su\\_situacion\\_actual](https://www.researchgate.net/publication/313107822_La_industria_espacial_y_su_impacto_sobre_la_actividad_social_comercial_y_militar_un_analisis_economico_descriptivo_de_su_situacion_actual).
- [16] Luis Algarañaz y col. “Condiciones y oportunidades para el desarrollo de la industria aeroespacial en Costa Rica”. En: (). URL: [https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Materiales/condiciones-oportunidades-desarrollo-industria-aeroespacial-costa-rica2020-01-03\\_19-49-00.pdf](https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Materiales/condiciones-oportunidades-desarrollo-industria-aeroespacial-costa-rica2020-01-03_19-49-00.pdf).
- [17] ¿PARA QUÉ NECESITA COSTA RICA UNA AGENCIA ESPACIAL?, CONVERSEMOS CON EL TEC. URL: <https://www.tec.ac.cr/eventos/necesita-costa-rica-agencia-espacial-conversemos-tec>.
- [18] ECE Paris. “System Specifications for Attitude Determination and Control System”. En: (). URL: [http://www.ece3sat.com/pdf/System\\_Specifications\\_ADCS+\\_SOA.pdf](http://www.ece3sat.com/pdf/System_Specifications_ADCS+_SOA.pdf).
- [19] EL PERFIL DE UN GERENTE DE PROYECTOS. URL: <https://blogs.unini.org/proyectos/2017/03/08/unini-gerente-de-proyectos/>.
- [20] Omar García. *Los tres principales roles en Scrum*. URL: <https://www.proyectum.com/sistema/blog/los-tres-principales-roles-en-scrum/>.
- [21] John Noll y col. “A Study of the Scrum Master’s Role”. En: *Product-Focused Software Process Improvement*. Ed. por Michael Felderer y col. Cham: Springer International Publishing, 2017, págs. 307-323. ISBN: 978-3-319-69926-4.
- [22] *La tarea del supervisor*. URL: <https://cafydma.org/la-tarea-del-supervisor/>.
- [23] *Roles en el desarrollo de software*. URL: [http://profayadira.yolasite.com/resources/Roles\\_desarrollo\\_software.pdf](http://profayadira.yolasite.com/resources/Roles_desarrollo_software.pdf).
- [24] *Modelo Descripción Del Puesto De Secretaria — Formato Word Descargable*. URL: <https://formatosyplanillas.com/descripcion-del-puesto-de-secretaria/#:~:text=Este%5C%20carg%5C%20en%5C%20particular%5C%20es,sin%5C%20ocuparse%5C%20de%5C%20otras%5C%20cosas..>
- [25] *What is a Financial Advisor?* URL: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/careers/jobs/financial-advisor/>.
- [26] Raúl Francisco Oltra. “Business Intelligence. Definición.” En: (). URL: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/84471/Oltra%5C%20-%5C%20Business%5C%20Intelligence.%5C%20Definici%5C%C3%5CB3n.pdf?sequ>.
- [27] ¿Qué funciones desempeña un profesional de la Gestión de Riesgos? URL: <https://www.ealde.es/funciones-gestor-riesgos/>.
- [28] *Quality Control Inspector Job Description*. URL: <https://www.jobhero.com/job-description/examples/quality-control/inspector#:~:text=Quality%5C%20control%5C%20inspectors%5C%20check%5C%20the,analyzing%5C%20products%5C%2C%5C%20and%5C%20overseeing%5C%20procedures>.
- [29] *Funciones del líder técnico en la era SCRUM*. URL: <https://novanotio.es/lider-tecnico-scrum/>.
- [30] *WHAT IS HARDWARE ENGINEERING?* URL: <https://www.hcltech.com/technology-qa/what-is-hardware-engineering>.
- [31] *Perfil profesional*. URL: <https://www.uninorte.edu.co/web/ingenieria-mecanica/perfiles>.

- [32] A. Gonzáles. *¿Qué deben buscar las empresas en un integrador de tecnología?* URL: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/careers/jobs/financial-advisor/>.
- [33] *Responsable de Verificación*. URL: <https://www.fing.edu.uy/inco/cursos/ingsoft/pis/proceso/MUM/roles/respver.htm>.
- [34] *Definición de ingeniería de sistemas*. URL: <https://ingenierodesistemas.co/editorial/definicion-de-ingenieria-de-sistemas/>.
- [35] *¿Qué son las normas ISO y cuál es su finalidad?* URL: <https://www.isotools.org/2015/03/19/que-son-las-normas-iso-y-cual-es-su-finalidad/>.
- [36] A Blanca. *Aplicaciones Didácticas del Modelado y Simulación de Sistemas Físicos-Tecnológicos*. URL: <http://www.uco.es/organizacion/calidad/innovacioneducativa/images/documentos/memorias/grupos-docentes/2008-2009/tecnologia/01508A4015.pdf>.
- [37] *What is Scrum?* URL: <https://www.atlassian.com/agile/scrum>.
- [38] Kem Shcwaber y Jeff Sutherland. “La guía definitiva de Scrum: Las reglas del juego.” En: (). URL: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2016/2016-Scrum-Guide-Spanish-European.pdf>.
- [39] Project Management Institute. Inc, ed. *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. Pennsylvania, EE.UU: Project Management Institute. Inc, 2017. ISBN: 978-1-62825-194-4. URL: [https://www.u-cursos.cl/usuario/9ab2176940ab9954ced859e56499d050/mi\\_blog/r/Project\\_Management\\_Institute-Guia\\_de\\_los\\_fundamentos\\_para\\_la\\_direccion\\_de\\_proyectos\\_\(Guia\\_del\\_PMBOK\)-Project\\_Management\\_Institute\\_\\_Inc\\_\(2017\).pdf](https://www.u-cursos.cl/usuario/9ab2176940ab9954ced859e56499d050/mi_blog/r/Project_Management_Institute-Guia_de_los_fundamentos_para_la_direccion_de_proyectos_(Guia_del_PMBOK)-Project_Management_Institute__Inc_(2017).pdf).
- [40] Agencia Espacial Civil Ecuatoriana, ed. *Que es EXA*. URL: <http://exa.ec/>.
- [41] National Aeronautics y Space Administration, eds. *About NASA*. URL: <https://www.nasa.gov/about/index.html>.
- [42] Ministerio de Ciencia Tecnología y Telecomunicaciones, ed. *MICITT abre convocatoria con fondos no reembolsables para promover y mejorar la capacidad de gestión y competitividad de emprendimientos costarricenses*. URL: <https://micitt.go.cr/noticias/micitt-abre-convocatoria-fondos-no-reembolsables-promover-y-mejorar-la-capacidad-gestion-y>.
- [43] Institute of Electrical y Electronics Engineers, eds. *Mission Vision*. URL: <https://www.ieee.org/about/vision-mission.html>.
- [44] Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, ed. *¿Qué es INTECO?* URL: [https://www.inteco.org/page/inteco.about\\_us](https://www.inteco.org/page/inteco.about_us).
- [45] International Organization for Standardization, ed. *Space systems — Design qualification and acceptance tests of small spacecraft and units*. URL: <https://www.iso.org/standard/66008.html>.
- [46] International Organization for Standardization, ed. *Space systems — Cube satellites (CubeSats)*. URL: <https://www.iso.org/standard/60496.html>.
- [47] Mouser Electronics, ed. *Acerca de nosotros*. URL: <https://www.mouser.co.cr/aboutus/>.
- [48] Asociación Centroamericana de Aeronáutica y del Espacio, ed. *¿QUIÉNES SOMOS?* URL: <https://www.acae-ca.org/>.
- [49] Adcole Corporation, ed. *Who We Are*. URL: <http://adcole.org/>.
- [50] SpaceWorks Enterprises Inc., ed. *Nano/Microsatellite market forecast, 9th edition*. 2019.
- [51] Urmila K. *Financial Strategy*. Abr. de 2021. URL: <https://www.businessmanagementideas.com/strategic-management/financial-strategy/21040>.



- [52] Martin Gillespie. *What is Cash Flow Forecasting?* Abr. de 2021. URL: <https://www.cashanalytics.com/what-is-cash-flow-forecasting/>.
- [53] O. Zelaya. *COSTA RICA – Creación de la Agencia Espacial Costarricense (AEC)*. Mar. de 2021. URL: <https://central-law.com/costa-rica-creacion-de-la-agencia-espacial-costarricense-aec/>.
- [54] Pymes El Financiero. *¿Qué es el capital semilla y cómo funciona en el país?* Jun. de 2015. URL: <https://www.elfinancierocr.com/pymes/que-es-el-capital-semilla-y-como-funciona-en-el-pais/Y453Q6T2CBF3XKQWSMD6YT5V7U/story/>.
- [55] K. Mora. *TEC Emprende Lab se convierte en agencia operadora de capital semilla*. Feb. de 2021. URL: <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2021/02/26/tec-emprende-lab-se-convierte-agencia-operadora-capital-semilla>.
- [56] "M. Camacho et all". *Guía para el Uso del Crowdfunding a Base de Recompensas en Costa Rica*. Jun. de 2015. URL: [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6648/guia\\_uso\\_crowdfunding\\_base\\_recompensas\\_costa\\_rica.pdf](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6648/guia_uso_crowdfunding_base_recompensas_costa_rica.pdf).
- [57] R. Garzozzi M. Messina C. Moncada J. Ochoa G. Ilabel R. Zambrano. *Planes de negocios para emprendedores*. first. Vol. 1. varios: Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos, 2014.