



**EL SATÉLITE PERUANO PERUSAT-1: POTENCIAL DE  
APLICACIONES PARA EL SECTOR PÚBLICO**

**Tesis presentada en satisfacción parcial de los requerimientos  
para obtener el grado de Maestro en Administración**

Henry Williams Eche Purizaca

\_\_\_\_\_

Gustavo Alejandro Espinoza Chercca

\_\_\_\_\_

Fabricio Raúl Saico Zeballos

\_\_\_\_\_

Javier Richard Zúñiga Almonte

\_\_\_\_\_

**Programa de Maestría en Administración a Tiempo Parcial 63**

**Lima, 17 de setiembre de 2019**

Esta Tesis:

**EL SATÉLITE PERUANO PERUSAT – 1  
POTENCIAL DE APLICACIONES PARA EL SECTOR PÚBLICO**

Ha sido aprobada

.....  
**Tomás Alberto Minauro La Torre (Jurado)**

.....  
**Aldo De La Cruz Gonzáles (Jurado)**

.....  
**PhD René Cornejo Diaz (Asesor)**

**Universidad ESAN**

**2019**

A Dios por ofrecerme esta maravillosa oportunidad,  
a mis padres que son mi orgullo a donde la vida me acompañe,  
a cada miembro de mi familia, por ser mi sustento y razón de ser,  
a Jacob y Emmanuel, por motivarme a seguir en esta aventura épica.

Henry Eche Purizaca

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, tanto en mi formación académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Gustavo Alejandro Espinoza Chercca

A Raúl Saico y Zarela Zeballos cuyo amor y dedicación es mi mayor cimiento,

A mis hermanos Lilián y Álvaro quienes con su consejo me han encaminado

A mi familia y amigos quienes con su aliento han apoyado en este reto.

Fabricio Raúl Saico Zeballos

A mis padres porque son el motor de mi esfuerzo constante,

a mi primo Ludwin, por ser partícipe de esta decisión tan importante,

a los miembros de mi familia, por su aliento y apoyo incondicional y

a todas las personas que creyeron en mí.

Javier Richard Zuñiga Almonte

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestra alma mater, a nuestro asesor René Cornejo y su colaborador José Dávila, a nuestros profesores por su guía y enseñanzas.

A la Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial en especial al Gral. Javier Tuesta y al Gral. Jorge Kisic por su invaluable apoyo en esta investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	Situación problemática .....	3
1.2.	Justificación, trascendencia y relevancia de la investigación .....	4
1.3.	Limitaciones y viabilidad.....	5
1.4.	Formulación del problema .....	7
1.4.1.	Problema General .....	7
1.4.2.	Problemas Específicos .....	7
1.5.	Objetivos de la investigación .....	8
1.5.1.	Objetivo General.....	8
1.5.2.	Objetivos Específicos .....	8
1.6.	Formulación de la hipótesis .....	9
1.7.	Método y enfoque de la investigación .....	9
1.8.	Técnicas e instrumentos para la recolección de información .....	12
1.9.	Salvedades .....	13
CAPÍTULO II	MARCO TEÓRICO.....	14
2.1.	El satélite peruano PeruSAT-1 .....	14
2.1.1.	Información producida por PeruSAT-1 .....	15
2.1.2.	Información entregada por PeruSAT-1 .....	17
2.1.3.	Estructura de entrega de información .....	17
2.1.4.	Tabla de resumen y ejemplo visual .....	18
2.2.	Fuentes complementarias de información satelital.....	19
2.3.	Procedimiento de captura de imagen .....	19
2.3.1.	Tipos de imagen satelital .....	20
2.3.2.	Fuentes de información satelital .....	21
2.4.	Procesamiento de imágenes satelitales .....	22
2.4.1.	Corrección de imágenes.....	22

2.4.2.	Corrección radiométrica .....	22
2.4.3.	Técnicas avanzadas de procesamiento .....	23
2.4.4.	Procesamiento con uso huella espectral .....	26
2.5.	Sistemas de Información Geográfica (GIS) .....	28
2.6.	Variables de estudio .....	29
2.7.	Experiencia internacional .....	30
2.7.1.	Antecedentes Internacionales .....	30
CAPÍTULO III DIAGNÓSTICO DE LA CONIDA .....		36
3.1.	Diagnóstico interno .....	37
3.1.1.	Oficina de Comercialización .....	38
3.1.2.	Dirección Técnica de Ciencias y Aplicaciones Espaciales .....	40
3.1.3.	Centro Nacional de Operaciones de Imágenes Satelitales (CNOIS) .....	42
3.1.4.	Análisis presupuestal de la institución .....	43
3.1.5.	Flujos de operación .....	46
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA DEMANDA .....		51
4.1.1.	Ministerio de Economía y Finanzas .....	51
4.1.2.	Ministerio del Ambiente .....	54
4.1.3.	Ministerio del Interior .....	56
4.1.4.	Ministerio de Trabajo .....	59
4.1.5.	Ministerio de la Producción – IMARPE .....	61
4.1.6.	Instituto Nacional de Defensa Civil .....	63
4.1.7.	Ministerio de Transportes y Comunicaciones .....	66
4.1.8.	Instituto Geográfico Nacional .....	68
4.1.9.	Ministerio de Agricultura .....	70
CAPÍTULO V PROPUESTA DE PORTAFOLIO Y MEJORA DE USO .....		72
5.1.	Propuesta de portafolio .....	73
5.2.	Propuesta de mejora .....	74

5.2.1.	Identificación del problema .....	74
5.2.2.	Alcance de la propuesta .....	74
5.2.3.	Design Brief.....	74
5.2.4.	Planificación .....	76
5.2.5.	Investigación.....	76
5.2.6.	Revelaciones .....	76
5.2.7.	Criterios de diseño .....	77
5.2.8.	Propuesta .....	78
5.2.9.	Inversiones .....	82
5.2.10.	Equipo humano .....	84
5.2.11.	Flujo de trabajo objetivo .....	89
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		90
6.1.	Conclusiones .....	90
6.2.	Recomendaciones .....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1. Entidades de gobierno .....	5
Tabla 1. 2. Entidades del Poder Ejecutivo .....	5
Tabla 2. 1. PeruSAT-1 Especificaciones técnicas .....	15
Tabla 2. 2. Composición Archivo PAN+MS, L3 (Ortho) .....	18
Tabla 2. 3. Características de los satélites más usados .....	19
Figura 2. 12. Huella de agua de mar .....	27
Tabla 2. 4. Variables de investigación.....	29
Tabla 2. 5. Historia de Agencia Espacial Chilena .....	30
Tabla 2. 6 Historia de Agencia Espacial Colombiana .....	31
Tabla 2. 7. Historia de Agencia Espacial Brasileira .....	32
Tabla 3. 1. Personal - Oficina de Comercialización .....	40
Tabla 3. 2. Personal - Oficina de Geomática .....	42
Tabla 3. 3. Personal - Oficina de CNOIS .....	43
Tabla 3. 4. Comparación de Presupuesto MEF .....	44
Tabla 3. 5. Evolución del presupuesto girado 2009-2019 por rubro en millones soles..	45
Tabla 3. 6. Distribución del personal y presupuesto asignado .....	46
Tabla 4. 1. Ministerio de Economía y Finanzas .....	53
Tabla 4. 2. Ministerio del Ambiente.....	55
Tabla 4. 3. Ministerio del Interior .....	58
Tabla 4. 4. Ministerio de Trabajo .....	60
Tabla 4. 5. Ministerio de la Producción – Instituto del Mar Peruano .....	62
Tabla 4. 6. Instituto Nacional de Defensa de Civil.....	65
Tabla 4. 7. Ministerio de Transportes y Comunicaciones .....	67
Tabla 4. 8. Instituto Geográfico Nacional .....	69
Tabla 4. 9. Ministerio de Agricultura .....	71
Tabla 5. 1. Presupuesto de inversión Propuesta ACADIDAIIS .....	79



Tabla 5. 2. Presupuesto de personal – Propuesta ACADIDAIS.....	80
Tabla 5. 3. Presupuesto de gastos – Propuesta ACADIDAIS .....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1. Composición Archivo de 3 escenas, PMS, L2A (Restored sensor).....	16
Figura 2. 2. Composición Archivo PAN+MS, L3 (Ortho).....	16
Figura 2. 3. Comparación entre imágenes satelitales .....	18
Figura 2. 4. Clasificación por mínima distancia.....	24
Figura 2. 5. Clasificación por paralelepípedos .....	25
Figura 2. 6. Clasificación por máxima verosimilitud .....	26
Figura 2. 7. Huella espectral maíz .....	27
Figura 2. 8. Huella espectral naranja .....	27
Figura 2. 9. Huella suelo abonado .....	27
Figura 2. 10. Huella de suelo eriazo pradera .....	27
Figura 2. 11. Huella de agua dulce continental .....	27
Figura 2. 13. Web Portafolio Productos CONAE .....	33
Figura 2. 14. Web Catalogo de Satélites CONAE.....	33
Figura 3. 1. Organigrama de la CONIDA .....	38
Figura 3. 2. Análisis de imágenes de zona de desastre -Usuario INDECI .....	41
Figura 3. 3. Análisis de imágenes de zona de desastre: Usuario MINAM.....	41
Figura 3. 4. Detección de Hoja de COCA en con algoritmos: Usuario DEVIDA .....	41
Figura 3. 5. Operación del sistema satelital PeruSAT-1 .....	47
Figura 3. 6. Mecanismos de solicitud de imagen satelital .....	48
Figura 3. 7. Proceso de Obtención de imagen satelital vía PeruSAT-1.....	49
Figura 3. 8. Proceso de Obtención de Imagen satelital vía convenio de constelación ...	50
Figura 4. 1. Fotografía satelital Volcán Ubinas.....	64
Figura 5. 1. Portafolio ideal de productos satelitales.....	73
Figura 5. 2. Organigrama ACADIDAIIS.....	87
Figura 5. 3. Flujo de trabajo óptimo - ACADIDAIIS.....	89

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I – CARTA DE SOLICITUD DE COOPERACIÓN	96
ANEXO II ENTREVISTAS A STAFF DE LA CONIDA	97
ANEXO III DOCUMENTOS ENVIADOS A ENTIDADES	137

## HENRY WILLIAMS ECHE PURIZACA

Profesional con más de 17 años de trayectoria en las áreas de Administración, Contabilidad y Finanzas, con amplia experiencia en la formulación, ejecución y evaluación de proyectos tanto en el sector público como en el sector privado.

Experiencia en el diseño, implementación y seguimiento de políticas, procesos y programas estratégicos para la optimización y generación de valor en las distintas entidades en las que ha participado. Perfil multidisciplinario con sólidos conocimientos en Finanzas, Tributación y Derecho.

Creativo, negociador e interesado en emprendimientos de innovación, tecnología y desarrollo. Nivel intermedio de inglés e italiano básico.

### **EXPERIENCIA PROFESIONAL**

#### **Techermanos Logistic Integral S.A.C.**

Sociedad de consultoría, desarrollo, servicio de outsourcing, estudio de mercados y evaluación de factibilidad y proyectos.

#### **Socio**

**setiembre 2018 - Actualidad**

Asesoramos y desarrollamos nuevos emprendimientos, evaluamos proyectos, estudios de mercado, estudios de factibilidad, networking, proporcionamos servicios y soporte financiero, contable y legal a pequeños y medianos emprendimientos.

- Constitución de la cartera inicial de clientes, seguimiento e incremento de los mismos, brindando soporte técnico y respaldo profesional.
- Participación en el desarrollo del Proyecto Fit Green Nutrition hasta la apertura de la primera sede y posterior acompañamiento de la segunda filial.

#### **Cuatro Picos Perú S.A.C.**

Empresa del rubro restaurantes de cocina de autor, alimentos y bebidas. Miembro del Grupo Kisic y Grupo Michell.

#### **Gerente de Administración y Finanzas**

**julio 2013 - agosto 2019**

Estuve a cargo de la dirección y gestión administrativa-financiera, implementando políticas orientadas a la cliente fundamentada en la excelencia del servicio tanto con nuestros clientes internos y externos.

- Soporte multidisciplinario en el rubro gastronómico en los campos financieros, tributarios, contables y laborales.
- Responsable de la implementación y desarrollo del proyecto hasta su posterior ejecución incluyendo todo lo concerniente a procesos internos BPM y puesta en valor para luego proceder a ser transferida a nuevos inversionistas manteniéndose por todo ese periodo dentro de las Top 10 en su categoría según la Guía Summum a nivel nacional.

#### **Nunay S.A.C.**

Empresa del rubro hoteles, restaurantes, alimentos y bebidas. Miembro del Grupo Kisic.

#### **Gerente de Financiero**

**mayo 2015 - marzo 2019**

Estuve a cargo de la dirección y gestión financiera, soporte legal y supervisión contable, así como de realizar controles periódicos a la sede principal en Cusco.

- Auditorías de gestión inopinadas, control de las áreas álgidas mediante visitas a la sede en Urubamba - Cusco.
- Responsable de la implementación y desarrollo del proyecto hasta su posterior ejecución, puesta en valor y transferencia a nuevos inversionistas.

### **Govinda S.A.C.**

Empresa del rubro restaurantes, alimentos y bebidas, academia y centro de yoga, miembro del grupo Wiese.

#### **Socio**

**mayo 2018 - febrero 2019**

Responsable de la implementación y soporte administrativo y financiero del proyecto, incrementando el valor de la compañía, velando por la eficiencia en el manejo de los recursos asignados.

- Elaboración de los reportes, políticas y estrategia de ingreso al mercado del concepto a desarrollar siendo el primer restaurante en Latinoamérica de este género.
- Responsable de la implementación y desarrollo del proyecto hasta su posterior ejecución, puesta en valor y transferencia a los accionistas mayoritarios.

### **Globenatural Internacional S.A.**

Empresa del rubro agroindustrial, fabricación de alimentos, bebidas y colorantes naturales, miembro del grupo Michell.

#### **Contador General**

**noviembre 2011 - febrero 2013**

Responsable de la formulación de los estados financieros, elaboración y presentación de las declaraciones juradas a SUNAT de tres empresas del Grupo Michell: Globenatural Internacional S.A., Globenatural Agro Company S.A.C y Mismi Trading S.A (miembro del Consorcio Pardo y Aliaga).

- Control y planeamiento financiero y tributario de las operaciones con fines preventivos ante una fiscalización tributaria y/o auditoría financiera externa.
- Estructuración del control interno, trazabilidad de operaciones para efectos de solicitud de drawback y SFMB y su relación con la determinación del costo computable.
- Implementación del manejo de PCGE y estructura NIIF para empresa en adopción a la normativa legal así como la migración del sistema basado en Oracle al ERP Premier.

### **OPD Sistema de Hospitales Chalacos**

Órgano Público Descentralizado dependiente del Municipio del Callao responsable de los tres hospitales municipales de esta jurisdicción.

#### **Jefe de Contabilidad**

**marzo 2011 - setiembre 2011**

Responsable de la formulación de los estados financieros, presentación de las declaraciones juradas a SUNAT.

- Formulación de los estados financieros e información de presupuesto y ejecución preparada para el Ministerio de Economía y Finanzas – Dirección Nacional de Contabilidad Pública.
- Asesoría al Consejo Directivo OPDSHCH en asuntos Financieros, Tributarios, Contables, Presupuestarios, Administrativos y de Control Interno.

### **Corporación Pesquera San Francisco S.A.**

Empresa pesquera con flota de embarcaciones, dos plantas industriales, exportadora de harina de pescado y procesadora de productos hidrobiológicos para consumo humano.

#### **Jefe de Finanzas**

**setiembre 2004 - febrero 2009**

Control y análisis e interpretación del endeudamiento con entidades financieras y con proveedores, gestión con bancos de warrants, leasings, advance accounts y operaciones

de comercio exterior, devoluciones del SFMB y restitución de impuestos de Corporación Pesquera San Francisco S.A.

- Formulación de los estados financieros de Pesquera Cabo Peñas SRL (Empresa miembro del Grupo Corporación Pesquera San Francisco S.A.) presentación de información de ejecución y presupuesto al Ministerio de Producción.
- Dirección del manejo financiero de Omega Mar SAC (Empresa miembro del Grupo Farallón).

### **FORMACIÓN PROFESIONAL**

ESAN GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS 2017 - 2019  
MBA - Maestría en Administración

ESAN GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS 2012 - 2013  
Programa de Alta Especialización en Finanzas Corporativas

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS 2005 - 2007  
Estudios en Derecho y Ciencias Políticas

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO 1999 - 2004  
Contador Público Colegiado

### **OTROS ESTUDIOS**

COLEGIO DE CONTADORES PÚBLICOS DE LIMA 2011 - 2012  
Especialización en Tributación

### **Experiencia de Voluntariado y/o Skills**

- Diseño Audiovisual – Instituto Peruano de Diseño 2015 - 2016

## **GUSTAVO ALEJANDRO ESPINOZA CHERCCA**

Profesional con más de 08 años de experiencia en el área de Operaciones, participando en el diseño e implementación de proyectos orientados a generar valor para el negocio.

Experiencia en la administración de flota, generación de indicadores operacionales y optimización de procesos que contribuyan a la consecución de los objetivos organizacionales. Orientado al trabajo por objetivos y capacitado para enfrentar situaciones de desafío y superación. Nivel intermedio de inglés.

### **EXPERIENCIA PROFESIONAL**

#### **CONCREMAX S.A.**

Empresa dedicada brindar soluciones en concreto y agregados para los sectores vivienda, oficinas, minería e infraestructura a nivel nacional

#### **Supervisor de Transporte**

**agosto 2018 - actualidad**

Lideré un equipo de trabajo que tiene la responsabilidad de administrar la flota vehicular. Estuve a cargo de asegurar la eficiente asignación de recursos, tanto de camiones y choferes en base a la necesidad del mercado, minimizando los costos de transporte.

- Realicé la preparación y análisis de reportes de gestión de la operación de transportes, asegurando el cumplimiento del 100% de la flota requerida para cubrir el despacho programado.
- Responsable de la implementación del nuevo “Sistema de Gestión de Transporte” para la administración de la flota vehicular del Grupo Concretero (UNICON y CONCREMAX).
- Participación en la elaboración del proyecto “Sistema de Seguimiento, Evaluación y Control de Transportistas Mineros” ganador en la convención minera Nro. 33 de la PERUMIN.

#### **UNICON S.A.**

Empresa peruana dedicada a la producción y distribución de concreto premezclado.

#### **Analista de Operaciones**

**noviembre 2015 - julio 2018**

Responsable de diseñar, mantener, presentar y analizar los indicadores de gestión que permitan medir el desempeño de las operaciones de transporte de las plantas de Lima, además proponer planes de acción que garanticen el correcto desempeño de las mismas.

- Participación en la elaboración del “Manual del Mixero” (dirigido a los operadores de mixer del grupo concretero), que tiene como objetivo ser un material de consulta que permita optimizar el proceso de entrega de concreto.
- Responsable de la elaboración y actualización del tablero de control correspondiente a los principales indicadores de gestión de Distribución y Transportes, orientados al logro de los objetivos organizacionales.

#### **Trabajos Marítimos S.A.**

Empresa dedicada a la atención de naves, carga e infraestructura marítima y portuaria.

#### **Asistente Administrativo de Transporte**

**setiembre 2012 - octubre 2015**

Responsable de la gestión de flota, donde involucran temas administrativos de gestión y desempeño de flota propia y alquilada.

- Responsable de actualizar la información de los indicadores operacionales (costo unitario por camión, consumo de combustible, disponibilidad, entre otros)
- Encargado de planificar y supervisar las programaciones de las unidades de transporte, verificando el cumplimiento por parte de los proveedores y asegurando la disponibilidad de las unidades para la operación.

## **FORMACIÓN PROFESIONAL**

ESAN GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS 2017 - 2019  
MBA - Maestría en Administración

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL 2008 - 2012  
Ingeniería de Transportes

## **OTROS ESTUDIOS**

INSTITUTO CULTURAL PERUANO NORTEAMERICANO 2013 - 2014  
Inglés intermedio



## **FABRICIO RAÚL SAICO ZEBALLOS**

Profesional multidisciplinario, con experiencia en gestión de proyectos, negocios digitales, estrategias de comunicación online, manejo de herramientas de inteligencia de negocios, elaboración de cuadros de mando, desarrollo de reportes y definición de indicadores de desempeño.

Con el objetivo de potenciar la toma de decisiones en base a la gestión y análisis de información, y desarrollar análisis del mercado publicitario, con interés en la gestión y desarrollo de proyectos de marketing por canales tradicionales de difusión masiva y medios digitales, así también, en proyectos de tecnologías, análisis de riesgo, evaluación de créditos, formulación, planeamiento, evaluación y monitoreo de proyectos de inversión.

### **EXPERIENCIA PROFESIONAL**

#### **Empresa Editora El Comercio**

Empresa de comunicación líder en prensa y digital. Con 180 años al servicio de la comunidad y con más de 1,000 colaboradores.

#### **Coordinador Digital**

**noviembre 2016 - Actualidad**

Coordinador del equipo de ventas programáticas y responsable del Yield Management del inventario publicitario digital.

- Identificación de precios óptimos de venta de acuerdo con los canales y las necesidades del cliente.
- Responsable del análisis estratégico del equipo digital y la elaboración de propuestas en base a este.
- Miembro del comité de métricas digitales de la unidad de prensa y responsable de la validación de información de la gerencia.
- Participante de los comités del canal digital del Grupo evaluando la integración e impacto de los diferentes medios publicitarios (E-mail marketing, Video Ads, Facebook & Google Ads, mobile, programática y audiencias).
- Responsable de la creación de propuestas de reportes y tableros de control para la gerencia general y gerentes de línea comercia.

#### **Smartclick SAC**

Pequeña empresa especializada en el marketing digital. Ganadora de varios premios por la creatividad de las campañas ejecutadas.

#### **Especialista Digital**

**abril - octubre 2016**

Tuve la responsabilidad de la medición y monitoreo de los resultados de las acciones digitales de los clientes asignados: Grupo Molitalia, Virgin Perú, Grupo Backus.

- Adecuación de modelo de medición para estrategias de social media. (Cliente consumo masivo).
- Participación en la elaboración de estrategia digital y plan digital de medios. (Cliente consumo masivo y telecomunicaciones).
- Implementación de plan de mailing y pauta segmentada enfocada a la conversión. (Cliente telecomunicaciones).
- Responsable de la implementación de pauta digital y/o coordinación con agencias de medios de las cuentas asignadas

#### **Digital Ventures Peru SAC Liquid**

Pequeña empresa especializada en la consultoría digital con foco en la optimización de resultados y ROI de las campañas digitales.

**Analista digital y data Sr.****julio 2015 - enero 2016**

Analista asignado a la elaboración de reportes y análisis de los resultados las acciones realizadas por la agencia para los clientes de la cartera.

- Semi-Automatización de la obtención del sentimiento de marca, interacción y enganche de los usuarios de plataformas digitales. (Cliente de Telecomunicaciones).
- Realización e integración de propuestas tecnológicas orientadas a la explotación de los recursos digitales en beneficio de marca y producto. (Consumo masivo).
- Participación en la elaboración de estrategias, con enfoque al incremento del desempeño de las acciones y recursos digitales. (Clientes varios).
- Evaluación y análisis del retorno obtenido de las diferentes acciones digitales, de las marcas asignadas. Mediante medición KPI's delimitados.

**Empresa Periodística Nacional S.A.C.**

Empresa de medios impresos y digitales, líder del sector noticias en el interior del país, propietaria de las marcas Correo, Ojo, Bocón.

**Analista publicitario y administrativo****julio 2012 - enero 2015**

Analista responsable del diseño y elaboración de reportes e informes específicos que permitan al canal negocios digitales obtener información relevante para las decisiones apoyándose en herramientas de Comscore, Google Analytics, estadísticas de Facebook y otros.

- 8 millones de browsers únicos a diciembre 2014, 150% incremento de ventas del canal, apertura de los medios a nuevos mercados y opciones de rentabilización.
- Implementación de sistema integrado de contenido y publicidad, 5 MM mensuales en cobranza.
- Parte del equipo responsable de implementación de proyectos de la gerencia de administración publicitaria. Administrador del sistema de publicidad y responsable de la configuración de nuevos productos a solicitud de la gerencia y de establecer los criterios para posterior análisis.
- Apoyo en la generación de reportes e indicadores para la vicepresidencia comercial, mediante el uso de herramientas de gestión BI: Tableau, Microstrategy, y Excel power pivot.

**Sector Público.**

Diferentes entidades del sector público.

**Prestador de servicios****noviembre 2009 - mayo 2012**

Personal CAS, Empresa Administradora de Infraestructura Eléctrica e Instituto Geográfico Nacional.

- Administrador de los módulos de ingreso de información financiera y de inversiones tanto del Holding Fonafe como de la contaduría de la Nación y responsable del sistema de administración de cuentas presupuestales, participando en gestión del presupuesto.
- Mejoramiento y Automatización de los Procesos de Generación De La Cartografía Básica Del Perú – Provincia de ICA”, “Generación de Cartografía Básica a Escala 1 en 25000 de Los Departamentos de Moquegua y Tacna” y “Generación de Cartográfica Básica a Escala 1/25000 de los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad, cíclicamente afectados por el Fenómeno del Niño”.
- Participe en los estudios Socio demográficos necesarios para determinación de la brecha entre la demanda existente, la oferta ideal, así como determinar la sensibilidad de las alternativas, estimar riesgos mediante el empleo de software especializado y manejo de base de datos.

**Banco Central de Reserva**

Órgano Público responsable de la gestión monetaria mediante el control de la emisión monetaria y la tasa de interés.

**Practicante****julio 2009 - diciembre 2009**

Personal de apoyo en el seguimiento, evaluación y análisis de variables microeconómicas, de producción e información financiera local, análisis de crecimiento de colocaciones y cartera pesada. de la región sur (Arequipa, Moquegua y Tacna).

**FORMACIÓN PROFESIONAL**

ESAN GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS MBA - Maestría en Administración	2017 - 2019
ESAN GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS PADE Internacional Interactive Marketing Strategy	2015 - 2016
ESAN GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS Programa de Alta Especialización (PAE) Business Intelligence	2013 - 2013
ESAN GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS Diplomado Internacional en Gestión de Proyectos	2012 - 2012
UNIVERSIDAD DEL PACIFICO Diplomado Proyectos de Inversión Pública SNIP	2010 - 2010
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTA MARÍA Programa Profesional de Ingeniería Comercial – Especialidad Economía	2003 - 2007
<b>OTROS ESTUDIOS</b>	
ALIANZA FRANCESA Francés Examen Internacional DELF-A2	2008 - 2009
INSTITUTO CULTURAL PERUANO NORTEAMERICANO Francés Examen Internacional DELF-A2	2000 - 2001

## **Javier Richard Zúñiga Almonte**

Profesional con más de 10 años de experiencia en el sector Público (Ejército del Perú) en las áreas de TIC's, Recursos Humanos y Operaciones.

Experiencia en motivación, capacitación y desarrollo de habilidades blandas al personal integrante del Ejército del Perú, mejorando las capacidades de toma de decisiones, trabajo en equipo e innovación de procedimientos en situaciones de riesgo, potenciando equipos de alto desempeño dentro de su institución.

Líder, basado en la disciplina y liderazgo. Nivel intermedio de inglés.

### **EXPERIENCIA PROFESIONAL**

#### **Escuela Militar de Chorrillos**

Escuela de formación de oficiales del Ejército del Perú, aprobada por SUNEDU con el nivel de Universidad.

##### **Instructor**

**enero 2019 - Actualidad**

Instructor de asignaturas de carácter militar y de carácter civil relacionados a TIC's dentro del ámbito militar.

- Instructor de 1500 cadetes dentro los diferentes años de estudio hasta su graduación como oficiales de Ejército del Perú en la Escuela Militar de Chorrillos.

#### **Centro de Telemática del Ejército**

Ente rector de las Comunicaciones dentro del Ejército del Perú.

##### **Jefe del Sistema Satelital**

**enero 2017 - diciembre 2018**

Estuve a cargo de la gestión, mantenimiento y capacitación del sistema satelital del Ejército y de los elementos que lo conforman.

- Mantenimiento de 64 antenas VSAT a nivel nacional.
- Capacitación de 35 operadores de Centros de Comunicaciones en diferentes cuarteles a nivel nacional.
- Mejora de procesos de abastecimiento repuestos a nivel nacional.
- Implementación de un sistema de capacitación online para el uso del sistema VSAT.

#### **3ra Brigada de Comunicaciones**

Unidad militar de gran envergadura ubicada en el Departamento de Arequipa y desplegada en el sur del país para el apoyo de comunicaciones a las fuerzas de Tacna, Arequipa, Moquegua, Cuzco y Puno.

##### **Jefe de Compañía**

**enero 2013 - diciembre 2015**

Estuve a cargo de la Compañía encargada de las comunicaciones en el sector Puno – Tacna. Además, me desempeñe dentro del área de Recursos Humanos.

- Gestión administrativa eficiente de 450 soldados.
- Innovación en el empleo de comunicaciones radiales en la parte operativa dentro del sector de Puno.
- Mejora en el proceso de captación de personal para el servicio militar voluntario.

##### **Ayudante personal**

**enero 2012 - diciembre 2012**

Estuve a cargo de la agente personal del General Comandante General de la Brigada, logrando una eficiente gestión de la Brigada el año 2012.

**FORMACIÓN PROFESIONAL**

ESAN GRADUATE SCHOOL OF BUSINESS 2017 - 2019  
MBA - Maestría en Administración

UNIVERSIDAD SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA 2012 - 2015  
Bachillerato en Administración de Empresas

ESCUELA DE MILITAR DE CHORRILLOS 2004 - 2009  
Bachillerato en Ciencias Militares

**OTROS ESTUDIOS**

ESCUELA DE COMUNICACIONES DEL EJERCITO 2014 - 2015  
Diplomado en Liderazgo y Gestión de la Compañía COM

## RESUMEN EJECUTIVO

La información es un recurso estratégico en toda esfera de la actividad humana, pues permite adoptar decisiones que aporten a resolver los diversos problemas que enfrenta la sociedad. A nivel del Estado, donde las decisiones tienen impacto en toda la sociedad, la información se torna un recurso crítico. El 24 de abril 2014, el Ministerio de Relaciones Exteriores incorporó el Tratado Internacional Ejecutivo N° 317 que recae en el Acuerdo Relativo a la Adquisición de un Sistema Satelital Óptico de Observación de la Tierra de Resolución Submétrica entre el Gobierno de la República de Perú y el Gobierno de la República Francesa lo que se constituiría en la fabricación y puesta en órbita del primer satélite peruano. El 24 de abril de 2014 se suscribió un contrato con la empresa francesa Airbus Defence and Space por un monto de 628 millones de soles. Finalmente, el 15 de setiembre del 2016 se recibieron las primeras imágenes en la estación terrena del Centro Nacional de Operaciones de Imágenes Satelitales - CNOIS. Sin embargo, la experiencia en los últimos 2 años muestra que la información obtenida directamente, y aquella a la que se accede mediante convenios internacionales, no es la esperada.

La presente tesis de investigación exploratoria se propone identificar cuál debe ser el portafolio de productos que debería priorizarse con la información del satélite PeruSAT-1 basado en las reales demandas de las entidades del Estado y su impacto en el proceso de toma de decisiones.

Con ese propósito se ha realizado un diagnóstico de la operación de la Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial - CONIDA, entidad responsable de atender la demanda civil por imágenes. El mismo ha identificado que se cuenta con información organizada en 5 bandas (04 multiespectrales y 01 pancromática) que permiten, mediante el procesamiento con programas especializados, producir imágenes de una gran variedad; siendo las más demandadas a la fecha las siguientes: modelo de elevación digital, mapa de cambio, mapa de humedad, cobertura digital (inundaciones) y mapa de deslizamientos. Existe una variedad de 127 productos ad hoc distintos a la fecha.

La principal problemática está ligada a los cuellos de botella identificados en la distribución de las imágenes satelitales a los diferentes usuarios de cada sector y ente de los gobiernos central, regional y local y la percepción y desconocimiento del sistema de suministro de imágenes satelitales.

Asimismo, se ha realizado los procesos que se llevan actualmente y se han determinado los puntos críticos sujetos a mejora. Como parte de la investigación, mediante trabajo de campo, se ha establecido cuáles son los productos prioritarios demandados por los ministerios cuya demanda ha sido la mayor en los últimos 2 años, y aquellos sectores cuya demanda ha sido pequeña pero que la experiencia internacional demuestra ha logrado beneficios sustanciales para la sociedad. Destacan entre éstas últimas el Ministerio de Defensa, el Ministerio de Agricultura y el Ministerio del Ambiente.

La estrategia planteada se orienta por un lado a la racionalización y estandarización de los productos y un diseño eficiente de su distribución, con el propósito de lograr eficiencias y maximizar la cobertura. Por otro lado, se plantea crear un área de desarrollo que permitiría obtener productos especializados de alto valor para la sociedad, los mismos que luego pasarían por el proceso de estandarización y formarían parte del portafolio de productos de la CONIDA.

La implantación del plan desarrollado tomaría 36 meses y un presupuesto de 5.5 millones de soles anuales y una inversión de 3.4 millones de soles en equipamiento inicial. Los resultados del área de desarrollo estarían sujetos a los productos específicos, recomendándose como política, la selección de productos de alto impacto social y cuyo potencial a largo plazo permita su uso y aplicación en otros sectores, incrementando el beneficio social.





## **CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN**

El gobierno peruano adquirió un satélite de observación en la modalidad de adquisición de “Estado a Estado” fabricado por la empresa francesa Astrium Defense and Space el cual se estima que ha costado 628 millones de soles aproximadamente.

Este satélite fue lanzado a la órbita espacial el 15 de septiembre del 2016, en la actualidad se encuentra administrado por la CONIDA (Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial) y está bajo el control absoluto del gobierno peruano desde el 8 de diciembre del mismo año. Orbita la Tierra a una distancia de 694 km. y desde allí envía las imágenes que se le solicita cada día con una visión pancromática a 0.70 m. y multiespectral a 2.8 m, dichas imágenes procesadas son útiles y aplicables para orientar decisiones estratégicas del Estado Peruano, como la planificación de los sectores productivos y el soporte del frente de seguridad interna y externa.

Se estima que el satélite peruano PeruSAT-1 tendrá una vida útil de 10 años desde que se encuentra en órbita, es decir que podría estar operativo hasta el 2027, sin embargo, su capacidad instalada en la actualidad no está siendo totalmente aprovechada por el gobierno peruano.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, para plantear el problema de investigación se tuvo que analizar la problemática de uso desde el contexto tecnológico y operacional que rodea al satélite peruano PeruSAT-1 desde la perspectiva de oferta (CONIDA) y demanda (usuarios), así de esta manera afianzar las razones que justificarían posteriormente la presente investigación.

Es de este modo que el equipo de candidatos a MBA se formularon un esquema de trabajo para realizar la presente investigación, como primera acción, se identificó la problemática, se realizó un análisis de la justificación y trascendencia de esta labor pudiendo identificar las limitaciones y determinando la viabilidad de esta. El equipo de trabajo formuló el problema general y los problemas específicos; y con ello el objetivo general y los objetivos específicos para este objeto de estudio. Finalmente se elaboró la propuesta de hipótesis.

El equipo de investigación dimensionó el método y enfoque de la investigación, así como las salvedades que se exponen y detallan en el presente documento, todo ello desarrollado en el primer capítulo de la presente tesis.

En el capítulo II se detalla el marco teórico partiendo por el estudio del satélite peruano PeruSAT-1, describiendo las características, operatividad, limitaciones, análisis de los productos que esta genera y el procedimiento para la captura de las imágenes satelitales. Además, se desarrollan conceptos básicos referentes al procesamiento y productos obtenidos de las imágenes satelitales, asimismo se logró identificar las variables del presente estudio y se abordó la experiencia internacional.

En el capítulo III se realizó el diagnóstico de la Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial – CONIDA, identificando sus factores primordiales de desarrollo y su campo de acción hasta concluir con un flujo de operaciones que plasma su funcionamiento.

En el capítulo IV se realizó el análisis de la demanda de imágenes satelitales por sectores como el Ministerio de Economía y Finanzas, el Ministerio de Ambiente, el Ministerio del Interior, el Ministerio de Trabajo y Promoción Social, el Ministerio de Producción, el Instituto Nacional de Defensa Civil e Instituto Geográfico Nacional, ambos a cargo del Ministerio de Defensa, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y a Ministerio de Agricultura.

En el capítulo V se realizó el estudio de una propuesta de portafolio de productos demandados por los sectores y entidades usuarias de imágenes satelitales, al identificar estos productos y deficiencias que será ampliada en la presente investigación, finalmente se realizó una propuesta de mejora utilizando la metodología de “Desing Thinking”.

La propuesta de mejora estará detallada en este capítulo para concluir en el capítulo VI de conclusiones y recomendaciones, con lo que se espera que el presente documento constituya una iniciativa para obtener un máximo aprovechamiento del satélite peruano PeruSAT-1 y las imágenes satelitales disponibles por medio de convenios y acuerdos que surgen justamente con la incorporación del Estado Peruano en el grupo de países que cuentan con un equipo de estas características.

## **1.1. Situación problemática**

Actualmente el satélite peruano de observación PeruSAT-1, que ha requerido una inversión inicial relevante tanto en su fabricación como en la infraestructura necesaria para su funcionamiento y los costos operacionales que genera, debería ser aprovechado de la manera más eficiente en sus capacidades por el Estado y beneficiar con la información que éste proporciona, de manera directa e indirecta a los ciudadanos.

Existen diversas entidades que requieren información satelital generada por otros satélites y cuyo acceso a las mismas se realizan por diferentes medios y plataformas, también existen entidades que solicitan información a la CONIDA para requerimientos puntuales sin estrategia, lo que obliga a la CONIDA a una operación desarticulada de los planes de desarrollo nacional.

Debido a los constantes cambios en lo relacionado a la innovación tecnológica, el Estado Peruano permanentemente debe optimizar sus actividades y procesos, por tal motivo se hace necesario contar con información certera para un buen proceso de toma de decisiones, por ello se hace necesario invertir en equipos, desarrollo y gestión de la información como lo fue la adquisición del PeruSAT-1, sin embargo, por la causal de desconocimiento de las capacidades con las que cuenta, el Sector Público no puede definir los productos específicos que debe solicitar al satélite PeruSAT-1 y las direcciones que soportan la generación de los mismos.

Por otro lado, de manera desarticulada algunas de las instituciones del Sector Público se encuentran adecuándose a la coyuntura explicada haciendo uso de las Tecnologías de la Información para poder tener una información actualizada, pero la falta de capacitación respecto a imágenes satelitales en cada ministerio origina que no generen requerimientos de información basadas en las capacidades del satélite PeruSAT-1 o realizan solicitudes básicas y sin articulación, mientras el tiempo de vida del satélite se va consumiendo.

La Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CONIDA), que es una institución adscrita al sector defensa, fue designada desde su creación como la responsable de la realización de proyectos espaciales para el desarrollo nacional, el mismo que se logra gracias al impacto positivo del uso de información espacial en la economía y desarrollo del país, además de la planificación estratégica de sus recursos; sin embargo, son los organismos civiles quienes mediante políticas y estrategias que deben ser ejecutadas por los ministerios correspondientes buscan el desarrollo del Perú.

Tras la compra del PeruSAT-1 se ha identificado que existe un desconocimiento importante de las capacidades y características de este satélite. Este desconocimiento repercute en un limitado o casi nulo aprovechamiento del satélite por parte de algunas entidades o en la realización de requerimientos poco estratégicos y sin mayor planificación.

## **1.2. Justificación, trascendencia y relevancia de la investigación**

La presente investigación surge por la necesidad de identificar el portafolio de productos que ofrece el satélite PeruSAT-1, así como entender las implicancias de la obtención y procesamiento de las imágenes satelitales para determinar las potenciales necesidades a ser cubiertas por el sistema de información satelital cuyo principal proveedor es el satélite de observación PeruSAT-1.

El satélite debe ser aprovechado de la manera más eficiente por tratarse de un activo tecnológico cuya vida útil restante es de 8 años, por lo que es importante determinar su potencial para así priorizar su uso enfocado estratégicamente. Por ello resulta necesario conocer las diferentes necesidades de las entidades gubernamentales y ver si es que son atendidas o no por la CONIDA.

Es relevante determinar si la forma de esta atención se da de manera óptima y eficiente considerando las características del satélite y los beneficios conexos por su adquisición, para así aprovechar el tiempo de vida tanto del satélite como de sus convenios.

Finalmente, la trascendencia de la presente investigación se sostiene en lo poco observadas y estudiadas que han sido las inversiones de estas características desde una perspectiva del conocimiento adquirido en una Escuela de Negocios, buscando ser un documento académico que sirva como base de futuros estudios sobre el PeruSAT-1 y al mismo tiempo una guía para los funcionarios públicos de áreas relacionadas al uso del satélite.

### 1.3. Limitaciones y viabilidad

La principal limitación del equipo de investigación fue la dificultad de acceso a la información en vista de tener el tema una categoría de “Acceso Reservado”. Otra limitación de la investigación fue el tiempo para su realización, por lo que la selección del nivel de profundidad de la investigación se basó en el impacto que tendría un exitoso uso del satélite en la economía del país. Para esta selección se realizó la tabla de entidades gubernamentales (ver tabla 1.1) para determinar el impacto potencial.

Tabla 1. 1. Entidades de gobierno

Nivel de Gobierno	Número de entidades	Criterio de selección
Municipalidades	2077	Muy amplio
Poder Ejecutivo	367	Alto nivel de impacto
Gobiernos Regionales	303	Muy amplio
Organismos Autónomos	71	Muy amplio
Poder Judicial	33	Muy amplio
Poder Legislativo	1	Muy amplio

Fuente: (Perú, 2019) – Elaboración: Autores de esta tesis.

Con este primer filtro se seleccionó el nivel ejecutivo para poder realizar la investigación pues en 19 sectores engloba 367 entidades, permitiendo un rápido impacto del uso de la información satelital. Igual que en el paso anterior se clasificó los ministerios en base a la factibilidad de hacer una investigación adecuada en un corto plazo (ver Tabla 1.2.) e identificar si existían políticas, usos y demanda sectorial coordinada y planificada.

Tabla 1. 2. Entidades del Poder Ejecutivo

Sector	Número de entidades	Criterio de selección
Salud	63	Sin Respuesta
Relaciones Exteriores	53	Alta Complejidad
Trabajo	32	Impacto Medio
Educación	26	Limitación de Tiempo
Energía y Minas	24	Impacto Alto
Agricultura	24	Impacto Alto
Defensa	17	Alta Complejidad
PCM	15	Alta Complejidad
Justicia	14	Alta Complejidad
Mujer y Poblaciones	14	Limitación de Tiempo
Economía y Finanzas	13	Impacto Alto
Vivienda y Construcción	11	Sin Respuesta
Transportes	11	Impacto Alto
Ambiente	10	Impacto Alto
Cultura	9	Limitación de Tiempo

Desarrollo e Inclusión	8	Limitación de Tiempo
Producción	8	Impacto Alto
Interior	7	Impacto Alto
Comercio Exterior	4	Limitación de Tiempo
Otros	4	-

Fuente:(Perú, 2019) – Elaboración: Autores de esta tesis.

En la actualidad la CONIDA realiza varias acciones de difusión de las capacidades del satélite PeruSAT-1, esto debido a que los diferentes sectores públicos no saben cómo aprovechar el satélite ni cómo su ministerio puede generar valor mediante el uso de una imagen satelital entregada por la CONIDA. Además, que la naturaleza de la planificación frente a la generación de nuevas ideas y estrategias debe esperar al año siguiente para la obtención de presupuesto y la realización de acciones.

También fue una limitación los poco más de 2 años en funcionamiento en el país, lo que ocasiona un déficit de investigación sobre el tema, es decir, es muy poco tiempo para desarrollar todo el potencial en lo que a investigación se refiere.

El equipo de investigación para la elaboración de la presente tesis tuvo dificultad para obtener información relevante respecto a los antecedentes nacionales pues los posee la CONIDA, y por ser ésta una institución adscrita al Ministerio de Defensa tiene severas restricciones para el acceso a sus instalaciones a fin de obtener información reservada al sistema que maneja si es que los solicitantes no son autoridades. Así mismo bajo el artículo 15 de la ley N° 27927, el derecho de acceso a determinada información está restringido.

En este sentido se tuvo que hacer gestiones especiales a nivel académico, para poder acceder al despacho del Jefe Institucional a fin de que autorice la entrega de la información que se necesitaba para enriquecer el marco teórico. Después de persistentes gestiones se logró la autorización para acceder a los funcionarios que entregaron la información solicitada. Sin embargo, en lo que respecta al acceso a información detallada, específicamente en los aspectos financieros, para saber sobre los costos operacionales, costos de adquisición, se mantuvo la restricción a ser compartida, en general toda información presupuestaria, los asuntos contractuales, resultados financieros y situaciones económicas de la institución.

Es así como la viabilidad de la presente investigación se basa en el acceso que tuvo el equipo investigador a la información operacional, a los principios de transparencia de

las instituciones públicas tanto en las entidades responsables que están a cargo del PeruSAT-1 y de las personas que nos han brindado las entrevistas de campo.

La investigación es factible de viabilizarse a futuro en la medida que en ella se desarrolle un enfoque que vincula los conocimientos adquiridos en la Maestría de Administración con las potenciales aplicaciones que pueden generarse de la información proporcionada por el satélite. Buscando dar con este enfoque, una contribución en la explotación de la tecnología adquirida en beneficio de nuestro país, para lo cual es necesario conocer a modo general información sobre satélites, explorar sobre los usos internacionales de equipos de este tipo y cuantificando lo obtenido a la fecha.

#### **1.4. Formulación del problema**

Por todo lo expuesto anteriormente, y luego de un análisis documental exhaustivo sobre la problemática del satélite PeruSAT-1 y las necesidades de información satelital que tienen los diferentes ministerios públicos, relacionando a estas con el limitado aprovechamiento que se le está dando a las capacidades del PeruSAT-1, habiendo justificado nuestro estudio y tomando conciencia de las dificultades es que se cree conveniente unificar criterios y centrar la investigación en las siguientes interrogantes, hipótesis y objetivos que conducen a la propuesta de solución que se concluye.

##### **1.4.1. Problema General**

¿Cuál debe de ser el portafolio de productos del satélite PeruSAT-1 a priorizar para satisfacer las necesidades de información satelital en los diferentes ministerios del Perú?

##### **1.4.2. Problemas Específicos**

- ¿Por qué es necesario conocer el proceso de obtención de imágenes satelitales para la satisfacción de las necesidades de información satelital en los diferentes ministerios del Perú?
- ¿De qué manera la capacidad de procesamiento digital de imágenes satelitales del PeruSAT-1 favorece la satisfacción de las necesidades de información satelital en los diferentes ministerios del Perú?
- ¿Cómo podrían los sectores de Defensa, Ministerio del Interior, Economía y Finanzas, Ministerio de la Producción, Ministerio de Energía y Minas, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Agricultura y

la PCM satisfacer sus necesidades de información satelital aprovechando las capacidades del satélite PeruSAT-1?

- ¿Cómo se puede aprovechar al máximo el satélite para generar los productos del portafolio y cuál sería la estrategia para poder satisfacer la demanda y necesidades de información satelital de la sociedad peruana?

## **1.5. Objetivos de la investigación**

Siendo la presente investigación de un nivel exploratorio, se formuló el objetivo general y los objetivos específicos en coherencia con la pregunta del problema general y las preguntas de los problemas específicos antes mencionadas.

### **1.5.1. Objetivo General**

Identificar y explicar cuál debe ser el portafolio de productos del satélite PeruSat-1 que podrían permitir la satisfacción de las necesidades de información satelital en los diferentes ministerios del Perú

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Explicar cómo es el proceso de obtención de imágenes satelitales, para que sean aprovechables y se puedan atender las necesidades de información satelital en los diferentes ministerios del Perú.
- Establecer las características de la capacidad de procesamiento digital de imágenes satelitales del PeruSAT-1, para favorecer la satisfacción de las necesidades de información satelital en los diferentes ministerios del Perú.
- Explicar cómo los sectores de Defensa, Ministerio del Interior, Economía y Finanzas, Ministerio de la Producción, Ministerio de Energía y Minas, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Agricultura y la PCM podrían satisfacer sus necesidades de información satelital aprovechando las capacidades del satélite PeruSAT-1.
- Proponer una solución para poder producir los productos identificados más estratégicos y como sostener la realización de esta propuesta en el tiempo partiendo de las brechas que existen en la actualidad en el uso de



los servicios de imagen satelital que se presentan en la CONIDA en beneficio de la sociedad peruana.

## **1.6. Formulación de la hipótesis**

Se considera necesario partir de algunos supuestos o hipótesis, que servirán de guía para la búsqueda, procesamiento, análisis y posterior interpretación de la información consultada tanto de manera bibliográfica como la recolectada en campo vía entrevista, asegurando por tanto la culminación exitosa de las conclusiones, recomendaciones y la elaboración de nuestra propuesta de mejora que se presenta al final del documento.

### **Hipótesis General**

No existe un portafolio de productos del Satélite PeruSAT-1, sin embargo, la CONIDA está en la capacidad de proveer los productos demandados por las entidades en función a sus necesidades.

## **1.7. Método y enfoque de la investigación**

La presente investigación se encuentra enmarcada en el área de la Administración de Empresas, por lo que concierne a los profesionales que conforman el equipo de investigación, siendo los temas de estudio: “El satélite peruano PeruSAT-1, Potencial de aplicaciones para el sector público”.

Para comenzar el proceso de investigación sobre el problema tomado de la realidad, aplicamos los pasos del método científico.

Creyendo en la importancia de aplicar los pasos del método científico para iniciar la investigación, se elaboró en primer lugar la matriz de consistencia de la investigación, documento que articula coherentemente y con claridad los diversos elementos del proceso, permitiendo tener los cimientos para el desarrollo de la investigación. A continuación, se expone los procedimientos utilizados en la elaboración de la matriz de consistencia de la investigación.

- Identificar y formular el problema de investigación. En primer lugar, se formuló una serie de preguntas alrededor del problema observado en la CONIDA, luego el tipo de acciones del satélite PeruSAT-1 y se priorizó las

preguntas que más acotaban la problemática dentro de una investigación exploratoria, hallando el “problema general de investigación”.

- Se determinó las variables generales de estudio al interior del problema, realizando el respectivo dimensionamiento de estas hasta conformar el sistema de variables: generales, específicas y categorías derivadas de éstas, las cuales permitieron delimitar los temas de la investigación para posteriormente poder construir un marco teórico claro y conciso.
- Se formuló los objetivos (generales y específicos) así como las hipótesis (generales y específicas) en función del problema de investigación.
- Se categorizó las variables para poder operacionarlas en nuestra investigación, ayudando a que la información existente pueda ser la dimensionada en variables específicas y categorías, a fin de hacerlas más finas y poder realizar un estudio más preciso y concreto.
- Se formuló los objetivos e hipótesis específicas en función de las variables específicas y categorías. Las hipótesis sirvieron de guía para llegar hasta el final de la investigación, apoyándonos en ellas para extraer las respectivas conclusiones y en base a éstas dar nuestras sugerencias o recomendaciones para una posible solución de la problemática estudiada.
- En base a las categorías de las variables se pudo elaborar una entrevista que sirvió como instrumento "auxiliar" del investigador para el manejo interno en la investigación, que permitió obtener más información de la realidad sobre las variables de estudio para luego poder contrastar esa información con la recolectada por otros medios.
- Elaboración del sustento teórico de las variables. Una vez terminada y aprobada la matriz de consistencia de la investigación, se ordenó y catalogó la información consultada según las variables y categorías para elaborar el índice de los capítulos del sustento teórico de las mismas, antes de proceder a la redacción.
- Se redactó los diferentes capítulos del sustento teórico referente a las variables de estudio, terminado el sustento teórico se procedió a determinar y fundamentar el tipo, nivel y diseño de la investigación realizada, elaborar la

entrevista que permitiera recoger información de la realidad (cuestionario), y aplicarla al responsable más idóneo de los ministerios.

- Procesar la información obtenida en la aplicación de la entrevista y recolectada de otras fuentes, analizarla e interpretarla para: elaborar las conclusiones de la investigación basándonos en los objetivos e hipótesis formuladas al inicio del proceso y luego hacer algunas recomendaciones y/o sugerencias que sirvan de aporte en la mejora de la problemática investigada.

Este estudio se desarrolló desde un enfoque cualitativo, ya que la investigación se centra a la atención dirigida a un grupo de personas de los diferentes ministerios, para de esta manera tratar de interpretar sus conductas y actitudes durante la entrevista y observación al grupo humano o comunidad que participa de un mismo grupo social cultural con el propósito de comprenderlos y conocer cuál es su visión respecto a las necesidades de información satelital en sus ministerios y frente al país. Esta investigación no trasciende del campo específico, ni se hace una evaluación fuera de contexto, todo se trabaja en ese mismo grupo. Se seleccionaron casos de interés en cada ministerio, que reflejaron la realidad frente al desaprovechamiento de las capacidades del satélite PeruSAT-1 y su repercusión en las necesidades de información satelital que tienen en sus centros de trabajo. Se realizaron entrevistas en profundidad sobre todo a informantes claves con el fin de obtener datos, opiniones y perspectivas sobre el tema del satélite y sus necesidades como ministerio, fueron entrevistas a personas con bastante conocimiento del tema.

La naturaleza de las preguntas abiertas durante la entrevista en profundidad, así como las preguntas del cuestionario, permitieron a los sujetos entrevistados mayor apertura en sus respuestas, obteniendo por tanto una información más detallada y suficiente para poder hacer una mejor interpretación y análisis cualitativo de la realidad investigada, el cual se enriqueció al procesar también otras informaciones extraídas de fuentes impresas.

La investigación es de tipo exploratoria, es decir busca acercarse al origen de un problema poco estudiado, para ello es importante conocer el contexto en donde se desarrolla el objeto y plantear hipótesis que impulsen el desarrollo del problema a profundidad. “Los estudios exploratorios en pocas ocasiones constituyen un fin en sí mismos, generalmente determinan tendencias, identifican áreas, ambientes, contextos y

situaciones de estudio, relaciones potenciales entre variables, o establecen el “tono” de investigaciones posteriores más elaboradas y rigurosas” (Hernández Sampieri, 2010).

### **1.8. Técnicas e instrumentos para la recolección de información**

Para llevar a cabo cualquiera de los tipos de investigación se aplican diversas técnicas o instrumentos que permitan recoger los datos de las variables de estudio y a través de los cuales podrán ser comprobadas las hipótesis. (Arias, 1997). Se define los instrumentos como: “Los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información”; y los instrumentos de recolección son “las distintas formas o maneras de obtener la información”.

Tomando en cuenta la variable general 1: “Portafolio de productos del satélite PeruSAT-1” y la hipótesis general de nuestra investigación: “No existe un portafolio de productos del Satélite PeruSAT-1, sin embargo, la CONIDA está en la capacidad de proveer los productos demandados por las entidades en función a sus necesidades”, así como para las hipótesis específicas: “El satélite PeruSAT-1 tiene una capacidad múltiple en su proceso de obtención de imágenes que en algunos casos excede las necesidades de los diferentes ministerios; sin embargo los productos relacionados a sus imágenes pancromáticas sirven como herramienta de gran valor en el proceso de toma de decisiones y los productos relacionados a sus imágenes multiespectrales solucionan necesidades de información específicas generando interés tanto a nivel nacional como internacional” y “Con el procesamiento digital de imágenes digitales se puede obtener desde imágenes primarias, hasta imágenes con procesamientos de corrección radiométrica, geométrica, ortorectificada e incluso la generación de mosaicos en función de las necesidades específicas del usuario”.

Y para la variable general 2: “Necesidad de información digital” y la hipótesis específica “Los diferentes sectores de la Administración Pública tienen necesidades de información satelital para ejercer una buena gestión a favor del país, sin embargo, son pocos los sectores que saben cómo aprovechar la información brindada por el satélite PeruSAT-1 ya que es una herramienta poco utilizada y en actual proceso de investigación y desarrollo”, se utilizó la técnica de entrevista en profundidad y la observación, así como el cuestionario como instrumentos. Ambos fueron “instrumentos auxiliares” elaborados y utilizados por los investigadores al interior de la investigación, para recoger información más precisa sobre las necesidades de información satelital de

parte de las personas que laboran en los ministerios públicos y que manejan esa información.

La utilización de estas técnicas permitió interactuar con el público objetivo y conocer sus puntos de vista respecto a lo que se iba preguntando, evaluando así cada uno de los objetivos propuestos.

### **1.9. Salvedades**

Parte de la investigación inicialmente buscaba la obtención de la oferta potencial del PeruSAT-1, la cual sería proporcionada y desarrollada en conjunto con el equipo de especialistas de la CONIDA, sin embargo en el desarrollo de nuestras visitas surgieron cambios en los equipos que dirigían la institución, teniendo que empezar nuevamente y debiendo suprimir información recopilada en ese sentido, los nuevos directores de la CONIDA el 2019 nos solicitaron cartas formales para empezar la gestión como si se iniciara la investigación de primer contacto, para finalmente darnos acceso de manera parcial a información que ellos puedan permitirnos revisar, todo ello en el contexto de múltiples investigaciones periodísticas suscitadas por ex colaboradores de la CONIDA de la administración anterior.

Debido a la ausencia de información sobre la potencial oferta del PeruSAT-1 y las constelaciones adscritas a la CONIDA, se decidió enfocar esta investigación hacia un análisis de la demanda, para lo que fue necesario cursar cartas a cada ministerio. Asimismo, cada ministerio debía asignarnos para esta entrevista al especialista en imágenes satelitales, al responsable de investigación o toma de decisiones basados en imágenes satelitales o en su defecto a los especialistas en investigación y tecnología de cada sector.

Acceder a la atención de las entrevistas con los ministerios fue una gestión también compleja debido sobre todo a una percepción de desconfianza hacia el grupo de tesis, para lo cual el tiempo se extendía indicando que no estaba el personal idóneo para absolver nuestras consultas y/o solicitarnos las preguntas previamente antes de ser atendidos.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

A continuación, se expone la información teórica y científica de nuestras variables principales del estudio (capacidades del satélite PeruSAT-1 y necesidades de información satelital de los ministerios públicos) y de sus respectivas dimensiones, para lo cual se recolectaron diferentes documentos académicos, repositorios de tesis, bases de datos consultadas, que nos brindaron las instituciones educativas en donde los investigadores han cursado estudios (ESAN, ESADE, Universidad Villarreal, PUCP, PACÍFICO y otros como JSTORE). También la información que se obtuvo de las entrevistas y observaciones realizadas de los responsables de los respectivos Ministerios Públicos, todo esto para darle el debido sustento científico a la presente investigación.

### 2.1. El satélite peruano PeruSAT-1

Desde el año 1974 cuando el Estado Peruano asume un camino incipiente basado en distintas iniciativas y primeros estudios relativos a la incursión Espacial; y luego de haber logrado la concientización respecto a la importancia de aprovechar las oportunidades del espacio en beneficio del país, es que la Agencia Espacial Peruana “CONIDA” propone la adquisición de un satélite de observación terrestre, seleccionó a una empresa francesa como el único contratista para el programa satélite de observación de la Tierra PeruSAT-1; posteriormente se celebraría un acuerdo de gobierno a gobierno entre Perú y Francia; Airbus era uno de los principales proveedores de satélites para industrias europeas, teniendo experiencia en el rubro desde el lanzamiento de su primer satélite de observación de la Tierra en 1986, Airbus Defence and Space había construido y entregado hasta ese momento alrededor de 50 sistemas de observación de la Tierra por satélite, acumulando más de 300 años de operación en órbita (Airbus.com, s.f.).

PeruSAT-1 es un sistema de satélite óptico de observación terrestre de resolución submétrica, que proporciona imágenes pancromáticas GSD de 0.7 m y datos de imágenes multiespectrales GSD de 2.8 m entre otros atributos técnicos señalados en la Tabla 2.1. los que permiten el uso del satélite en diversas aplicaciones. El PeruSAT-1 se lanzó a una órbita terrestre baja sincrónica al sol el 16 de septiembre del 2016 y se espera que su vida operativa supere los 10 años. Actualmente PeruSAT-1 se dedica a atender a los usuarios públicos del Estado Peruano (Airbus.com, s.f.).

El satélite peruano observa la Tierra a través de la cámara óptica NAOMI de muy alta resolución, diseñada y desarrollada por Airbus Defence and Space. Este instrumento óptico de carburo de silicio proporciona imágenes en resolución alta o muy alta.

Tabla 2. 1. PeruSAT-1 Especificaciones técnicas

Sistema de cámara	Configuración Korsch compacta plegada por 2 espejos planos (diseño en estructura óptica de carburo de silicio) Diámetro de apertura: 420 mm Longitud focal: 11,9 m Almacenamiento integrado de 768 Gbit (3 de 4 bancos de memoria utilizados en línea)
Producto GSD	PAN : 0.70 m (nadir) XS : 2.80 m (nadir)
Ancho de Franja	PAN : 451 ~ 745 nm B1 (Blue) : 454 ~ 525 nm B2 (Green) : 533 ~ 598 nm B3 (Red) : 633 ~ 702 nm B4 (NIR) : 764 ~ 884 nm
Bandas Espectrales	PAN : 6.5% XS : 13%
MTF	12 bits / pixel
Cuantización de datos	Roll nominal -30,+30 deg, Max combined (roll & pitch): 45 deg
Angulo de Visión	Hasta 300 escenas cuadradas por día.
Orbita	Órbita sincrónica del sol con 700 km de altitud • 98.19° inclination • 10:25 MLTDN • 98.79 min nodal period • 26 días/ 379 revoluciones
Precisión de Ubicación	Menos de 25 m CE90 (nadir)

Fuente: (CONIDA, PeruSAT-1 Product Specifications v2, 2016) – Elaboración: Autores de esta tesis

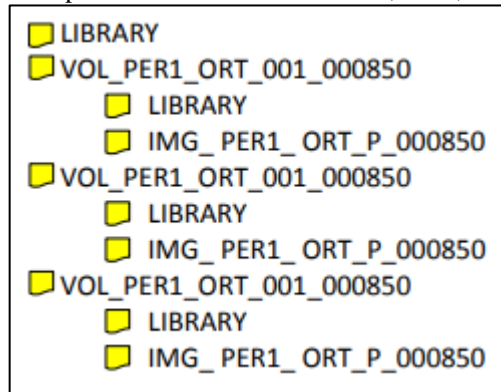
### 2.1.1. Información producida por PeruSAT-1

Hay cuatro niveles de procesamiento para PeruSAT-1: Nivel 0, Nivel 1A, Nivel 2A y Nivel 3. Nivel 2A y el Nivel 3 se puede proporcionar en paquete (pan + 4 multiespectral) o en forma de pan sharpened (CONIDA, PeruSAT-1 Product Specifications , 2016), sin embargo, los niveles descomprimidos 0 y 1A son productos generados principalmente para uso interno (servicio de calidad de imagen).

El nivel 2A se obtiene después de la corrección radiométrica y las correcciones geométricas del plano focal. La corrección geométrica consiste en volver a muestrear la cuadrícula de adquisición de retina múltiple en una red virtual del sensor restaurado (como si hubiera 1 retina que cubriera toda la franja),

proporcionado en PAN, MS, Pan + MS, PanSharpened, un ejemplo del desglose de información brindada se puede apreciar en la figura 2.1.

Figura 2. 1. Composición Archivo de 3 escenas, PMS, L2A (Restored sensor)

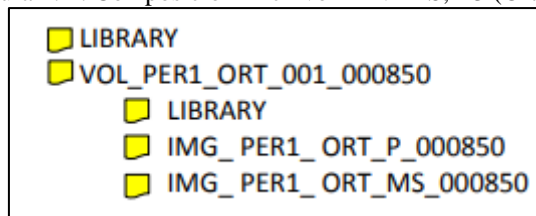


Fuente: (CONIDA, PeruSAT-1 Product Specifications v2, 2016)

El nivel 3 se obtiene al ser radiométricamente corregido y proyectado en una cuadrícula cartográfica cardinal, muestreada en distancia nominal de distancia en tierra (GSD). Puede entregarse de dos maneras:

- Nivel 3 (Ortho DEM) proyectado en un modelo de elevación digital, para el caso PeruSAT-1 es el modelo (Shuttle Radar Topography Mission) estándar para satélites. Esta habitual Ortho proyección proporciona una imagen en coordenadas cartográficas representativas del terreno. Debido a que se hace una suposición sobre DEM, el procesamiento geométrico adicional del producto no es aconsejable. En la figura 2.2. se puede apreciar que al estar con una sola capa el análisis adicional sobrepondría información.

Figura 2. 2. Composición Archivo PAN+MS, L3 (Ortho)



Fuente: (CONIDA, PeruSAT-1 Product Specifications v2, 2016)

- L3 (Ortho Ready), proyectado en el elipsoide de la Tierra (es decir, la altitud promedio sobre el área) hace sin suposición en un DEM. El producto Ortho en elipse, tiene ventajas geométricas: está en coordenadas cartográficas, pero aún es susceptible de más procesamiento geométrico.



### **2.1.2. Información entregada por PeruSAT-1**

Todas las producciones se generan en formato DIMAP V2 GeoTIFF. El formato DIMAP V2 es un formato público para describir datos geográficos. Aunque fue especialmente diseñado para datos de imagen, también puede manejar datos vectoriales (datos geográficos de punto y línea). Los productos en formato DIMAP V2 consisten en dos partes, una para la imagen y la otra para una descripción de la imagen (metadatos).

La parte de imagen se proporciona en formato GeoTIFF, que consiste en una parte TIFF, ya que TIFF es el formato de imagen más utilizado en el mundo, reconocido por todos softwares en el mercado y fácil de integrar; y también lo compone una parte Geo, reconocida por todos los softwares de procesamiento de información geográfica. Agrega geoinformación de referencia para el archivo de imagen (coordenadas en la esquina superior izquierda de la imagen y el tamaño de pixel) al archivo TIFF básico y también pueden describir la proyección del mapa utilizado y su correspondiente sistema geográfico.

La parte de Metadatos, proporcionan información sobre las características del satélite registradas durante el procesamiento de la imagen (proporcionado en formato XML).

### **2.1.3. Estructura de entrega de información**

Los productos PeruSAT-1 se entregan en formato DIMAP V2 que se personaliza de acuerdo con los requerimientos del usuario respecto especificación de imagen o producto.

DIMAP V2 define "volúmenes" y "componentes" que estructuran los entregables de la imagen, un "volumen" incluye una serie de "componentes", cada uno de los cuales contiene la imagen, metadatos, la vista previa, ícono y hoja de estilo correspondiente a cada elemento canónico.

Según nomenclatura DIMAP V2, las simples solicitudes PAN o MS hacen "volúmenes" que contienen solo un "componente" y cuando son productos PAN-MS son "volúmenes" que contienen dos "componentes". (Reinoso Gordo, 2002)

Cuando se solicita la producción de un segmento largo, el producto de salida puede estar compuesto por varias escenas. En este caso, el producto DIMAP

contiene un "volumen" por escena, por lo que se puede describir esta información de la siguiente manera:

- Una orden de ejecución corresponde a un único "conjunto de datos" que se entregará completo.
- Un "conjunto de datos" se compone de uno o más "volúmenes".
- Un "volumen" se compone de uno o más "componentes".
- Un "componente" se compone de un solo archivo de imagen en una sola resolución, resultante de un procesamiento espectral único y correspondiente a un solo nivel de procesamiento.

#### 2.1.4. Tabla de resumen y ejemplo visual

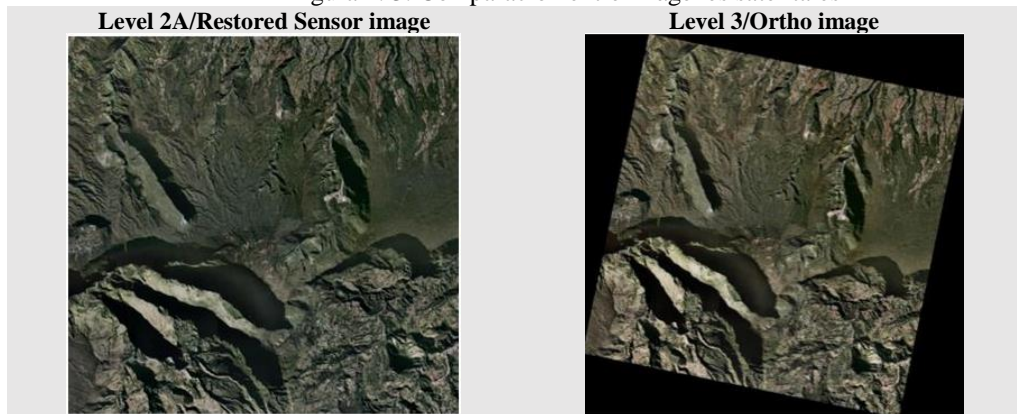
Según lo observado al momento de administrar la información y poner en conocimiento a los usuarios, el personal de CNOIS administra la tabla 2.2. y hace uso del ejemplo mostrado en la figura 2.3. para cada tipo de producto.

Tabla 2. 2. Composición Archivo PAN+MS, L3 (Ortho)

Nivel de producto	Disponibilidad de producto	Formato de salida	Usuario Final	Control de Calidad
Nivel 0 Sin Compresión	PAN, MS, PAN+MS	Dimap V2	Interno	NO
Nivel 1ª	PAN, MS PAN+MS	Dimap V2	Interno	NO
Nivel 2 Restaurado	PAN, MS PAN+MS,PMS	Dimap V2	Externo	SI
Nivel 3 ortorectificado	PAN, MS PAN+MS,PMS	Dimap V2	Externo	SI
Nivel 3	PAN, MS PAN+MS,PMS	Dimap V2	Externo	SI

Fuente: (CONIDA, PeruSAT-1 Product Specifications , 2016) – Elaboración: Autores de esta tesis

Figura 2. 3. Comparación entre imágenes satelitales



Fuente: (CONIDA, PeruSAT-1 Product Specifications , 2016) – Elaboración: Autores de esta tesis

## 2.2. Fuentes complementarias de información satelital.

Entre los especialistas es común el lenguaje sobre la fuente de información geográfica para sus labores. Previo a la adquisición del satélite muchas entidades públicas obtenían mediante convenio o compra. Para mayor entendimiento se presenta a continuación una tabla comparativa entre las características de los diferentes satélites conocido por la mayoría de los especialistas en el Perú.

Tabla 2. 3. Características de los satélites más usados

Satélite	Sensor	Resolución Espacial	Ancho de Barrido	Resolución Temporal	Lanzado	Pancromática	Multiespectral
CBERS-4	WFI	64 m	866 km	5 días	2019	5 m.	10 m
RESOURCESAT-2	AWiFS	56 m	120 km	5 días	2016	23 m	70 m
CBERS-4	IRS	40 m	120 km	26 días	2019	5 m	10 m
LANDSAT 8	OLI	30 m	180 km	16 días	2013	15 m	30 m
RESOURCESAT-2	LISS 3	23.5 m	141 km	24 días	201	23 m	70 m
CBERS-4	MUX	20 m	120 km	26 días	2019	5 m	10 m
SENTINEL 2 <sup>a</sup>	2A	10 m	290 km	10 días		2011	
SPOT 7		6 m / 1.5 m	60 km.	26 días	2012	1.5 m.	6 m
PeruSAT-1	NAOMI	2.8 m / 0.7 m	14 km.	26 días	2016	2.8 m	0.7 m
Pléyades	MAR	0.5 /2 m.	20 km.	26 días	2012	0.5 m	2.0 m

Fuente: (CONIDA, PeruSAT-1 Product Specifications v2, 2016) – Elaboración: Autores de esta tesis.

## 2.3. Procedimiento de captura de imagen

La imagen del satélite se constituye de unidades llamadas píxeles y cada una de estas unidades almacena valores digitales, dado que cada píxel contiene gran cantidad de atributos para poder asignar la información espacial, su estructura de almacenamiento es matricial. Entre los datos que se recopilan está la reflectividad recogida por un sensor específico asignado a cada banda, la reconstrucción de estos datos corresponde a las bandas espectrales, cada banda almacena la reflectancia y le da un valor que corresponde a cada pixel y cada banda, por lo que la imagen es el intervalo concreto del espectro electromagnético. Es decir que la imagen de satélite es en realidad un conjunto de imágenes del mismo punto con diferentes valores de reflectancia para cada banda capturando el espectro electromagnético del pixel, los cuales gracias a la información geométrica se puede reconstruir en el mismo orden que fueron adquiridas.

### **2.3.1. Tipos de imagen satelital**

La diferencia entre las diferentes imágenes es la cantidad de bandas con las que se adquiere la imagen. Es decir que la diferencia entre las imágenes multispectrales y las hiperespectrales es la cantidad de bandas de reflectancia usadas en su captura.

Como se ha indicado los satélites de teledetección tienen como producto más genérico las imágenes digitales, donde cada pixel tiene almacenados diferentes valores numéricos que reciben la energía dentro de una banda espectral. En base a lo mencionado se pueden adquirir los siguientes tipos:

#### **2.3.1.1. Imagen pancromática**

Los satélites poseen un sensor digital que es capaz de medir la reflectancia de energía en una amplia parte del espectro electromagnético. Sin embargo, en sensores pancromáticos modernos, esta banda suele abarcar la parte visible y de infrarrojo cercano al espectro, obteniendo como producto una imagen en escala grises (blanco y negro).

Dentro de los usos que puede tener la imagen pancromática se puede mencionar la localización, identificación y medición de accidentes superficiales y otros objetos por su forma física (tamaño, forma, entre otros), también reconoce elementos construidos por el hombre como edificios, caminos, vehículos, entre otros. (Sánchez, 2012)

En base a lo mencionado en el párrafo anterior, las imágenes pancromáticas pueden ser utilizadas para actualizar los mapas existentes, delimitación de terrenos, planificación urbana, entre otros. La ventaja de estas imágenes a comparación de las multispectrales es que proporciona una mayor resolución espacial, por lo que son muy útiles para la detección de pequeños elementos ubicados en la superficie.

#### **2.3.1.2. Las imágenes multispectrales**

En comparación con la imagen pancromática, la imagen multispectral a través de un sensor digital mide la reflectancia de muchas bandas. En decir, un conjunto de detectores se encarga de identificar la energía roja reflejada en el espectro y otro conjunto de un infrarrojo cercano, al final los diferentes valores de reflectancia se unen para generar imágenes a color. (Sánchez, 2012)

Dentro de los diferentes usos que tienen las imágenes multiespectrales se puede mencionar la identificación de las rocas en la superficie, la composición de los suelos, la profundidad del agua en zonas del litoral, etc. Como se puede apreciar a través de estas imágenes se obtiene un mayor detalle.

### **2.3.2. Fuentes de información satelital**

#### **Imágenes Landsat**

La serie Landsat son de las más utilizadas para aplicaciones agrícolas, estas imágenes están disponibles desde hace casi 40 años a nivel mundial. Actualmente están en órbita dos satélites de la serie, Landsat 5 y Landsat 7, que poseen características similares entre sí en lo que respecta a las bandas (3 en el visible y 4 en el infrarrojo), resolución espacial (30 m) y un período de revisita de 16 días, esto es el tiempo que transcurre para que el satélite adquiera imágenes de una misma zona. Cada una de estas imágenes cubre una superficie de 185 x 185 km. Cabe mencionar que, pese a que están disponibles cada 16 días, en caso de presencia de nubes, las imágenes reflejan esa situación impidiendo obtener información del suelo. En este momento, la disponibilidad de imágenes es limitada debido a dos situaciones particulares, una es la antigüedad del satélite Landsat 5 que ha superado ampliamente su vida útil, que usualmente es de 4 a 5 años, permaneciendo en órbita 27 años por lo cual la adquisición de imágenes se encuentra suspendida por desperfectos técnicos. El otro satélite operativo de la serie Landsat, el 7, al poco tiempo de estar en órbita sufrió un desperfecto técnico que hace que las imágenes presenten una serie de zonas sin datos, lo que resulta en franjas oscuras en cada imagen que limita en muchos casos su utilización.

#### **Imágenes CBERS**

El programa CBERS, es un programa conjunto entre Brasil y China para el desarrollo de satélites de observación terrestre. Se han puesto en órbita al momento los satélites CBERS 1, 2 y 2B, que, aunque ya no están operativos, hay disponibles imágenes multiespectrales similares a las Landsat por algunos períodos de tiempo. La resolución espacial en este caso es superior (20m), pero su resolución temporal era de 26 días.

## **Satélite Argentino SACC**

El satélite SAC-C fue el primer satélite argentino de observación terrestre del que se dispusieron imágenes en forma operativa. Fue puesto en órbita en 2000 y, proveyó imágenes en forma sistemática de por más de diez años. Una de las cámaras a bordo del SAC-C era una cámara multiespectral denominada MMRS, en 5 bandas en el visible e infrarrojo., Para aplicaciones a nivel de lote su resolución espacial no es adecuada (175 metros), aunque resultan muy apropiadas para estudios regionales por su ancho de barrido (360 km).

### **2.4. Procesamiento de imágenes satelitales**

#### **2.4.1. Corrección de imágenes**

Con este nombre se indican aquellos procesos que tienden a eliminar cualquier anomalía detectada en la imagen, ya sea en su localización o en el Nivel Digital (ND) de los píxeles que la componen (Chuvienco, 1990). Como se menciona en la definición, lo que se busca es poner a disposición los datos en las condiciones necesarias tanto en la ubicación de los píxeles como en la radiancia espectral.

Dentro de las correcciones más comunes que utilizan las estaciones receptoras de imágenes están las geométricas y radiométricas, sin embargo, existen algunas otras que pueden ser aplicados para necesidades particulares de los usuarios que la necesiten. El término “corrección” utilizado en este párrafo debe tratarse con especial cuidado, dado que por definición se entiende como la acción de ratificar o enmendar defectos, sin embargo, en el caso de imágenes satelitales no sólo se limita a la corrección de los defectos encontrados, sino también a la preparación de la imagen para su adecuada interpretación de los usuarios.

#### **2.4.2. Corrección radiométrica**

Este término designa aquellas técnicas que modifican las ND originales, con el objetivo de acercarlos a los que habría presentes en la imagen en caso de una recepción ideal (Chuvienco, 1990).

Los valores erróneos en la lectura del ND se hacen presentes en el momento que se realiza la captura y también durante el envío de la información, La causa de la presencia de estos errores se debe a las perturbaciones atmosféricas (ocasiones de una por las variaciones en temperatura y presión), (Rodriguez Chavez, 2005)

las mismas que pueden ser corregidas a través de modelos matemáticos que permitan acercar el valor registrado del ND con el valor real de objeto sobre la tierra. Otra fuente de error son los desperfectos en la fabricación del sensor, los cuales pueden ser solucionados a través de calibraciones radiométricas (Passapera Gonzales, 2019)

Las técnicas más habituales de corrección radiométrica son: (Rejas Ayuga, 2007)

- Corrección radiométrica del bandeo, en sensores de barrido producido por desajustes en el calibrado de los detectores.
- Corrección radiométrica de líneas o píxeles perdidos, producido por fallos del sensor o de transmisión de los datos.
- Corrección o normalización radiométrica horaria.
- Corrección radiométrica del efecto por columnas.
- Correcciones atmosféricas.

### **2.4.3. Técnicas avanzadas de procesamiento**

Un término muy relacionado con el procesamiento de las imágenes satelitales es la palabra “algoritmo” (Pérez Reátegui, 2015), en muchas bibliografías se encuentra este término y su aplicación. Los algoritmos están relacionados a las operaciones matemáticas que se realizan de manera sistematizada y sucesiva que permiten hallar una explicación, mayormente los algoritmos realizan operaciones a un volumen considerable por lo que suelen ser realizadas en programas especiales.

El uso de los algoritmos se da en el proceso de clasificación de los píxeles que componen una imagen satelital, este proceso de clasificación se conoce como “clasificación supervisada”.

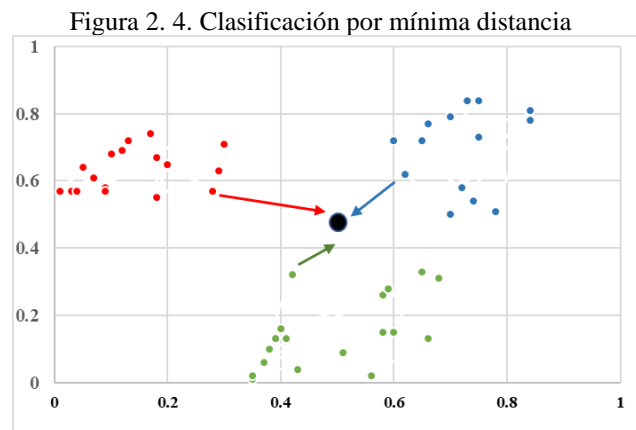
Previamente al uso de un algoritmo es necesario el proceso de entrenamiento en donde se selecciona un área de píxeles con características conocidas. (Delgado Fernández, 2019) Ejemplos: vegetación, humedad, fuego, etc. Otra información importante en esta etapa de entrenamiento es la fuente de la imagen, ya que esta genera diferencias entre los píxeles de imágenes de fuentes distintas.

Luego se debe seleccionar el tipo de algoritmo que se desea aplicar, los 3 más usados en las ciencias satelitales son:

#### 2.4.3.1. Algoritmo clasificador por mínima distancia.

Cada clase posee condiciones de reflectividad media para cada una de las bandas, entonces se puede situar cada una de las clases como un centroide en un espacio de variables. En el espacio de variables es posible estimar la distancia entre un píxel y una clase. “Al píxel “X” se asignará la clase respecto a la cual su distancia sea mínima (ver Figura 2.4.), luego se definen una serie de hiperesferas que rellenan el hiperespacio de variables sin interceptarse.” (Murcia, s.f.)

“Este método no es demasiado bueno ya que sobre clasifica la imagen, es decir ningún píxel queda sin clasificar. Aunque algunos autores señalan esto como una ventaja, realmente es un problema ya que es preferible dejar áreas sin clasificar que clasificarlas sin garantías.” (Murcia, s.f.)



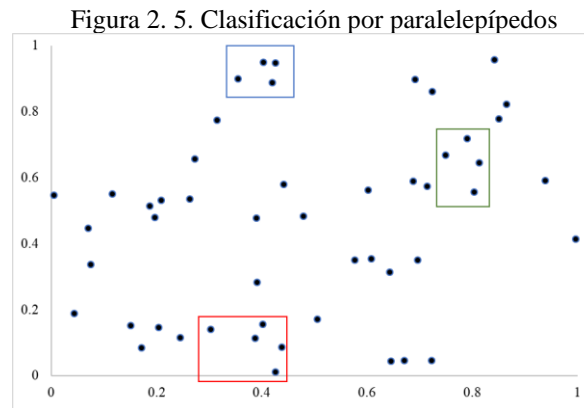
Fuente: Universidad de Murcia - Elaboración: Autores de esta tesis.

#### 2.4.3.2. Algoritmo clasificador por paralelepípedos

Este algoritmo trabaja definiendo un subespacio en forma de paralelepípedo a cada clase. Entonces los píxeles son definidos por el rango de valores para cada área de entrenamiento, mediante el método de máximo y mínimo para dicha área. Dichos límites pueden definirse tomando cierto número de desviaciones standard para ambos lados de la media del área de entrenamiento. Entonces el proceso de asignación se da cuando el píxel de identidad desconocida caiga dentro de alguno de los paralelepípedos para adjudicarlo a la correspondiente clase.



La definición de cada uno de los paralelepípedos debe hacerse teniendo en cuenta los valores máximos y mínimos de reflectividad para cada una de las bandas. Con este método pueden aparecer píxeles sin asignar o píxeles asignados a varias clases tal como lo muestra la figura 2.5.



Fuente: Universidad de Murcia -Elaboración: Autores de esta tesis

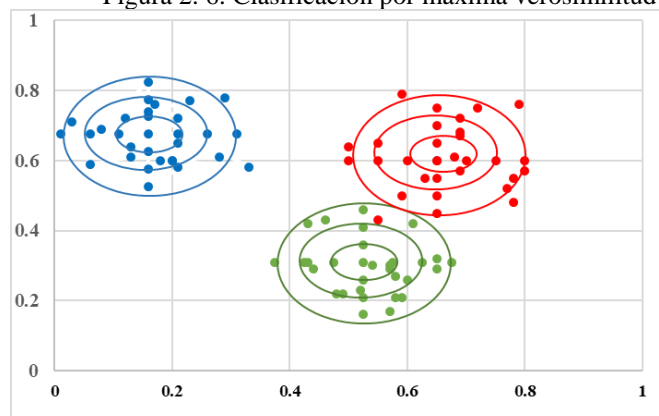
### 2.4.3.3. Clasificación por máxima verosimilitud

Se trata de una técnica de mayor complejidad. Trabaja con la media y la desviación típica de cada una de las clases, al cual se puede aplicar algún modelo de distribución en base a probabilidad. El clasificador de máxima probabilidad asume que los datos siguen una función de distribución normal para asignar la probabilidad de que un pixel cualquiera pertenezca a cada una de las clases. El pixel se asigna de este modo a la clase a la que es más probable que pertenezca, lo cual se puede apreciar en la figura 2.6. Este método puede usarse de forma automática, o puede establecerse algún criterio que permita asignar píxeles a una clase sólo si la probabilidad correspondiente es superior a determinado umbral.

Permite por otro lado definir algún tipo de criterio para controlar y evaluar la calidad de la asignación, por ejemplo, la diferencia entre la máxima probabilidad y la siguiente. La hipótesis de la reflectividad sigue una distribución normal que puede fallar y debería comprobarse en cada caso.

Este criterio permite clasificar mayor cantidad de terreno, algunos autores han observado que la clasificación por parcela da mejores resultados que la clasificación por pixel. (Arantzazu Larrañaga, 2016)

Figura 2. 6. Clasificación por máxima verosimilitud



Fuente: Universidad de Murcia Elaboración: Autores de esta tesis.

#### 2.4.4. Procesamiento con uso huella espectral

La huella o firma espectral es una característica que poseen todas las cosas, se obtiene utilizando las bandas espectrales y se define al obtener un patrón de respuesta de cada material en la naturaleza. La interacción con la energía electromagnética es algo propio de cada objeto en base a su composición material.

La base de una clasificación es encontrar algunas áreas del espectro electromagnético en las cuales la naturaleza de esta interacción sea diferente para los materiales dentro de la imagen, lo que al identificar el patrón permitirá asignar esta anomalía al material estudiado.

Se entiende por firma espectral la reflectancia en función de la longitud de onda de cada banda. Las firmas espectrales son usadas por algoritmos de clasificación que permiten etiquetar los píxeles de la imagen. Diferentes materiales pueden tener firmas espectrales similares (construcción, agua, suelos desnudos y coberturas de vegetación).

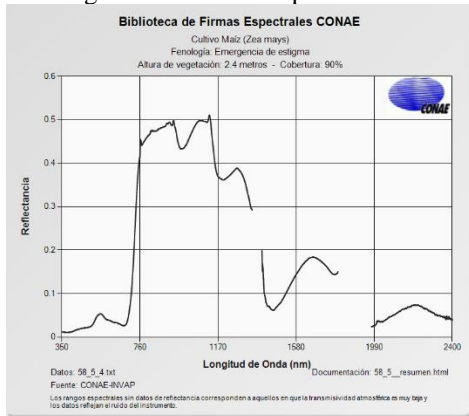
En áreas de vegetación se puede apreciar un mejor uso de las firmas espectrales, pues cada cultivo reacciona de manera distinta y a su vez cada estado del propio cultivo es diferente por lo que la huella espectral es bastante útil en este campo.

En temas de suelo se puede también aplicar, aunque se recomienda una mayor cantidad de bandas que permitan comparar muchas más reflectancias, pues en suelo llano la cantidad de materiales que lo componen es mucho más variada y la probabilidad de un error en la asignación del píxel es mayor. En el campo del

estudio de agua se puede aplicar esta metodología considerando tener presente la hora del día, pues influye en la reflectancia y en la temperatura del agua.

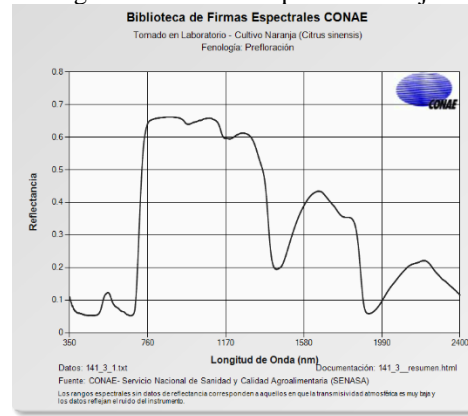
La distribución del espectro de huella espectral puede apreciarse en estos ejemplos se puede apreciar en las figuras 2.7. hasta la figura 2.12. obtenidos de la página web de la agencia espacial argentina.

Figura 2. 7. Huella espectral maíz



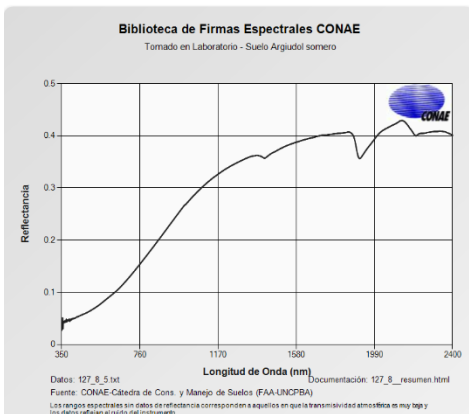
Fuente: (CONAE)

Figura 2. 8. Huella espectral naranja



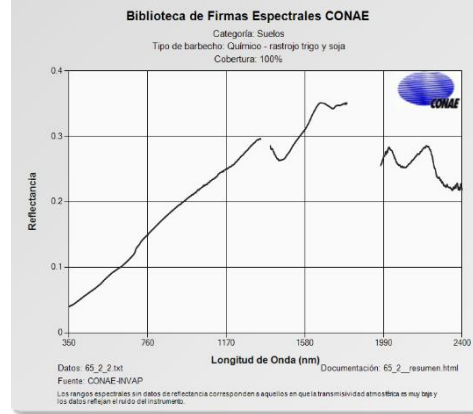
Fuente: (CONAE)

Figura 2. 9. Huella suelo abonado



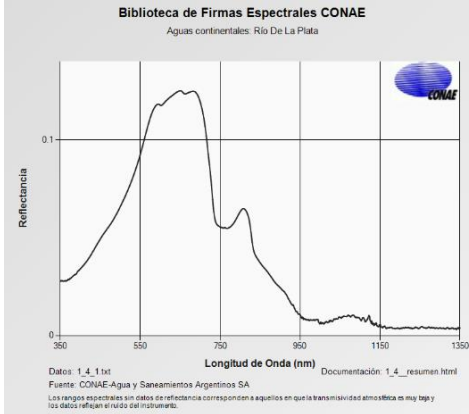
Fuente: (CONAE)

Figura 2. 10. Huella de suelo eriazado pradera



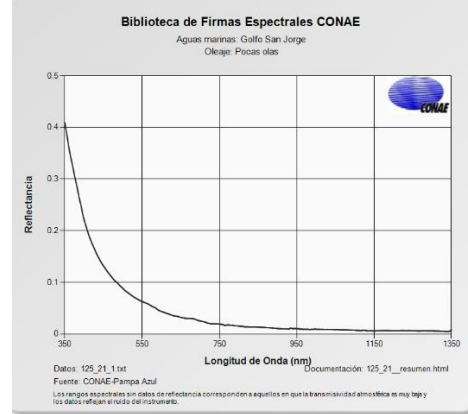
Fuente: (CONAE)

Figura 2. 11. Huella de agua dulce continental



Fuente: (CONAE)

Figura 2. 12. Huella de agua de mar



Fuente: (CONAE)

## 2.5. Sistemas de Información Geográfica (GIS)

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS), son herramientas de software y datos geográficos complementados por hardware especializado a la demanda tecnológica de estos softwares. Están diseñados para almacenar, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada obtenida por diferentes métodos (satélites, fotografías aéreas, etc.) para generar información orientada a la planificación, el registro y de gestión.

Todo SIG es una base de datos con información geográfica (información numérica) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de una imagen digital, esta información se entiende como metadato. Así un objeto en esta imagen también contiene sus atributos y preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía

Un SIG permite separar las diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, facilitando la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar nuevas capas. Existen una gran variedad de métodos utilizados en la creación de datos para la tecnología SIG. Gracias a la gran cantidad de imágenes orto-rectificadas de acceso libre, los SIG son la mayor fuente de extracción de datos geográficos y su uso se está masificando.

Los principales sistemas GIS son:

**PCI Geomatics 2016:** Es un software aplicado al análisis e interpretación de imágenes satelitales. Posee valiosas herramientas para procesos de Orthorectificación y georeferenciación, así como el manejo de imágenes satelitales de alta resolución. Para el presente estudio, fue utilizado para llevar a cabo los procesos de Orthorectificación de la imagen satelital.

**Envi 5.3:** Es un software bastante dinámico. Posee potentes herramientas para la clasificación de las imágenes satelitales ópticas, conteniendo diversidad de algoritmos para clasificación supervisada y no supervisada. En el presente trabajo ENVI 5.3 fue utilizado para realizar la clasificación de elementos mediante los algoritmos que incluye el software.

**ArcGIS 10.3.2:** Es un software aplicado al manejo y análisis de información geográfica. Es la herramienta más utilizada en instituciones del estado, privadas,

organismos internacionales, universidades, entre otros. Cuenta con cuatro aplicaciones: ArcCatalog, ArcMap, ArcScene y ArcGlobe. De las cuatro aplicaciones, las más utilizadas son ArcMap y ArcCatalog, permitiendo visualizar, editar, explorar, analizar y realizar composiciones cartográficas, así como generación de metadatos y creación o conexión hacia servidores externos.

**Global Mapper 16:** Es un potente software que tiene aplicaciones de manejo y análisis de datos vectoriales y ráster, es desarrollado por la firma Blue Marble Geographics de los Estados Unidos y tiene compatibilidad con la mayoría de los sistemas operativos de Windows, IOS y Linux., destaca entre sus aplicaciones la capacidad de lectura de múltiples formatos de almacenamiento de información vectorial y ráster, facilitando la conversión entre ellos.

## 2.6. Variables de estudio

Las variables que han sido abordadas para la realización de la investigación de documentación y en campo, son las que a fecha de realización de la investigación respondieron a la solicitud de entrevista informativa respecto al uso del satélite, estas variables se encuentran señaladas en la tabla 2.4. La mayoría perteneciente a sectores que recomendados en el informe técnico N° 057-2013- PCM/OGPP-OPI (Republica, 2014).

Tabla 2. 4. Variables de investigación

<b>SISTEMA DE VARIABLE</b>	
<b>VARIABLES GENERALES</b>	
<b>VG1: Portafolio de productos del Satélite PeruSAT-1.</b>	
<b>VARIABLES ESPECÍFICAS</b>	<b>CATEGORÍAS</b>
Obtención de imágenes satelitales	Satélite PeruSAT-1
Procesamiento digital de imágenes satelitales	Imagen pancromática / Imagen multispectral
<b>VG2: Necesidades de información satelital</b>	
<b>VARIABLES ESPECÍFICAS</b>	<b>CATEGORÍAS</b>
Sector Defensa	Instituto Geográfico Nacional.
Ministerio del Interior	Policía Nacional del Perú.
Ministerio de Economía y Finanzas	Dirección General de Inversión Pública.
Ministerio de la Producción	IMARPE.
Ministerio de Energía y Minas.	DGAEE/DGAAM Asuntos Ambientales
Ministerio del Ambiente	DG Ordenamiento Territorial -SENACE
Ministerio de Agricultura	Dirección de Estadística Agraria
Sector Defensa	INDECI.
Ministerio de Trans /te	OG Estadística

Fuente: (Perú, 2019)- Elaboración: Autores de esta tesis.

## 2.7. Experiencia internacional

Para la realización de la presente investigación se buscaron otras tesis internacionales y nacionales afines al tema y subtemas de nuestro estudio, con el fin de analizar la información y aprender de otras experiencias de investigación hechas previamente sobre nuestras variables en otros contextos. Las tesis encontradas constituyeron un valioso aporte en los diferentes aspectos de nuestra investigación, permitiéndonos reforzar algunos conceptos e ideas. A continuación, se expone algunas de las tesis antecedentes encontradas, brindando un breve resumen de lo más importante de ellas y señalando en qué ayudaron para la investigación realizada.

### 2.7.1. Antecedentes Internacionales

#### 2.7.1.4. Antecedentes institucionales

Existen 5 países que han tenido experiencia internacional, los cuales se resumen sus principales actividades y capacidades.

#### **Chile:**

Cuenta con el Satélite SUCHAI lanzado desde la India, sin embargo, no tiene mucha documentación oficial. Se puede mencionar las principales actividades de su agencia espacial en la tabla 2.5. que a continuación se muestra:

Tabla 2. 5. Historia de Agencia Espacial Chilena

AÑO	EVENTO
1957	Primeras estaciones de apoyo terrestre instaladas en Chile como parte de la Red Minitrack.
1968	La compañía nacional de telecomunicaciones comenzó a operar su estación terrestre para teléfono y datos vía satélite.
1973	Se unió COPUOS
1980	Creación de un comité para asuntos espaciales.
1985	Acuerdo de Mataverí para el uso de la pista de Eastern Island como respaldo para los aterrizajes de emergencia de la misión polar del transbordador espacial
1995	Lanzamiento de los primeros satélites chilenos FA SAT-alfa, construidos en la Universidad de Surrey
1998	Lanzamiento exitoso de FA Sat-Bravo
2011	Lanzamiento de SSOT/FA Sat-Charlie
2015	Discusión sobre el reemplazo de SSOT

Fuente: (Chile) - Elaboración: Autores de esta tesis.

## Colombia:

2018: Satélite Facsat-1, satélite de observación terrestre de reciente lanzamiento y entrada en operación, las principales actividades de la agencia espacial colombiana se aprecian en la tabla 2.6.

Tabla 2. 6 Historia de Agencia Espacial Colombiana

AÑO	EVENTO
1971	Firma del Tratado sobre el espacio ultraterrestre.
2006	Creación del Comité Espacial Colombiano.
2007	Lanzamiento del primer nanosatélite colombiano - Libertad I.
2013	Creación del programa presidencial para el desarrollo espacial.
2014	Cancelación del Programa Presidencial para el Desarrollo del Espacio y el colombiano Satélite de Teledetección.
2014	Lanzamiento de los 2 globos de gran altitud que llevan 4 cargas científicas.
2018	Se lanza al espacio el Satélite Facsat-1; este satélite es del tipo de observación terrestre, su mayor virtud es poseer un lente de 30m por pixel de resolución. Dentro de sus funciones tiene proveer imágenes satelitales para el planeamiento del desarrollo urbano en Colombia, restitución de tierras, detección de cultivos ilícitos, atención a desastres, etc. Colombia trabaja bajo la asesoría de la compañía GOMSPACE – Dinamarca.

Fuente: (Colombia) - Elaboración: Autores de esta tesis.

## Bolivia:

Posee el satélite Túpac Katari (satélite de telecomunicaciones) y no tiene satélite de observación terrestre, sin embargo, cuenta con la Agencia Boliviana Espacial la cual tendría como proyectos futuros un convenio con la CONIDA para aprovechar las bondades del PeruSAT-1.

Cabe resaltar que sus relaciones espaciales han permitido que lancen el satélite Tupac Katari. Es un satélite de telecomunicaciones, el cual tiene como mayor aporte a Bolivia el hecho de brindar 30 canales de televisión gratuita a través de la compra de un decodificador por parte del ciudadano boliviano. El satélite fue construido por la empresa “China Great Wall Industry Corporation”

## Brasil:

Brasil es el país con mayor número de satélites, los cuales pese a la búsqueda en varias fuentes de información no se puede determinar el número exacto. El principal satélite es el que lanzó en convenio con China llamado CBERS-4, los eventos están de acuerdo con la tabla 2.7.

Tabla 2. 7. Historia de Agencia Espacial Brasileira

AÑO	EVENTO
1961	Creación del Grupo Organizador de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales. (GOCNAE)
1965	Inauguración del Centro de Lanzamiento: Barreira do Inferno (CLBI)
1971	Extinción de CNAE y establecimiento del Instituto de Investigación Espacial, hoy Instituto Nacional de Investigación Espacial (INPE); Creación del Centro del Instituto de Actividades Espaciales, en la CTA, hoy DCTA.
1987	Brasil y China firman acuerdo de cooperación para el desarrollo del Satélite de Recursos de la Tierra Chino-brasileño (CBERS).
1993	Lanzó el primer satélite brasileño, el Satélite de recopilación de datos (SCD-1) con la misión de recopilar datos ambientales.
1994	Creación de la Agencia Espacial Brasileña (AEB).
1998	Lanzamiento del satélite brasileño SCD-2.
2002	Lanzamiento de HSB (Sonido de humedad de Brasil) como parte del Satélite Aqua de la NASA.
2007	Lanzamiento del CBERS-2B
2013	Lanzamiento del CBERS-3
2014	Lanzamiento del primer nanosatélite brasileño, el NanosatC-Br1; Lanzado de CBERS-4.
2015	Lanzó el primer cubesat completamente desarrollado en Brasil, el AESP-14.

Fuente: (Brasil)- Elaboración: Autores de esta tesis.

## Argentina:

En octubre de 2018 se realizó el lanzamiento a través de la empresa SpaceX del satélite argentino SAOCOM 1A para colocarlo en órbita. En la actualidad la CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) tiene una cartera de productos satelitales tales como: Obtención de Imágenes satelitales (a través de 25 satélites los cuales tienen como característica principal existir algunos catálogos libres, otro previo registro y otros bajo licencia), productos derivados de las imágenes satelitales (Procesamiento específico de imágenes satelitales), firmas espectrales y geo servicios. En su sitio web (ver Figuras 2.13. y 2.14.)



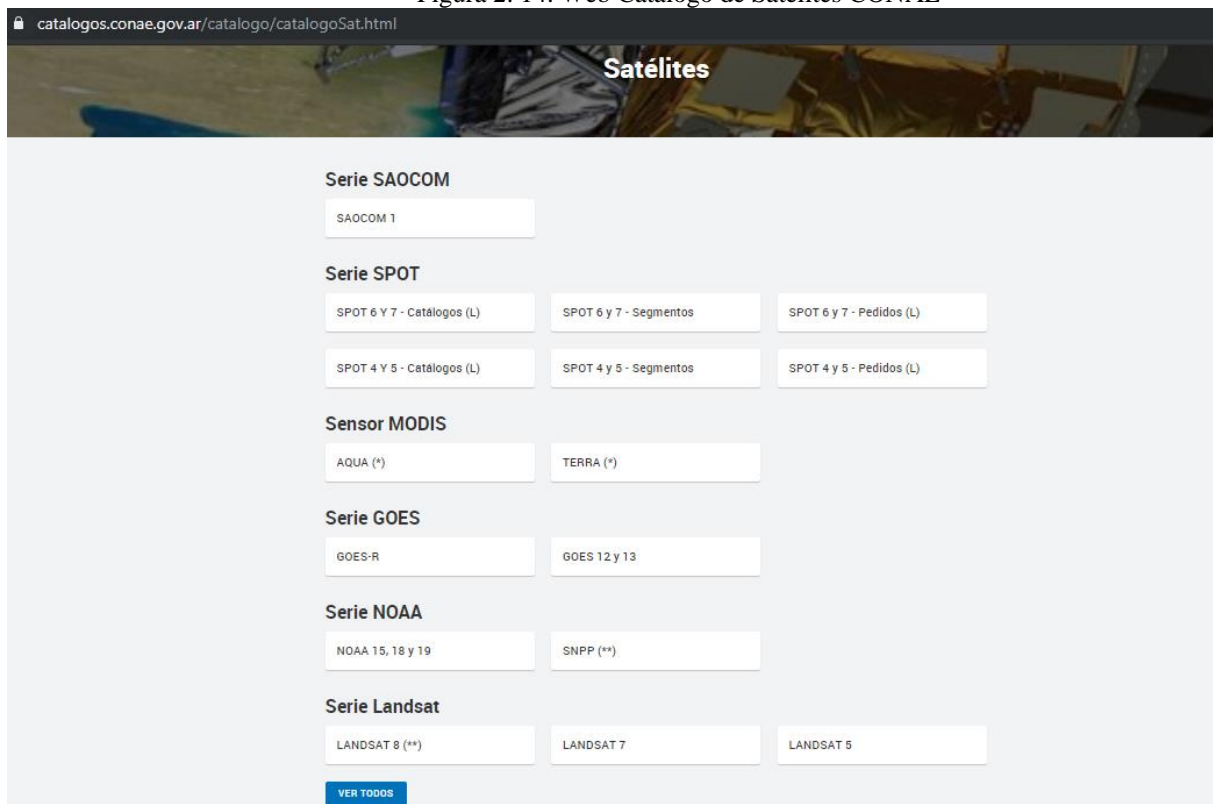
se puede apreciar la gran cantidad de servicios y producto que buscan ofrecer a sus ciudadanos, y dentro del catálogo de Satélites se puede acceder al catálogo de satélites para consulta.

Figura 2. 13. Web Portafolio Productos CONAE



Fuente: (CONAE, Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)) Captura WEB

Figura 2. 14. Web Catalogo de Satélites CONAE



Fuente: (CONAE, Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)) Captura WEB

### **2.7.1.5. Antecedentes Científicos**

Antecedente N° 1: “Desarrollo de algoritmos para la detección de objetos ópticamente camuflados utilizando cámaras hiperspectrales embarcadas”

Esta investigación antecedente permitió sustentar con mayor claridad la importancia de la capacidad de resolución submétrica del satélite PeruSAT-1, ya que las imágenes multiespectrales constituyen una información valiosa para las necesidades que tienen los ministerios del país. De esta tesis se rescata la importancia que existe en tener productos editables dependiendo de la situación, la importancia de tener productos basados en imágenes multiespectrales e hiperspectrales que permitan detectar objetos, además el empleo de algoritmos para poder obtener un producto al momento del procesamiento digital de imágenes.

Antecedente N° 2: “Clasificación de cultivos a partir de observaciones de teledetección radar. Aplicación a zonas de secano y regadío de Navarra.”

En esta tesis se puede encontrar la importancia que le dan a la Teledetección en el regadío de Navarra - España, sobre todo en el rubro de la agricultura, logrando investigar el empleo de técnicas para poder clasificar cultivos por intermedio del uso de algoritmos y procesamiento de imágenes satelitales. También señala que la sostenibilidad medioambiental es un factor permanente dentro de la gestión europea y el empleo de la teledetección, mediante el uso de procesamiento de imágenes, permite obtener información precisa y actualizada.

Antecedente N° 03: “Clasificación de Imágenes de Satélite mediante Autómatas Celulares”

En esta investigación se puede observar la diferencia que existe de utilizar algoritmos en comparación de usar un “Autómata Celular” (2do nivel de un algoritmo matemático), éste último al ser una herramienta matemática potente permite procesar y trabajar la imagen satelital, permitiendo realizar simulaciones dentro de las imágenes, sin embargo, es una nueva y compleja técnica que se está empezando a utilizar con mucho desarrollo por delante. Este estudio explica las limitaciones que presenta el uso de los algoritmos clásicos,

siendo las 03 limitaciones más importantes: Baja tasa de acierto obtenida en imágenes satelitales complejas, rigidez de los resultados y falta de personalización del proceso de clasificación.

Antecedente N° 04 “Minería informal en la cuenca alta del Ramis, impactos en el paisaje y evolución del conflicto socio ambiental”

Esta investigación tiene un aporte desde el lado medioambiental, logrando expresar cómo el uso de una herramienta tan potente como es una imagen satelital puede lograr tener información certera y precisa, en este caso particular lo utilizan para poder estudiar la explotación de oro como parte de la minería informal. La investigación explica como aprovechan las imágenes satelitales para realizar comparaciones en el tiempo y así generar valor para la toma de decisiones. Actualmente se cuenta con un satélite de observación que tiene una de las capacidades más sofisticadas en el continente tal como se apreció anteriormente, la cual permite obtener como producto una imagen pancromática de 0.7m de resolución que podría ser aprovechada para estos casos.

### **CAPÍTULO III    DIAGNÓSTICO DE LA CONIDA**

En este capítulo se desarrolla el análisis y la centralización de la información recogida en campo y su contraste con la realidad del satélite. Parte de este análisis consistió en revisar literatura existente, antecedentes, usos y aplicaciones de las imágenes satelitales, su importancia y aporte en favor del desarrollo de proyectos, realización de estudios, mediciones, búsquedas, observaciones, estimaciones, así como distinguir una clasificación primaria y un potencial portafolio de productos procesados que son obtenidos por medio de satélites artificiales que orbitan alrededor del planeta.

Luego de la exploración, observación y análisis del funcionamiento interno y externo de los entes que administran el satélite peruano PeruSAT-1 que son el Centro Nacional de Operaciones de Imágenes Satelitales – CNOIS de sede en Pucusana – Perú y que depende orgánicamente de la CONIDA, se pudo observar, comprender y distinguir los distintos procesos y etapas desde la obtención de imágenes satelitales, continuar con su procesamiento primario y posterior procesamiento de menor a mayor complejidad. Asimismo, esta investigación permite identificar los requerimientos mínimos necesarios para realizar el procesamiento de estas imágenes los cuales son capacidades de infraestructura de cómputo y de especialistas en el procesamiento de dichos productos, siendo profesionales que se hayan laborado en 2 áreas específicas: La Dirección de Geomática de la CONIDA y el Centro Nacional de Operaciones Espaciales (CNOIS).

El análisis de la literatura y estudios previos también permite contrastar los potenciales usos de las imágenes satelitales, los usos y funcionamiento de nuestro flujo de imágenes satelitales ya sea por obtención directa e indirecta del satélite peruano PeruSAT-1 identificando plenamente los avances que hasta la fecha vienen realizando tanto en CNOIS y por consiguiente en la CONIDA.

Las entrevistas a los expertos de estas instituciones así como las entrevistas a los usuarios de estas imágenes satelitales que representan a los diferentes sectores del Estado Peruano permiten identificar las necesidades, usos y sobre todo la percepción de cada parte de los involucrados, permitiéndonos establecer los puntos álgidos y cuellos de botella que hacen que el proceso de distribución de imágenes satelitales ya sea desde un procesamiento primario hasta un producto compuesto por múltiples requerimientos en su etapa de procesamiento se vuelva ineficiente como lo catalogan en ambas partes los actores de este flujo.

### **3.1. Diagnóstico interno**

En el año 1974, se promulga el Decreto Ley N° 20643, creando así la Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CONIDA), en vista que la ONU y otras organizaciones propiciaban la utilización pacífica del espacio; la CONIDA tiene como funciones más importantes el propiciar y desarrollar investigaciones y trabajos relacionados al progreso del país siempre con fines pacíficos en este campo.

Además, el Congreso de la República promulga la Ley N° 28799, Ley que Declara de Interés Nacional la Creación, Implementación y Desarrollo de un Centro Nacional de Operaciones de Imágenes Satelitales (CNOIS), teniendo por finalidad permitir un mayor acceso a la información satelital del entorno geográfico del poblador peruano con el fin de contribuir a un mayor nivel de desarrollo socioeconómico sostenido en el país.

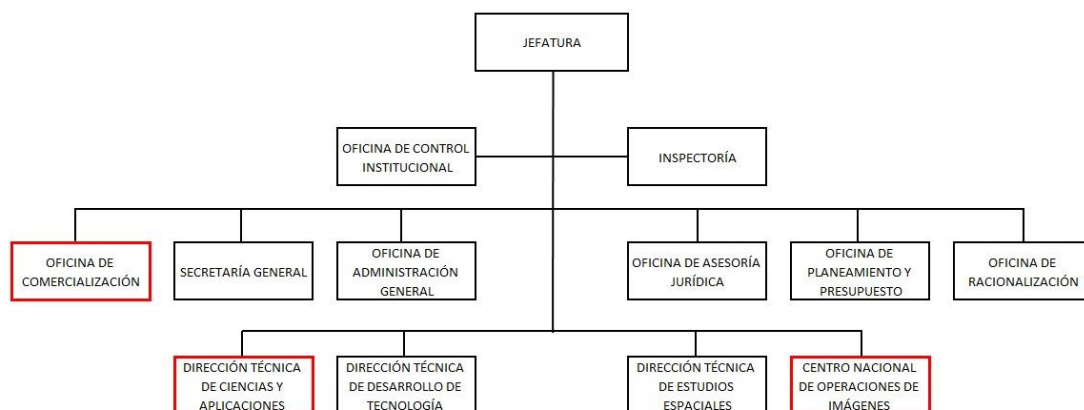
Tal como se señaló en el marco teórico la Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial - CONIDA es un organismo adscrito al Ministerio de Defensa, sin embargo, esta tiene autonomía económica, administrativa y funcional. Y como su nombre lo indica tiene competencia nacional en lo que a sus funciones se refieren. (CONIDA, 2019)

Dentro del reglamento de la institución se señala que la CONIDA tiene 10 funciones generales, de las cuales 5 están relacionadas directamente con la investigación, el desarrollo tecnológico, la cooperación en búsqueda del desarrollo económico y la aplicación científica en este objetivo.

Debido a la complejidad de la institución y las múltiples funciones que realiza, para el diagnóstico se realizó observaciones sólo en las operaciones relacionadas a lo concerniente en esta investigación. Las áreas observadas fueron la Oficina de Comercialización, la Dirección Técnica de Ciencias y Aplicaciones Espaciales y el Centro Nacional de Operaciones de Imágenes Satelitales.

Para mayor entendimiento de la institución a continuación se presenta el organigrama organizacional.

Figura 3. 1. Organigrama de la CONIDA



Fuente (CONIDA, Reglamento de Organización y Funciones, 2019) - Elaboración CONIDA

### 3.1.1. Oficina de Comercialización

Es una oficina de apoyo a la institución, la cual en la práctica permite identificar y establecer alianzas y convenios con otras instituciones para generar ingresos y beneficios para la CONIDA. (CONIDA, 2019).

Dentro de sus funciones está contemplada la comercialización de las imágenes obtenidas. Sin embargo, existe una contradicción en sus funciones pues si bien señala que debe proponer estrategias de comercialización y difusión, también deber velar por el cumplimiento de los objetivos institucionales. Los cuales evitan que la CONIDA pueda explorar alternativas de generación de recursos de manera regular pues se trata de una institución al servicio de las demás entidades públicas.

Es el área responsable de la medición de los productos entregados a los usuarios, así como habitualmente es el área de contacto directo con el usuario para atender sus necesidades y adecuarlas con los servicios y limitaciones de la institución, siendo estos últimos más factibles de comercializar pues con regularidad pueden ser ofrecidos sin contemplar la figura de competencia desleal con empresas dedicadas a este rubro.

Para el propósito de la investigación no se ha logrado obtener una expectativa o proyección de las funciones de esta oficina con fines netamente comerciales. Esto debido a que la primera intención del equipo investigador fue el explorar la

forma que la CONIDA pueda generar ingresos directamente recaudados como lo hacer por ejemplo el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Este enfoque fue descartado debido a que según el Decreto Legislativo N° 681 Normas que Regulan el Uso de Tecnologías Avanzadas en Materia de Archivo de Documentos e Información se considera oportuno, otorgar facilidades a las empresas, regular el uso de tecnologías avanzadas en materia de archivo de documentos e información tanto respecto a la elaborada en forma convencional como la producida por procedimientos informáticos en computadoras (D.L. N° 681). Por lo que se determina que el Estado Peruano tiene capacidades de infraestructura que debe administrar sin afectar el mercado bajo el concepto de competencia desleal y atendiendo al público en función de la naturaleza de la institución administradora. También es pertinente señalar que, según la directiva del 2018 emitida por Resolución Jefatural N° 0-17 JEINS/CONIDA se incide sobre cuáles son los requerimientos que se necesita y los procedimientos para la obtención de las imágenes satelitales.

En ese sentido, los requerimientos de imágenes satelitales deben ser realizados vía internet en la dirección electrónica [www.conida.gob.pe](http://www.conida.gob.pe) debiendo seguir las indicaciones detalladas en la guía del usuario que está disponible en el mismo sitio web. Excepcionalmente, para aquellas instituciones privadas y las organizaciones nacionales y extranjeras sin fines de lucro usuarias que tengan acceso limitado a internet, sus requerimientos pueden ser presentados por escrito a la sede de la CONIDA, remitiendo el formato de oficio para la solicitud de imágenes satelitales, la ficha para el requerimiento de imágenes satelitales del satélite peruano PeruSAT-1. El acceso de la constelación francesa es sólo para las entidades públicas. Al finalizar la factibilidad de los requerimientos formulados, de ser necesario la oficina de atención al cliente coordinará con los representantes, a fin de resolver las situaciones que puedan presentarse.

Culminado este análisis se evidenció la complejidad legal del registro, entrega, justificación, uso y limitación de compartir la información de imágenes satelitales con particulares por lo que se descartó el profundizar este modelo desde la CONIDA.

Sin embargo, es importante considerar la composición de esta oficina para el desarrollo futuro de la propuesta de solución, ya que será parte importante en la distribución de información para poder atender a la demanda de información satelital. Según el ROF de la Comisión esta oficina sólo está compuesta de 2 integrantes los cuales según la tabla 3.1. son:

Tabla 3. 1. Personal - Oficina de Comercialización

Nº Cargo	Nivel	Cargo Clasificador	Cargo Estructural	Total
31	-	Director de Sistema Administrativo II	Director de Comercialización	1
32	-	Especialista Administrativo III	Especialista de Marketing y Publicidad	1

Fuente (CONIDA, Reglamento de Organización y Funciones, 2019) - Elaboración: Autores de esta tesis.

### 3.1.2. Dirección Técnica de Ciencias y Aplicaciones Espaciales

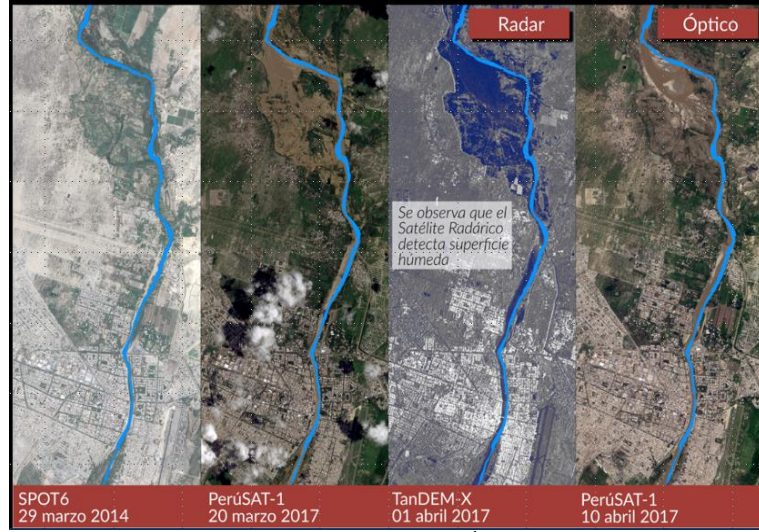
Esta dirección según el ROF de la institución es el “Órgano encargado de efectuar actividades de investigación y desarrollo en ciencias espaciales, y en las aplicaciones de la tecnología espacial”. (CONIDA, 2019).

Tal como se mencionó en el marco teórico, esta dirección es la que tiene un mayor contacto los usuarios de imágenes satelitales de los diferentes organismos estatales. La razón de esta mayor interacción es que esta dirección es la responsable de que se realicen los procesamientos de las imágenes de nivel 2 y 3 citados en el marco teórico. Y como señala el director del área generalmente los productos que se emiten desde la oficina de Geomática son pedidos únicos adecuados a la necesidad del usuario final y las expectativas de información que desea lograr.

En las figuras 3.2. 3.3. y 3.4. se puede ver algunos productos que ha logrado desarrollar la institución para determinados usuarios en base a sus necesidades y explotando las capacidades de la institución y competencias de su personal.



Figura 3. 2. Análisis de imágenes de zona de desastre -Usuario INDECI



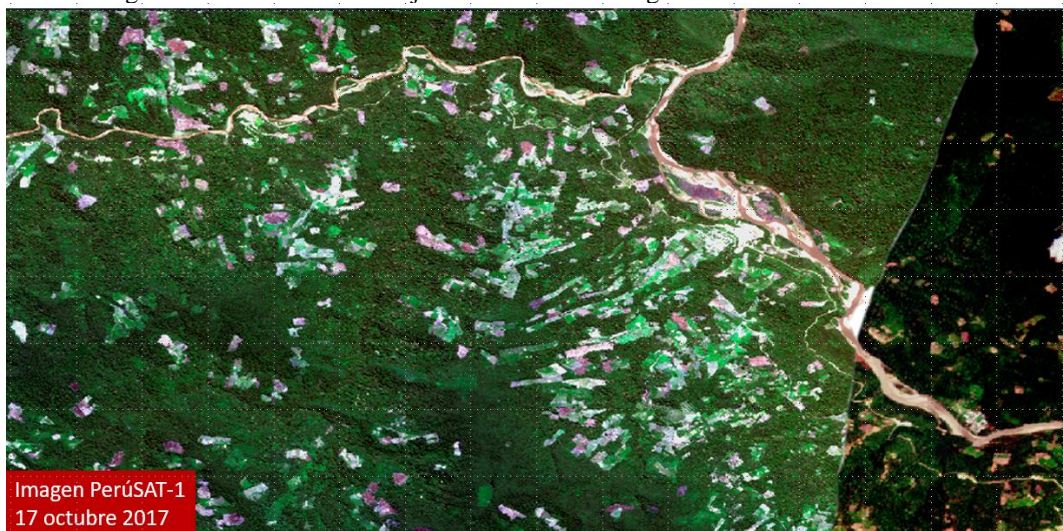
Fuente: CONIDA GEOMÁTICA

Figura 3. 3. Análisis de imágenes de zona de desastre: Usuario MINAM



Fuente: CONIDA GEOMÁTICA

Figura 3. 4. Detección de Hoja de COCA en con algoritmos: Usuario DEVIDA



Fuente: CONIDA GEOMÁTICA

Con estas imágenes se puede apreciar el potencial que tiene la masificación del uso de las imágenes satelitales en la gestión pública, sin embargo, según un análisis del director de esta área, han recibido un total de 26,300 imágenes de parte del CNOIS desde la operación de la antena de recepción, lo que indica que la cantidad de imágenes entregadas no son provenientes en su totalidad del PeruSAT-1. Lo que evidencia una demanda de imágenes mayor de lo que en la actualidad ha sido captada con el satélite PeruSAT-1.

Por otro lado, como resultado de las entrevistas y visitas realizadas a la dirección y al jefe de esta institución, es que, la capacidad humana disponible es excedida considerablemente a la demanda, debiendo postergar la entrega de trabajos solicitados con una ventana temporal de hasta 3 meses, tiempo que incluye a la captura de la imagen por parte del CNOIS.

La Dirección de Geomática cuenta con un total de 22 personas (ver Tabla 3.2.) trabajando en ella con la siguiente composición según su ROF:

Tabla 3. 2. Personal - Oficina de Geomática

Nº Cargo	Nivel	Cargo Clasificador	Cargo Estructural	Total
106	-	Director de Sistema Administrativo II	Director de GEOMATICA	1
107	-	Secretaria II	Secretaria	1
108-117		Ingeniero I	Investigador	10
118-127		Técnico I	Asistente de Investigación	10

Fuente (CONIDA, Reglamento de Organización y Funciones, 2019) - Elaboración: Autores de esta tesis. –

Con esta asignación de personal el estimado de costos mensuales solo en factor humano es de 110,500. Logrando esta estimación gracias al análisis de presupuesto analítico de personal del año 2018. Lo que representa un aproximado de 1'386,775 soles anuales en remuneraciones.

### 3.1.3. Centro Nacional de Operaciones de Imágenes Satelitales (CNOIS)

El CNOIS es la unidad de operaciones espaciales y responsable de la operación del satélite, su centro de operaciones está ubicada en la localidad de Pucusana y es la unidad responsable de mayor demanda de información, al ser generadora de la materia prima para todo análisis no solo atiente a la Dirección de Geomática sino también a aquellos usuarios que cuentan con capacidad de procesamiento geográfico. Como lo son IGN, MINAGRI, MINAM, Etc.

Es debido a este cuello de botella en la institución que a juicio de distintos entrevistados e incluso miembros de la CONIDA se percibe un flujo lento de la información satelital en la toma de decisiones gubernamental.

A diferencia de la Dirección de Geomática, la mayoría de personal asignado a su gestión son miembros militares por lo que la estimación presupuestal no es viable según la misma metodología.

Lo que sí se puede determinar es la cantidad de puestos que laboran en esta dirección en base a la cantidad personal cargo de cada departamento, con esta estimación se determina que son 21 personas que trabajan en esta dirección bajo la distribución que se detalla a continuación:

Tabla 3. 3. Personal - Oficina de CNOIS

Departamento	Total
Alta Dirección	2
Dirección de Operaciones	2
Dpto Control de Satélite	6
Dpto. Control Terrestre	6
Aseguramiento de Calidad	1
Transferencia Tecnológica	2
Proyecto y Entrenamiento	2

Fuente (CONIDA, Reglamento de Organización y Funciones, 2019) - Elaboración: Autores de esta tesis

Respecto a CNOIS por su característica de área sensible en tema de seguridad nacional no se puede hacer mayor diagnostico que confirmar que es necesario una mayor cantidad de personal en la operación de procesamiento de la información desde el nivel 0 (data de satélite) a nivel 1 que es la materia prima para que la Dirección de Geomática atienda las necesidades de los usuarios, así como el nivel de información requerida por los usuarios con perfiles más técnicos y capacitados.

### 3.1.4. Análisis presupuestal de la institución

El presupuesto de la institución al año 2018 se ha incrementado desde el año 2009 en 11.3 veces, este incremento se justifica con la adquisición del satélite y los gastos relacionados a la puesta en marcha de este. Paralelamente el presupuesto del sector defensa se ha incrementado en 54% con respecto al 2009, mientras que el presupuesto nacional se ha casi duplicado. Esta información se puede apreciar a mejor detalle en la Tabla 3.4. a continuación:

Tabla 3. 4. Comparación de Presupuesto MEF

<b>Año</b>	<b>CONIDA</b>	<b>Pliego Defensa</b>	<b>Ejecutivo</b>	<b>Nacional</b>
2009	3,192,354	5,180,268,283	48,820,697,597	79,071,443,489
2010	4,430,138	5,520,706,754	54,100,337,411	87,891,349,284
2011	6,062,681	5,575,698,463	59,439,542,937	93,309,880,818
2012	8,484,703	6,730,336,941	59,964,519,354	102,694,120,665
2013	8,305,106	7,984,990,166	68,013,556,474	115,328,606,132
2014	116,193,910	8,307,036,584	79,616,284,530	128,320,502,234
2015	331,050,498	10,090,879,846	89,097,313,261	134,775,431,882
2016	159,240,481	8,085,040,573	87,233,717,063	136,318,165,921
2017	15,274,978	8,149,317,393	96,419,347,497	149,591,969,509

Fuente (Economía, 2019) Elaboración: Autores de esta tesis

De esta información se puede observar que si bien se ha puesto énfasis en el crecimiento de las capacidades de la institución este crecimiento representa sólo el 0.05% del incremento del gasto público. Lo cual puede ser evidencia de lo poco que se está invirtiendo en recursos para el máximo aprovechamiento de la inversión en infraestructura que ha significado en este caso el PeruSAT-1.

Una evidencia de esto último es el gasto presupuestal de la institución que según tipo de gasto el cual se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 3. 5. Evolución del presupuesto girado 2009-2019 por rubro en millones soles

RUBRO DE GASTO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
6-26: ADQUISICION DE ACTIVOS NO FINANCIEROS	0.35	0.23	0.89	2.74	3.07	111.68	323.60	152.36	5.84	30.58	0.95
5-23: BIENES Y SERVICIOS	1.41	1.70	1.84	2.33	2.71	3.09	5.42	6.19	8.87	8.23	3.84
5-21: PERSONAL Y OBLIGACIONES SOCIALES	1.42	1.42	1.50	1.49	1.42	1.42	0.66	0.60	0.52	0.56	0.29
5-24: DONACIONES Y TRANSFERENCIAS	-	1.08	1.80	1.93	1.10	-	1.37	0.04	-	-	-
5-25: OTROS GASTOS	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.07	0.08
5-22: PENSIONES Y OTRAS PRESTACIONES SOCIALES	0.00	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>3.19</b>	<b>4.43</b>	<b>6.06</b>	<b>8.48</b>	<b>8.31</b>	<b>116.19</b>	<b>331.05</b>	<b>159.24</b>	<b>15.27</b>	<b>39.43</b>	<b>5.17</b>

Fuente (Economía, 2019) - Elaboración: Autores de esta tesis

En esta tabla se puede distinguir que el incremento en bienes y servicios (rubro donde se asigna la planilla CAS) y que el rubro de personal se ha incrementado en aproximadamente 6 millones desde el año 2009 y 4 millones desde el año 2014 (año de preparación para puesta en marcha del PeruSAT-1).

Esto permite concluir que el gasto e inversión en capacidad operativa de RRHH del satélite solo se incrementado aproximadamente 1% del total de la inversión de este. Lo cual a criterio de los investigadores es un desembolso muy bajo para un óptimo aprovechamiento de la inversión realizada. Lo que hace más crítico es cuando se considera el tiempo de vida del satélite.

Otro punto importante para señalar de este análisis es la migración del gasto de personal y obligaciones hacia la partida de bienes y servicios. Lo da a suponer que se trata de un traslado capacidad humana de una partida a otra, por motivos no determinados en esta investigación, pero que permiten asumir que el incremento podría deberse a mejorar de las remuneraciones del personal en lugar de un incremento de personal y capacidad técnica.

Respondiendo a esta observación se realiza una tabla de en donde se aprecia el incremento del personal CAS por parte de la institución. Para lo cual se realiza la siguiente tabla en base al documento de planeamiento del personal anual.

Tabla 3. 6. Distribución del personal y presupuesto asignado

9	2015		2016		2017		2018	
	Cant.	Ppto.	Cant-	Ppto-	Cant-	Ppto-	Cant.	Ppto-
CAS	64	No	80	No	86	4,910,000	79	5,329,000
Contratado	12	185,000	14	184,000	12	156,000	12	148,000
Nombrado	9	88,000	9	89,000	8	80,000	8	80,000
TOTAL	85	273,000	103	273,000	106	514,000	99	555,700

Fuente (CONIDA, Transparencia Económica, 2019) - Elaboración: Autores de esta tesis

Con esta información como se puede observar se da como consecuencia a la compra del PeruSAT-1, la inversión en personal se ha incrementado en proporción a la demanda de parte de las instituciones, sin embargo, esta no resulta suficiente para atender adecuadamente esta demanda.

### 3.1.5. Flujos de operación

Una de las principales limitaciones que encuentra la institución es la adecuada comunicación de cómo funciona el PeruSAT-1, cuáles son sus componentes actuales y cuáles son las capacidades de atención por parte de CNOIS y la CONIDA debido a la complejidad con la que el PeruSAT-1 opera. A continuación, en la figura 3.5. se presenta una imagen de autoría de la CONIDA para poder explicar el funcionamiento del sistema.

Figura 3. 5. Operación del sistema satelital PeruSAT-1

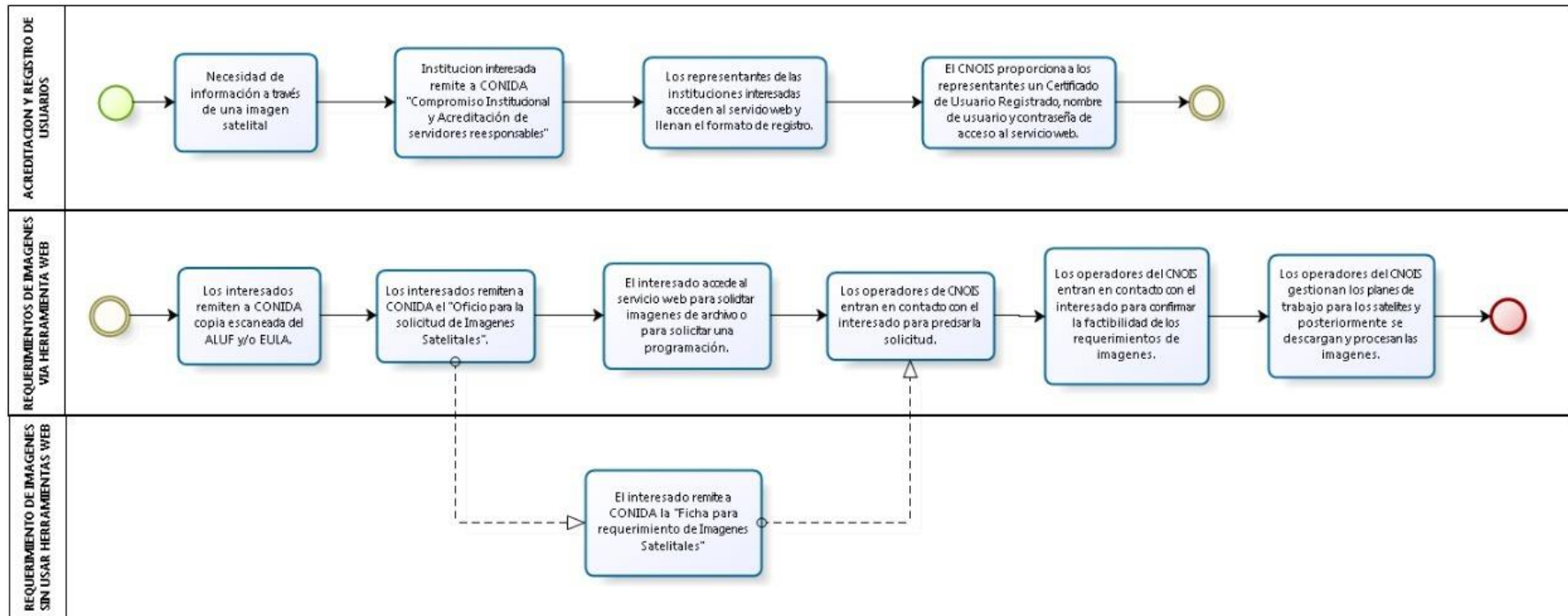


Fuente: Presentación institucional CNOIS

Así también para poder entender mejor el flujo de trabajo de la institución se adjunta 3 flujos de las interacciones del usuario con la institución para determinar los potenciales cuello de botella en la gestión.

Estos 3 flujos que se pueden apreciar en las figuras 3.6. 3.7. y 3.8. resumen la capacidad de atención de la institución en la condición actual en la que a razón del cuello de botella se genera desconfianza e insatisfacción por parte del usuario. Este es el punto que se desea optimizar en la propuesta de mejora. Así poder optimizar la atención al usuario y potenciar la función de la institución como precursora del uso de las ciencias espaciales en el país.

Figura 3. 6. Mecanismos de solicitud de imagen satelital

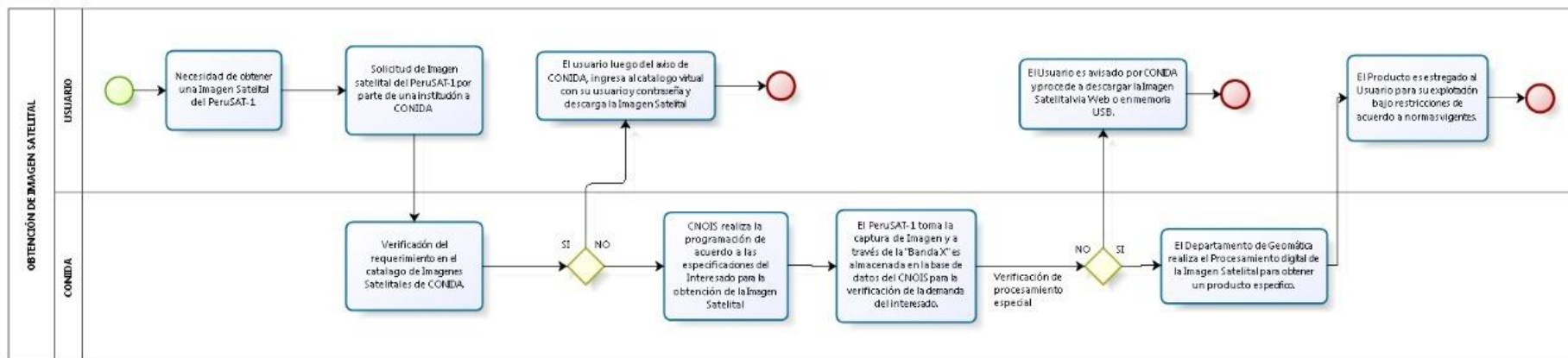


Fuente: (Eche Llenque, 2019) -Elaboración Propia

Este Flujograma representa la primera interacción del usuario con la institución, se han identificado 2 cuellos de botella que retrasan la atención: el primer cuello se da con la remisión de la carta de acreditación pues generalmente la necesidad de información suele ser más urgente que el plazo de atención a esta carta. El segundo cuello se da cuando por falta de comunicación, el usuario no tiene mayor conocimiento de qué opciones existen cuando el área solicitada no se encuentra en el catálogo de imágenes PeruSAT-1. Como, por ejemplo, el procesamiento de imágenes gratuitas más recientes o la solicitud de una imagen de la constelación. Esto genera que se deba programar la captura de escena que puede demorar en promedio 3 meses.



Figura 3. 7. Proceso de Obtención de imagen satelital vía PeruSAT-1

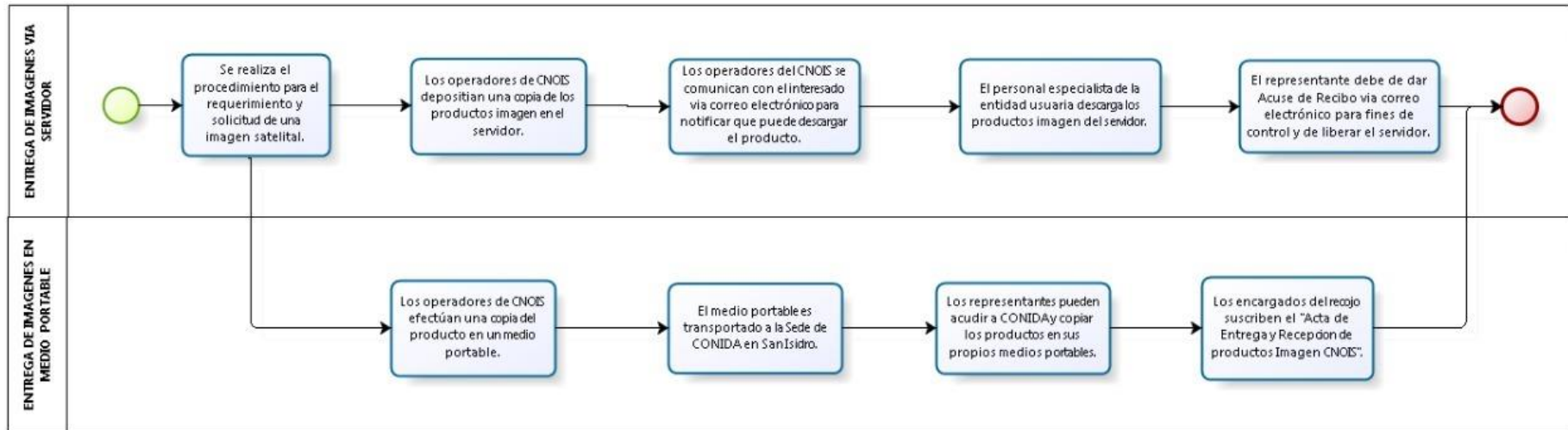


Fuente: (Eche Llenque, 2019) -Elaboración Propia

Si el usuario no encuentra en el catálogo la escena que desea y la CONIDA de manera proactiva realiza la consulta en las múltiples bases de información de acceso incluyendo la constelación de la cual es parte PeruSAT-1, puede obtener la información solicitada para su explotación por medio del procesamiento de Geomática o el flujo CNOIS – Geomática – Usuario en caso se deba tomar la escena por creerse conveniente.

En este punto se hace énfasis a la proactividad de la CONIDA en la atención, pues debido a la carga laboral muchas veces la atención al usuario no se termina de comprender ya que los términos no están estandarizados. En este punto se identificó también un cuello de botella por lo que para un buen servicio es necesaria la intermediación de la CONIDA en la búsqueda del catálogo de imágenes ya que en muchos casos la autogestión del pedido es la mejor opción para evitar tiempos de espera de atención, coordinaciones redundantes y reprocesos debido a falta de comunicación.

Figura 3. 8. Proceso de Obtención de Imagen satelital vía convenio de constelación



Fuente: (Eche Llenque, 2019) -Elaboración Propia

Este flujo de entrega es el que se desea optimizar pues genera tiempos muertos en la atención, volviendo más complejo el uso de la información satelital. El uso del correo electrónico es una herramienta muy incierta pues por las características del trabajo en la actualidad la cantidad de comunicaciones vía E-mail pone en riesgo la oportuna comunicación entre los involucrados.

El otro punto para mejorar en este flujo es la entrega de información por medios portables ya que en las conversaciones con la entidad se ha hecho énfasis en un caso puntual en el cual el medio físico tuvo que ser enviado desde Tumbes vía encomienda y remitido de la misma manera. Lo que generó incertidumbre en los miembros de la CONIDA por temor a pérdida del dispositivo o daño del mismo y pérdida de la información.

## **CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA DEMANDA**

Para el análisis de las entrevistas se desarrolló la siguiente matriz para poder hacer una posterior revisión de la información obtenida en cada una. Esta matriz se encuentra en el anexo III de la presente investigación.

Este análisis de la información se formuló por medio de la categorización de las entrevistas realizadas y el resumen de estas hasta obtener los puntos más coincidentes entre las diferentes necesidades para poder construir el sustento de la priorización de un portafolio adecuado a las necesidades actuales.

### **4.1.1. Ministerio de Economía y Finanzas**

#### **Análisis**

Luego del análisis de la entrevista sostenida con los especialistas de la Dirección de Seguimiento y Evaluación de Inversión Pública se concluye que su uso no es de alta demanda como en otros sectores, sin embargo, la principal herramienta que ha desarrollado esta institución demanda el uso de imágenes procesadas por el satélite peruano PeruSAT-1. Las imágenes conexas serían de especial utilidad debido a las características de alta resolución de las mismas, por el contrario los operadores y usuarios expresan un rechazo a su utilización debido a la percepción de complejidad, tanto en la gestión al solicitar las imágenes como en las limitaciones para su uso, perdiendo así la valiosa oportunidad de hacer controles y posteriores informes con un mejor criterio y análisis por parte de los sectoristas de riesgo, los cuales hacen un control previo sobre las inversiones públicas en cada sector. En la tabla 4.1. se muestra lo correspondiente a la demanda actual, uso actual y potencial de las imágenes satelitales obtenido de un extracto de la entrevista realizada al especialista de este sector.

#### **Demanda actual**

La actual demanda se identifica en la plataforma de GeoInvierte del MEF, ya que tienen información de gran utilidad con carácter territorial, pero esta se georreferencia por plataformas como Google Earth o ArcGis que tienen menor resolución en las áreas en que los sectoristas hacen sus respectivos controles.

### **Demanda potencial**

La potencial demanda en esta cartera se da por la necesidad de contar con imágenes con mejor resolución de las zonas que supervisan los sectoristas de riesgos, agricultura y demás cuando evalúan inversiones de carácter público.

Tabla 4. 1. Ministerio de Economía y Finanzas

N°	CÓDIGO	USO ACTUAL DE IMAGEN SATELITAL	USO DE IMÁGENES SATELITALES PROPORCIONADA POR PERUSAT-1	¿POR QUÉ SI O NO HACE USO DE LAS IMÁGENES SATELITALES DE PERUSAT-1?	USO POTENCIAL IMAGEN SATELITAL	PRODUCTOS PARA PORTAFOLIO PERUSAT-1
1	MEF	<p>“Si. En la actualidad el Ministerio de Economía y Finanzas tiene desarrollada la plataforma GeoInvierte la que permite a cualquier usuario ver la información de proyectos de inversión pública desde un enfoque zonal (geográfico), es decir tanto de la región, de la localidad y nacional también, que le permite basarse en mapas basadas en imágenes satelitales para lo cual en la actualidad hace uso de imágenes proporcionadas por <b>Google Earth, ArcGis, Google Maps</b> entre otras.”</p>	<p><b>No.</b> En la actualidad el MEF no hace uso de las imágenes satelitales obtenidas por medio del satélite peruano PeruSAT-1</p>	<p>El Director de Seguimiento y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública y la Analista de Sistemas de Información Geográfica de Proyectos de Inversión Pública respondieron: "<b>Tendríamos que gestionarlo, el trámite es extremadamente engorroso y existen muchas limitaciones para poder hacer públicas estas imágenes</b> (Vega Ventura, 2019), nosotros tenemos la capacidad técnica, muchos sectores tienen esas imágenes disponibles que nosotros usamos cuando tenemos que hacer un trabajo específico.</p> <p><b>A pesar de que tenemos la capacidad, la entidad que administra esas imágenes nos tendría que permitir los accesos de manera ágil"</b> (Vega Ventura, 2019).</p>	<p>GeoInvierte tiene como mapa base, o mapa de soporte todos los mapas de Google Maps, Google Earth, ArcGis entre otros sin embargo para nosotros contar con las imágenes de <b>PeruSat-1 sería sumamente beneficioso, sobre todo para los sectoristas de riesgos y agricultura, ellos usan especialmente GeoInvierte</b> (Vega Ventura, 2019) entonces para ellos sería de gran ayuda en cuanto a resolución debido al detalle de las imágenes de PeruSAT-1. Hace dos semanas el sectorista de riesgos nos solicitó un pantallazo de una cuenca específica, entonces nosotros les proporcionamos la imagen de Google Earth, pero si contáramos con la imagen de PeruSat-1 a ese detalle sería de gran ayuda para ellos, con mucho potencial, sin embargo, ahora sólo le podemos dar esa imagen y agregar por ejemplo nuestras capas de río y hasta allí podemos llegar.</p>	<p>Imágenes satelitales procesadas basadas en su capacidad pancromática de alta resolución disponible para la aplicación en la plataforma GeoInvierte</p>

#### **4.1.2. Ministerio del Ambiente**

##### **Análisis**

El Ministerio del Ambiente fue identificado desde un principio como uno de los principales usuarios en la utilización de imágenes satelitales, por ello participó activamente en el estudio de inversión de la compra del PeruSAT-1. Consideran importante que después de realizar una importante inversión para la compra del satélite, lo mínimo que puede ofrecer esta herramienta tecnológica es proveer de información en oportunidad a sus principales usuarios, sin embargo, son conscientes de las limitaciones que tiene la CONIDA para lograr este cometido.

Las imágenes satelitales ofrecen ventajas como el hacer varios análisis con una imagen y obtener información que no se aprecia visualmente. (Ancira-Sánchez, 2015). En la tabla 4.2. se muestra lo correspondiente a la demanda actual, uso actual y potencial de las imágenes satelitales obtenido de un extracto de la entrevista realizada al especialista de este sector.

##### **Demanda actual**

El uso de las imágenes comprende múltiples acciones y líneas de trabajo en la medición de la gestión ambiental en el Perú, la cual se ha visto fortalecido por el compromiso mundial en relación con el cuidado del medio ambiente. Para este Ministerio la contribución del satélite PeruSAT-1 se encuentra inmersa en la misión de la institución, por ello considera una gran oportunidad potenciar la distribución de imágenes satelitales.

##### **Demanda potencial**

Hoy en día existe un déficit en la distribución de imágenes que ocasiona que se recurra a imágenes de otros satélites generalmente a cero costos, ya que se tiene convenios de intercambio con otros países a raíz de la compra de PeruSAT-1.

Existen temas relacionado al cambio climático, en diversidad biológica, en ordenamiento territorial, economía y calidad ambientales, los cuales requieren de aprovisionamiento de información de manera oportuna, sin embargo, son conscientes que el PeruSAT-1 no atenderá todas las demandas que requiere el ministerio, pero si se puede complementar con otras herramientas tecnológicas.

Tabla 4. 2. Ministerio del Ambiente

N°	CÓDIGO	USO ACTUAL DE IMAGEN SATELITAL	USO DE IMÁGENES SATELITALES PROPORCIONADA POR PERUSAT-1	¿POR QUÉ SI O NO HACE USO DE LAS IMÁGENES SATELITALES DE PERUSAT-1?	USO POTENCIAL IMAGEN SATELITAL	PRODUCTOS PARA PORTAFOLIO PERUSAT-1
2	MINAM	<p>Si. En la actualidad el Ministerio del Ambiente hace uso de imágenes satelitales, el Perú es lo referido a los cambios de la tierra, la deforestación en la Amazonía, en nuestro país y en otros países de la región es el uso de la tierra el principal factor generador de emisiones, por ello resulta importante la medición de la deforestación, y son las imágenes satelitales que nos permiten calcular periódicamente los balances.</p> <p>En el caso de la lucha contra la desertificación y los compromisos para la neutralidad de la Tierra se debe medir la resiliencia de los ecosistemas y cuál es el estado en el tiempo de estas, para ello las imágenes satelitales son un elemento importante para observar las condiciones físicas de la superficie, de la tierra uno puede extraer algunos indicadores útiles para realizar la evaluación." (Llactayo León, 2019)</p>	<p>Hace uso de algunas imágenes satelitales proporcionadas por CNOIS dependiendo de la emergencia, pero principalmente hace uso de las imágenes satelitales que están disponibles por satélites como Sentinel, Lantsad, NOAA entre otras</p>	<p>"Existe un problema para disponer de las imágenes satelitales, ya que sólo hay un funcionario del ministerio que es el punto focal para la solicitud de las imágenes. Esta persona es el encargado de reunir los pedidos de todas las dependencias y hacer la solicitud a la CONIDA, la cual entra en una cola de pedidos junto con las de otras instituciones, aquí nos damos cuenta que no hay un sistema ágil y porque he sido parte del equipo de trabajo para la adquisición del satélite sé que el proveedor Airbus nos dijo que no estaba considerado el sistema de distribución, como digo, no es como que cualquiera de nosotros ahorita por agarrar su computador y descargar una imagen. La política de EE. UU. de dar apertura completa de la información, al sector público y privado, impacta en el crecimiento económico positivo 1.5% en el PBI de un país. Con esto se tendría un insumo para que los privados inviertan más en el país y genere mayor desarrollo" (Llactayo León, 2019)</p>	<p>“Como te mencioné en un principio el común denominador de todo esto es que podamos tener el aprovisionamiento oportuno de la información, ahora como las imágenes satelitales usan una alta resolución, estamos hablando de 0,7 metros en su nivel pancromático y casi 2 metros o un poco más de su nivel multiespectral, esta información importante permite cuantificar de manera más precisa, a comparación de otros sistemas satelitales que son gratuitos, los diferentes elementos o factores que se dan en el territorio” (Llactayo León, 2019)</p>	<p>Imágenes satelitales procesadas basadas en su capacidad pancromática de alta resolución para seguimiento de deforestaciones e imágenes multiespectrales para hacer seguimientos del impacto al medio ambiente</p>

### **4.1.3. Ministerio del Interior**

#### **Análisis**

Las imágenes satelitales para la Policía Nacional del Perú sirven como fuerte primaria de información, ya que es una prueba física de un delito.

Es necesario la creación de algoritmos específicos para cada delito o para cada rubro específico, es decir, si queremos obtener información sobre el narcotráfico, necesitamos algoritmos específicos que indiquen los lugares donde existe plantaciones de hojas de coca en todos sus niveles de crecimiento y además, necesitamos algoritmos que indiquen figuras específicas de larga longitud para poder detectar las pistas de aterrizaje (sobre todo en la selva).

Es necesario capacitar mayor cantidad de efectivos de la Policía Nacional, ya que la demanda es demasiado grande y muchas veces las imágenes que existen en el catálogo de imágenes no son entregados correctamente procesadas en oportunidad por la CONIDA debido a otras solicitudes con carácter de urgencia que debe atender con prioridad, si hubiera personal policial capacitado en el procesamiento digital de imágenes podríamos atender la demanda, obviamente con el Hardware y Software adecuado. En la tabla 4.3. se muestra lo correspondiente a la demanda actual, uso actual y potencial de las imágenes satelitales obtenido de un extracto de la entrevista realizada al especialista de este sector.

#### **Demanda actual**

Actualmente el Ministerio del Interior, específicamente en la Policía Nacional del Perú existe una demanda baja de los productos del satélite PeruSAT-1, lo utilizan para realizar estudios de Inteligencia y Contrainteligencia mayormente en delitos tales como el narcotráfico, minería ilegal, contrabando, usurpación de territorio, entre otros. Además, el mayor uso actualmente es para temas de combate contra la subversión, mediante imágenes satelitales específicas se puede hacer el planeamiento adecuado para una operación en el VRAEM, en la cual participa el Ministerio del Interior con la Policía Nacional del Perú y también participa el Ministerio de Defensa por intermedio del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.



## **Demanda potencial**

La demanda potencial en el Ministerio del Interior, particularmente en la Policía Nacional del Perú es la siguiente:

Imágenes satelitales pancromáticas específicas de todo el sector del VRAEM para poder ser comparadas con imágenes similares, pero en épocas pasadas, con la finalidad de tener identificado los cambios a raíz de desastres naturales, crecimiento de vegetación, etc.

Huellas espectrales de cada nivel de crecimiento de la hoja de coca para su ubicación.

Imágenes satelitales de las fronteras, con un procesamiento digital especial para poder ubicar nuevas vías y carrozables, las cuales no están dentro la verificación policial.

.

Tabla 4. 3. Ministerio del Interior

N°	CÓDIGO	USO ACTUAL DE IMAGEN SATELITAL	USO DE IMÁGENES SATELITALES PROPORCIONADA POR PERUSAT-1	¿POR QUÉ SI O NO HACE USO DE LAS IMÁGENES SATELITALES DE PERUSAT-1?	USO POTENCIAL IMAGEN SATELITAL	PRODUCTOS PARA PORTAFOLIO PERUSAT-1
3	MINTER	<p>"Si. El uso de imágenes satelitales permite constatar ilícitos de diversa índole y, en especial a lo concerniente a la lucha contra el narcotráfico tal como lo fue en la identificación de cultivos ilícitos en la provincia de Sandía en Puno" (Carcelén López, 2019)</p> <p>"</p>	<p>"Podemos usar imágenes satelitales del PeruSAT-1 o los que estén a disposición dependiendo de la importancia relevante de la investigación" (Carcelén López, 2019).</p>	<p>"La principal limitante es de carácter burocrático, es por ello que para acceder a ese nivel de información necesariamente tiene que tratarse de una investigación de carácter prioritario, luego existen limitaciones como que para seguir con la investigación el Ministerio Público cita a los especialistas de la CONIDA quienes no están muy de acuerdo en asistir a los citatorios." (Carcelén López, 2019)</p>	<p>Es de un uso potencial muy relevante sobre todo para las investigaciones y como aporte probatorio siempre que su acceso sea ágil. (Carcelén López, 2019)</p>	<p>Imágenes satelitales procesadas basadas en su capacidad pancromática de alta resolución para seguimiento de actividades ilícitas como minería ilegal e imágenes multiespectrales para hacer seguimiento de plantaciones ilegales como la coca, contando con la firma espectral correspondiente.</p>

#### **4.1.4. Ministerio de Trabajo**

##### **Análisis**

La entrevista con este sector nos permite identificar el evidente desconocimiento de parte de algunos sectores de la existencia del satélite peruano PeruSAT-1, así como de sus usos. Esto resulta de cierto modo razonable tratándose de este sector debido a que sus funciones y necesidades no requieren necesariamente el uso de información basada en imágenes satelitales y probablemente una referenciación geográfica básica como la que podría proporcionar el IGN les sería suficiente. En la tabla 4.4. se muestra lo correspondiente a la demanda actual, uso actual y potencial de las imágenes satelitales obtenido de un extracto de la entrevista realizada al especialista de este sector.

##### **Demanda actual**

En la actualidad no identifican una demanda actual que sea satisfecha por el satélite peruano PeruSAT-1 y/o los satélites conexos, sin embargo, de las inquietudes de los entrevistados podemos identificar una demanda de imágenes en tiempo real sobre todo en zonas al interior del país en eventuales conflictos o en zonas donde presumiblemente se puedan estar perpetrando actos que agredan la libertad o transgredan las condiciones laborales.

##### **Demanda potencial**

Como se mencionó en la entrevista su potencial demanda de imágenes no necesariamente podría ser satisfecha por satélites de observación que orbiten el planeta, sino probablemente por satélites o equipos de captura de imágenes con otras características muy distintas a las ofrecidas por el satélite peruano PeruSAT-1.

Tabla 4. 4. Ministerio de Trabajo

N°	CÓDIGO	USO ACTUAL DE IMAGEN SATELITAL	USO DE IMÁGENES SATELITALES PROPORCIONADA POR PERUSAT-1	¿POR QUÉ SI O NO HACE USO DE LAS IMÁGENES SATELITALES DE PERUSAT-1?	USO POTENCIAL IMAGEN SATELITAL	PRODUCTOS PARA PORTAFOLIO PERUSAT-1
4	MINTRA	“No. Según los registros y la entrevista a los especialistas, el Ministerio de Trabajo no interactúa ni hace uso de imágenes satelitales” (Honores Coronado)	“No hacen uso de imágenes satelitales proporcionadas por la CONIDA ni por medios directos.” (Honores Coronado)	<b>“Porque no han tenido la necesidad de analizar imágenes satelitales según las necesidades del ministerio”</b> (Honores Coronado)	De la lluvia de ideas de los entrevistados sugirieron que podrían darle una utilidad orientada a la fiscalización e inspección laboral, así como al cumplimiento de las condiciones laborales (Honores Coronado)	Imágenes satelitales procesadas basadas en su capacidad pancromática de alta resolución para seguimiento de actividades de control e inspección. (Honores Coronado)

#### **4.1.5. Ministerio de la Producción – IMARPE**

##### **Análisis**

Luego de concluida y analizada la entrevista sostenida con el especialista designado por el IMARPE, identificamos que dicho especialista no hace uso recurrente de las imágenes satelitales disponibles por el catálogo a disposición de la CONIDA, esto principalmente porque las bandas del satélite peruano PeruSAT-1 no responden a las necesidades de la investigación que normalmente realiza esta institución. IMARPE hace uso de las imágenes satelitales que están disponibles en tiempo real y que obtiene desde su estación de descarga, sin embargo, el especialista identifica y reconoce las características y capacidades de las imágenes satelitales del PeruSAT-1. La banda pancromática le permite contrastar y hacer análisis visual en puntos específicos y las bandas multiespectrales les permiten la detección de las macroalgas que se forman en zonas de la costa. En la tabla 4.5. se muestra lo correspondiente a la demanda actual, uso actual y potencial de las imágenes satelitales obtenido de un extracto de la entrevista realizada al especialista de este sector.

##### **Demanda actual**

El principal uso de imágenes satelitales procesadas está dirigidas a las vertientes marinas, como por ejemplo el Lago Titicaca o las costas donde les es posible identificar, gracias a la resolución, piscigranjas y biomasas en las costas del mar peruano.

##### **Demanda potencial**

La demanda potencial está relacionada con todas las vertientes hídricas que el territorio peruano tiene.

Tabla 4. 5. Ministerio de la Producción – Instituto del Mar Peruano

N°	CÓDIGO	USO ACTUAL DE IMAGEN SATELITAL	USO DE IMÁGENES SATELITALES PROPORCIONADA POR PERUSAT-1	¿POR QUÉ SI O NO HACE USO DE LAS IMÁGENES SATELITALES DE PERUSAT-1?	USO POTENCIAL IMAGEN SATELITAL	PRODUCTOS PARA PORTAFOLIO PERUSAT-1
5	PRODUCE	<p>“Si. Principalmente en información obtenida de satélites meteorológicos que son la NOAA y la NASA, la información que nosotros obtenemos son a través de dos fuentes, una por medio de su antena propia receptora de imágenes satelitales y también la información obtenida de Internet.” (Rojas, 2019)</p>	<p>“Si. Solicitan productos puntuales: “El último trabajo fue en el Lago Titicaca, ahí hay concesiones para el cultivo de la trucha, es decir ahí hay jaulas, entonces, las imágenes pancromáticas que son de muy buena resolución, y pueden identificar fácilmente esas jaulas, entonces lo que hemos hecho con el Laboratorio Continental de Puno del IMARPE es descargar toda la información de imágenes que cubran todo el lago en la parte peruana por un periodo de 2 años e identificar todas las jaulas y podemos cotejar con las jaulas que tiene PRODUCE identificadas versus lo que realmente hay en ese campo, al margen de corrientes, si se han movido por corrientes, pero no se mueven mucho, entonces si aparecen puntos, podemos determinar si hay más o menos actividad, y se puede hacer trabajos de ese tipo, por ello digo que en el tema de identificación es muy bueno.” (Rojas, 2019)</p>	<p>“El principal investigador de IMARPE manifestó: "Creemos que el PeruSAT-1 fue diseñado con otros tipos de objetivos, su objetivo principal no fue el estudio del océano, nuestro satélite es ideal por ejemplo para la demarcación territorial, límites, catastro, inventario de bosques, permite identificar, a pesar de su temporalidad muy corta (26 días), permite detectar cambios, para ciertas aplicaciones son muy buenas, pero para el caso de IMARPE resulta muy limitadas, los satélites NOAAS o los MODIS por ejemplo tienen 36 bandas, entonces los BIRDS y toda la generación de satélites pasan de las 10 a 13 bandas, en cambio PeruSAT-1 sólo tiene 5 bandas, y entre ellas, en el campo infrarrojo y térmico no tiene mucha capacidad, donde por ejemplo en el campo temperatura superficial no se puede obtener y no nos permitiría hacer estudios como se podría hacer con el satélite de la NOA o de la NASA, habrían que hacer otros procesos y actividades”.. (Rojas, 2019)</p>	<p>“Las capacidades pancromáticas que tienen una óptima resolución permiten aprovechar y contrastar imágenes temporales.” (Rojas, 2019)</p>	<p>“Imágenes satelitales procesadas basadas en su capacidad pancromática de alta resolución para seguimiento de actividades de control e inspección.” (Rojas, 2019)</p>

#### **4.1.6. Instituto Nacional de Defensa Civil**

##### **Análisis**

Las imágenes satelitales para INDECI son de suma importancia para la prevención, reacción y preparación ante desastres naturales de todas las índoles.

Actualmente la demanda es solucionada en el COEN mediante el módulo de la institución en el Puesto de Comando, ya que la gestión de riesgo de desastres tiene carácter de Urgente dentro de las prioridades de soluciones y entrega de la CONIDA.

Es necesario capacitar mayor cantidad de colaboradores dentro de INDECI, ya que la demanda es demasiado grande en momentos específicos en vista que el Perú es un país con gran diversidad de desastres naturales. En la tabla 4.6. se muestra lo correspondiente a la demanda actual, uso actual y potencial de las imágenes satelitales obtenido de un extracto de la entrevista realizada al especialista de este sector.

##### **Actual demanda**

Actualmente en el Ministerio de Defensa, específicamente en el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) existe una demanda muy elevada de los productos del satélite PeruSAT-1, lo utilizan para realizar los estudios de prevención de riesgo de desastres, sirve como información en tiempo real para poder realizar el planeamiento de la gestión de riesgos de desastres. En INDECI se realiza trabajo reactivo, es decir, la prevención está a cargo del CENEPRED, INDECI está a cargo de la preparación, respuesta y rehabilitación cuando ya sucede el desastre natural.

Actualmente, el mayor uso actualmente es para temas de análisis de desastres naturales, un ejemplo claro fue la erupción del volcán Ubinas en la cual, por intermedio del Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN) en la que existe un módulo de la CONIDA brindando su apoyo mediante sus productos específicos, se pudo lograr la gestión adecuada de la erupción del volcán, logrando hacer un trabajo conjunto con SENAMHI y la CONIDA para poder contrastar y sobreponer imágenes satelitales logrando obtener información importante para la evacuación de las poblaciones afectadas y demás.

Figura 4. 1. Fotografía satelital Volcán Ubinas



Fuente: CONIDA – Usuario Defensa Civil

### **Demanda potencial**

La demanda potencial en INDECI es la siguiente:

- Disponibilidad de imágenes satelitales las 24hrs, ante futuros desastres naturales.
- Imágenes satelitales de las riveras de ríos, trabajadas a nivel nacional para poder ubicar puntos clave donde existirían desbordes.
- Imágenes satelitales de poblaciones afectadas a lo largo del tiempo por desastres naturales para poder realizar el seguimiento de estas.



Tabla 4. 6. Instituto Nacional de Defensa de Civil

N°	CÓDIGO	USO ACTUAL DE IMAGEN SATELITAL	USO DE IMÁGENES SATELITALES PROPORCIONADA POR PERUSAT-1	¿POR QUÉ SI O NO HACE USO DE LAS IMÁGENES SATELITALES DE PERUSAT-1?	USO POTENCIAL IMAGEN SATELITAL	PRODUCTOS PARA PORTAFOLIO PERUSAT-1
6	INDECI	<p>“Si, las imágenes satelitales son fundamentales, pero sobre todo en la etapa de prevención y análisis.” (Chávez Cresta, 2019)</p>	<p>“... Por ejemplo, el satélite te puede referir a cuáles son los puntos críticos, por ejemplo, en el Río Rímac, donde no hay protección, ciudades, donde hay desniveles, el mapeo que hace el satélite para determinar cuáles son los trabajos de prevención, INDECI responde ante la emergencia.</p> <p>El satélite me ayuda a estimar 53 puntos críticos, por donde se puede desbordar el río, o si el río está por encima de la ciudad y si hay un muro de contención para sostener el agua, otro claro ejemplo es que también nos puede dar el relieve de Tamborapa, en la carretera central, en la cual se puede desbordar las aguas, es todo un trabajo que nos puede brindar el satélite.</p> <p>Otro ejemplo para el caso de Ubina, Huayopata cuando la gente estaba asustadísima porque se había desprendido la cuarta parte de un cerro, había desbordado un río y destruido un puente, había cercenado la carretera, entonces yo pedí fotos satelitales de PeruSAT-1 para saber la gravedad del asunto.” (Chávez Cresta, 2019)</p>	<p>“El Jefe del Instituto Nacional de Defensa Civil nos manifestó: "...no sólo me apoyo en el PeruSAT-1, sino en el Galileo, en el GOES, yo me apoyo en varios satélites que existen en el mundo, para poder recaudar la información para actuar frente a la emergencia equipal, si yo no tengo la información de lo que está pasando, no puedo desplegar los medios, no puedo saber que llevar, no puedo saber qué cosa es lo que voy a hacer" (Chávez Cresta, 2019)</p>	<p>“Las capacidades pancromáticas que tienen una óptima resolución permiten aprovechar y contrastar imágenes temporales, en este caso, para fines de prevención como es el caso del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED tiene altas capacidades, sobre todo para estudios de prevención en regiones y zonas de exposición de riesgo basándose en un análisis visual.” (Chávez Cresta, 2019)</p>	<p>“Imágenes satelitales procesadas basadas en su capacidad pancromática de alta resolución para seguimiento de actividades de control e inspección.” (Chávez Cresta, 2019)</p>

#### **4.1.7. Ministerio de Transportes y Comunicaciones**

##### **Análisis**

Las imágenes satelitales en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones sirven como fuente primaria de planeamiento, sobre todo en el interior del país donde resulta cada vez más importante integrar a las ciudades a través de la construcción de carreteras y/o puentes. En la tabla 4.7. se muestra lo correspondiente a la demanda actual, uso actual y potencial de las imágenes satelitales obtenido de un extracto de la entrevista realizada al especialista de este sector.

##### **Demanda Actual**

Actualmente en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones existe una demanda media de los productos del satélite PeruSAT-1, ya que lo utilizan para realizar estudios de planeamiento de vías terrestres (puentes, carreteras, calles, modificación de infraestructura vial, etc.) y fluviales (ríos y canales).

##### **Demanda potencial**

La demanda potencial en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones es la siguiente:

Imágenes satelitales para poder planificar la ubicación de antenas de comunicaciones, repetidoras, transmisoras de tal forma pueda distribuirse de manera adecuada las bandas de frecuencias y no haya interferencias, siendo exactos con las distancias.

Imágenes satelitales para poder comparar la transpirabilidad de las vías más importantes en el tiempo, en vista que la afluencia de vehículos va en aumento y las vías se van deteriorando.

Tabla 4. 7. Ministerio de Transportes y Comunicaciones

N°	CÓDIGO	USO ACTUAL DE IMAGEN SATELITAL	USO DE IMÁGENES SATELITALES PROPORCIONADA POR PERUSAT-1	¿POR QUÉ SI O NO HACE USO DE LAS IMÁGENES SATELITALES DE PERUSAT-1?	USO POTENCIAL IMAGEN SATELITAL	PRODUCTOS PARA PORTAFOLIO PERUSAT-1
7	MTC	<p>“Si. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones de acuerdo a sus objetivos y responsabilidades, hace uso de imágenes satelitales del territorio nacional para la evaluación y ejecución de proyectos.” (Esponda, 2019)</p>	<p>“Para el caso de los proyectos de inversión en infraestructura de transporte acuático, las imágenes satelitales del satélite peruano PeruSAT-1 han permitido definir la configuración geomorfológica transversal y longitudinal del cauce de los ríos donde la población demanda la construcción de embarcaderos fluviales basado en criterios técnicos, sociales y económicos, todo esto como parte de las solicitudes por parte de distintas comunidades nativas asentadas en las cuencas de los ríos Amazonas, Huallaga, Marañón y Ucayali. En tal sentido las imágenes recibidas han contribuido con la evaluación para la selección de ubicación de dichos embarcaderos fluviales.” (Esponda, 2019)</p>	<p>“En la actualidad el Ministerio de Transportes y Comunicaciones hace uso de imágenes satélites para estudios específicos y realiza el encargo a la CONIDA / CNOIS” (Esponda, 2019)</p>	<p>“Debido a que las imágenes satelitales PeruSAT-1 brindan una resolución espacial submétrica, nos permitirá realizar una clasificación o discriminación de elementos con mayor precisión y a su vez realizar mediciones tanto de aeródromos acuáticos, puertos, embarcaderos, estructuras de protección costera, Etc. Todo ello facilita el control y fiscalización del sistema de transporte a nivel nacional.” (Esponda, 2019)</p>	<p>“Imágenes satelitales procesadas basadas en su capacidad pancromática de alta resolución para seguimiento de actividades de control e inspección.” (Esponda, 2019)</p>

#### **4.1.8. Instituto Geográfico Nacional**

##### **Análisis**

El IGN es la institución con mayor capacidad de análisis de la información satelital. Prueba de ello es que ya ha desarrollado el catastro rural de 5 regiones, las cuales ya cuentan con información cartográfica ideal para realizar su planeamiento territorial.

Las imágenes satelitales son hoy en día primordiales para la generación de cartografía. En especial Desde la perspectiva de la gestión del riesgo sísmico, lo que interesa es poder disponer de información intraurbana, confiable y actualizada. (Zavala, 2002). En la tabla 4.8. se muestra lo correspondiente a la demanda actual, uso actual y potencial de las imágenes satelitales obtenido de un extracto de la entrevista realizada al especialista de este sector.

##### **Demanda actual**

Salvo para el registro cartográfico de zonas de frontera o accidentes geográficos puntuales la necesidad de la resolución de 14 x 14 km es muy puntual. Siendo su mayor demanda imágenes SPOT 6 para poder realizar una mejor cobertura territorial.

##### **Demanda potencial**

No hay mucha información sobre la potencial demanda del PeruSAT-1 para usos civiles, pero por secreto de seguridad se reservan de indicar los usos de la información en temas de defensa y seguridad nacional.

Es conveniente para la institución que el Perú siga siendo parte del “club” de países con satélite territorial propio, pues les permite acceder rápidamente a los bancos de imágenes de la constelación y países con quienes se tiene convenios

Otro punto importante es que el Perú requiere una cartografía nacional a escala 1/25000, lo que corresponde a un promedio de 7,204 hojas cartográficas de las cuales no se cuenta con más del 11%. (Baldovino Fernandini, 2016)

Tabla 4. 8. Instituto Geográfico Nacional

N°	CÓDIGO	USO ACTUAL DE IMAGEN SATELITAL	USO DE IMÁGENES SATELITALES PROPORCIONADA POR PERUSAT-1	¿POR QUÉ SI O NO HACE USO DE LAS IMÁGENES SATELITALES DE PERUSAT-1?	USO POTENCIAL IMAGEN SATELITAL	PRODUCTOS PARA PORTAFOLIO PERUSAT-1
8	IGN	<p>“Si. El Instituto Geográfico Nacional como ente rector de la cartografía del país requiere herramientas tecnológicas para cumplir con su encargo para ello hace uso de múltiples imágenes satelitales.” (Chire Chira, 2019)</p>	<p>“En la elaboración de la Cartografía Nacional entonces si se requiere hacer cartografía del 1 / 10,000 de escala, que básicamente es de las fronteras, es ideal utilizar PeruSAT-1.” (Chire Chira, 2019)</p>	<p>“El IGN no sólo hace uso de las imágenes de PeruSAT-1 sino además del uso de drones y vuelos para tomas específicas, José Chire Chira en su calidad de Jefe de Fotogrametría del Instituto Geográfico Nacional, opina al respecto: "Nosotros trabajamos en principio con imágenes estereoscópica y los 3 satélites ópticos por sus capacidades estereoscópicas, PLEIADES, SPOT 6, TerraSAR-X” (Chire Chira, 2019)</p>	<p>“Para los fines del IGN, el cumplimiento de estas características es suficientes para sus funciones y objetivos.” (Chire Chira, 2019)</p>	<p>“Imágenes satelitales procesadas basadas en su capacidad pancromática de alta resolución con una escala de 1 / 10,000” (Chire Chira, 2019)</p>

#### **4.1.9. Ministerio de Agricultura**

##### **Análisis**

Identificamos que este ministerio es uno de los rubros con mayor uso de las imágenes satelitales, llegando a tener autonomía en la realización de convenios y generación de conocimiento, como lo son la obtención del algoritmo de la papa y el arroz, es el ministerio con mayor capacidad de impacto en la economía del país gracias al uso de las imágenes satelitales.

Un uso interesante es además de conocer el cultivo el poder determinar el estadio o etapa del proceso en el que se encuentra, estas etapas son cuatro: La plantación, el cultivo-abono, el riego y la cosecha. Los cuales pueden identificarse mediante el uso de imágenes satelitales, además de otros usos (Baca Berrío, 2013). En la tabla 4.9. se muestra lo correspondiente a la demanda actual, uso actual y potencial de las imágenes satelitales obtenido de un extracto de la entrevista realizada al especialista de este sector.

##### **Demanda actual**

La generación de información es en base a SPOT 6 y Pléiades, sin embargo, se mantienen a la espera de la publicación del mosaico por parte del CNOIS proyectado para finales del 2019

##### **Demanda potencial**

Gracias al espectrómetro con el que cuentan pueden generar la firma espectral de varios cultivos, sin embargo, para un mejor procesamiento de la información se requerirá de CNOIS que cuenta con equipos más modernos y sofisticados.

Tabla 4. 9. Ministerio de Agricultura

N°	CÓDIGO	USO ACTUAL DE IMAGEN SATELITAL	USO DE IMÁGENES SATELITALES PROPORCIONADA POR PERUSAT-1	¿POR QUÉ SI O NO HACE USO DE LAS IMÁGENES SATELITALES DE PERUSAT-1?	USO POTENCIAL IMAGEN SATELITAL	PRODUCTOS PARA PORTAFOLIO PERUSAT-1
9	MINAGRI	<p>“Si. En la Dirección de Estadística se encuentra esta área que es de Cartografía, usando múltiples imágenes satelitales.” (Rosas Quispe, 2019)</p>	<p>“El ministerio de agricultura está desarrollando estudios basándose en los productos solicitados”. (Rosas Quispe, 2019)</p>	<p>"El problema de la CONIDA es que el tiempo de entrega es muy extenso. Por ejemplo, si quiero la imagen de una escena para el 15 de agosto, la CONIDA lo programa siempre y cuando se solicite con 3 meses de anticipación, como verás se pierde la oportunidad con el PeruSAT-1. La respuesta que recibimos por parte de la CONIDA es que priorizan la captura de las imágenes de acuerdo a la dependencia que lo solicita. Ellos tienen un catálogo en donde uno busca las imágenes a través de la página web, por fechas y coordenadas, sin embargo, la calidad de las escenas muchas veces supera el 20% de nubosidad y no nos sirve de mucho" (Rosas Quispe, 2019)</p>	<p>“A la fecha el PeruSAT1 puede contribuir a la actualización de la información ya generada y la culminación de áreas no cubiertas por la información obtenida. A la fecha el equipo para estos fines imágenes de los satélites Sentinel, a los cuales se accede mediante un proyecto financiado por el BID. Este proyecto ha permitido la contratación de especialistas que han podido generar estudios importantes sobre la cuantificación de las áreas producción de papa y arroz.” (Rosas Quispe, 2019)</p>	<p>“Imágenes satelitales procesadas por su capacidad pancromática de alta resolución para la continuidad del plan de cartografía del ministerio e imágenes multiespectrales para hacer seguimientos de las diversas firmas digitales” (Rosas Quispe, 2019)</p>

## **CAPÍTULO V PROPUESTA DE PORTAFOLIO Y MEJORA DE USO**

De lo encontrado en la siguiente investigación se identifican 3 puntos reales, poco conocidos y que por falta de información no se logra optimizar el uso del PeruSAT-1, estos hechos son:

- El satélite PeruSAT-1 tiene una capacidad múltiple en su proceso de obtención de imágenes que en algunos casos excede las necesidades de los diferentes ministerios; sin embargo, los productos relacionados a sus imágenes pancromáticas sirven como herramientas de gran valor en el proceso de toma de decisiones y los productos relacionados a sus imágenes multiespectrales solucionan necesidades de información específicas generando interés tanto a nivel nacional como internacional.
- Con el procesamiento digital de imágenes satelitales se puede obtener desde imágenes primarias, (nivel 1) hasta imágenes con procesamientos de corrección radiométrica, geométrica, ortorectificada 8 (niveles 2 y 3) e incluso la generación de mosaicos después de posteriores procesamientos en función a las necesidades específicas del usuario.
- Los diferentes sectores de la Administración Pública tienen necesidades de información para ejercer una buena gestión a favor del país, sin embargo, son pocos los sectores que saben cómo aprovechar la información brindada por el PeruSAT-1, los servicios conexos y el acceso a imágenes de convenio ya que es una herramienta poco utilizada y en actual proceso de investigación y desarrollo.



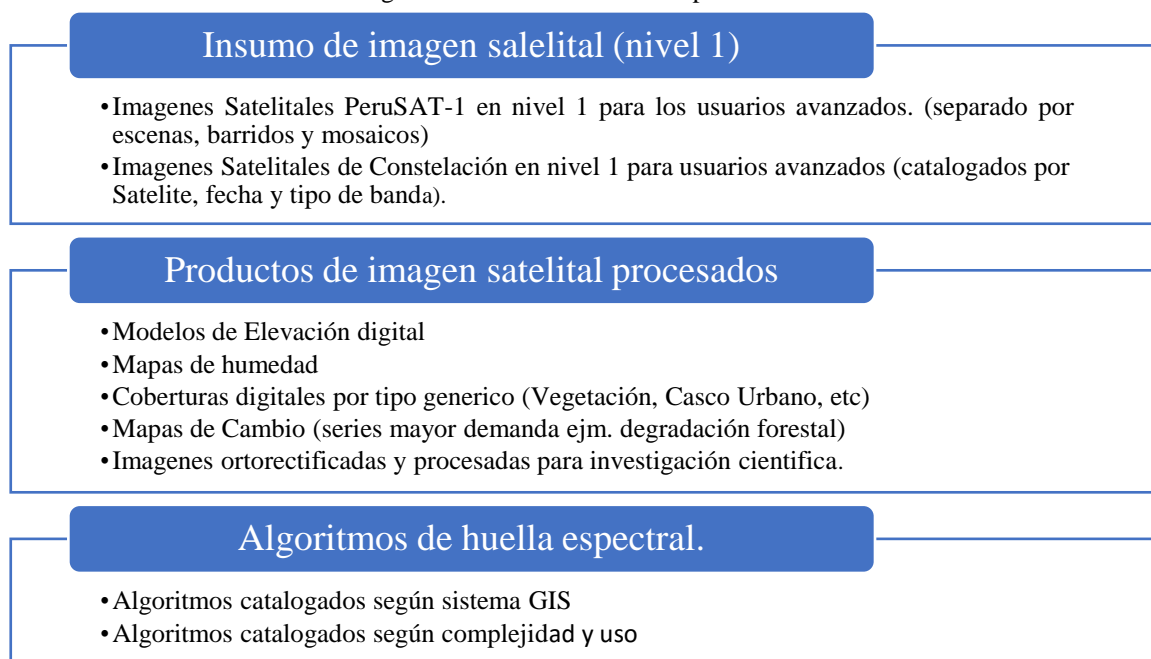
## 5.1. Propuesta de portafolio

Con la información recogida mediante las entrevistas, la recopilación de bibliografía, los usos internacionales, las visitas a la institución y el diagnóstico de esta a continuación se presenta el portafolio de productos de la CONIDA para la ciudadanía y en especial a las instituciones públicas demandantes de información.

El diseño de este portafolio esta basado en las entrevistas de campo, potenciando las capacidades de generación de información por parte de la CONIDA y distribuyendo esta información en 3 tipos de productos en función del usuario, sus capacidades y necesidades.

La propuesta esta influenciada por la experiencia argentina y de los servicios que le da su agencia espacial a sus ciudadanos y a los ciudadanos extranjeros también. Esta propuesta se detalla en la figura 5.1.

Figura 5. 1. Portafolio ideal de productos satelitales



Fuente: Elaboración: Autores de esta tesis.

## **5.2. Propuesta de mejora**

A continuación, se plantea una estructura de trabajo y propuesta de mejora basada en el método de “Design Thinking” para aplicar en la problemática identificada.

### **5.2.1. Identificación del problema**

¿Cómo hacer más eficiente el flujo de producción de imágenes satelitales disponibles por la CONIDA y cómo hacer que este portafolio de imágenes satelitales esté disponibles al servicio del país?

### **5.2.2. Alcance de la propuesta**

El sector público y las entidades sin fines de lucro que requieren información sensible basada en imágenes satelitales.

### **5.2.3. Design Brief**

#### **a. Descripción del Proyecto:**

Optimizar el acceso, estudio y aprovechamiento de las imágenes satelitales hacia los distintos sectores gubernamentales.

#### **b. Alcance:**

El sector público y las entidades sin fines de lucro que requieren información sensible basada en imágenes satelitales.

Todos los sectores públicos a nivel de las tres clases de gobierno: local, regional y nacional.

#### **c. Restricciones:**

El uso de imágenes satelitales que sean consideradas de acceso restringido es privado y por motivos de seguridad nacional no podrán ser utilizadas y mucho menos publicadas.

El procesamiento y almacenaje de las imágenes satelitales requieren equipos de cómputo de gran capacidad y de complejos procesos de programación a cargo de ingenieros especializados.

El uso de estas imágenes satelitales es única y exclusivamente para aprovechamiento del sector público y/o entidades sin fines de lucro.

**d. Usuarios meta:**

Ingenieros geomáticos, geógrafos y especialistas en general con estos conocimientos al servicio de los Ministerios u órganos gubernamentales debidamente acreditados

¿Su entidad requiere el uso de imágenes satelitales?

¿Cuál es el uso o potencial de uso aplicable a las imágenes satelitales que proporciona la CONIDA?

¿Tiene conocimiento de los usos actuales y potenciales de las imágenes satelitales que se pueden capturar por el satélite PeruSAT-1 y la demás constelación disponible?

¿Su sector Tiene capacidad técnica y de soporte para el aprovechamiento de las imágenes satelitales?

**e. Resultados esperados**

Hacer que las imágenes satelitales estén disponibles para los distintos sectores gubernamentales en función a sus necesidades potenciales y tener la capacidad de uso de estas.

**f. Métricas de éxito**

Incrementar la cantidad de usuarios acreditados y capacitados respecto al acceso de imágenes satelitales por sector público.

Incrementar la cantidad y calidad de productos entregados al servicio del país y estos estar siendo aplicados y aprovechados de acuerdo con los objetivos de cada sector.

Incrementar la cantidad de imágenes satelitales disponibles permanentemente pudiendo conformar un portafolio de productos.

Reducir el tiempo de espera de la generación y entrega de productos específicos de acuerdo con requerimientos puntuales.

#### **5.2.4. Planificación**

La presente propuesta investigará los potenciales usos de las imágenes satelitales con las características de las que se dispone en nuestro catálogo y las capturas realizadas por el satélite PeruSAT-1 así como las imágenes disponibles gracias a los convenios de intercambio, se realizó entrevistas a los especialistas asignados por los sectores gubernamentales que hacen uso de las imágenes satelitales, así como la revisión de los indicadores de desempeño respecto a atenciones por sector de la CONIDA con los que se debe obtener información primaria de la gestión operativa.

#### **5.2.5. Investigación**

Conocer a profundidad el flujo de imágenes, la forma como se gestiona un producto específico, la oportunidad de atención a los sectores que solicitan la información, las características de los equipos de cómputo necesarios para procesar y almacenar los metadatos de las imágenes satelitales y, los requerimientos técnicos mínimos necesarios del equipo y especialistas que operan esta información.

#### **5.2.6. Revelaciones**

De las entrevistas efectuadas, se pudo identificar una crítica común sobre el acceso al catálogo de imágenes satelitales y es la complejidad para hacer uso de ellas, así como la necesidad de equipos de alta capacidad de procesamiento y almacenaje.

Del mismo modo se encontró un alto desconocimiento de los procesos actuales a seguir para solicitar un producto por parte de los funcionarios y técnicos de los diferentes sectores gubernamentales, los organismos públicos prefieren usar plataformas amigables y sencillas como Google Earth, Maps, entre otros, salvo sectores puntuales como son Ministerio de Agricultura, IGN, Indeci, Ministerio de Transportes y Ministerio de Vivienda y Saneamiento que desarrollan estudios puntuales.

## 5.2.7. Criterios de diseño

### a. Objetivos

Alcanzar el pleno conocimiento de las capacidades y los potenciales productos desarrollados en el futuro basados en imágenes satelitales disponibles por la CONIDA a través del PeruSAT-1 y los convenios celebrados por medio de esta, para disponibilidad de proyectos e investigaciones en beneficio del país.

Hacer que los productos más requeridos por los diversos sectores estén en un portafolio, estando disponibles de manera sencilla y con fácil acceso.

### b. Percepción de los usuarios

Los usuarios requieren un acceso sencillo a un catálogo o plataforma que contenga imágenes satelitales, sin que para ello necesiten disponer de un hardware y software complejo el cual resulta costoso, tampoco necesita trámites engorrosos ya que se requiere disponer de imágenes satelitales de una manera ágil y oportuna.

### c. Atributos físicos

Un acceso amigable, ágil y similar a las plataformas ya existentes como por ejemplo Google Earth, ArcGIS o Google Maps, para el caso de mapas del territorio nacional, tanto para un análisis visual o para un análisis basado en huellas espectrales, patrones y demás resultados de la aplicación de algoritmos para el procesamiento.

### d. Atributos funcionales

Permitir hacer cambios y modificaciones sencillas para la realización de trabajos específicos ya sea con la propia área técnica del Centro Nacional de Operaciones de Imágenes Satelitales - CNOIS o con el ente disponible, mejorando patrones y pudiendo generar estándares de productos para el portafolio

### e. Restricciones

Que los accesos a los funcionarios públicos sean plenamente identificados y los desarrollos permitan ser monitoreados, así mismo, estos accesos no atenten contra la seguridad y soberanía del país ya que el fin de estos estudios son la investigación con fines pacíficos y de desarrollo.

#### **5.2.8. Propuesta**

##### **Idea**

Llegar a los usuarios con capacidades técnicas mínimas de todas las regiones y sectores del país con un acceso único por organismo público para acceder a imágenes procesadas, cargadas y disponibles en la nube para entidades con necesidades puntuales, además de poder manejar un canal directo de atención y desarrollo en conjunto

##### **Ejecución**

- a.** Constituir un equipo multidisciplinario que desarrolle las actividades propuestas, interactúe con los sectores demandantes (clientes) y se centre en su percepción y desarrollo.
- b.** Identificar las necesidades y viabilidad de las ideas o proyectos a encargar al CNOIS, en conjunto con un equipo Ad Hoc que desarrollará estos productos.
- c.** Promover concursos en instituciones educativas públicas y privadas con el fin de tener ideas basadas en necesidades identificadas u otras que pudieran surgir para la elaboración de algoritmos.
- d.** Supervisión por entes correspondientes para saber que la información no transgrede la soberanía y seguridad nacional.
- e.** Poner a disposición estas imágenes en una nube que almacene y permita descargar por sectores o tramos los archivos en cualquier parte, siendo necesario contar con un usuario y acceso autorizado para los productos disponibles, con una temporalidad máxima de un (01) día para el caso de emergencias.

Para la ejecución de esta propuesta se estima un requerimiento mínimo anual de una inversión que a continuación detallada en la Tabla 5.1.

Tabla 5. 1. Presupuesto de inversión Propuesta ACADIDAIS

Unid	Inversión en equipamiento	Valor US\$		Valor US\$
4	Estaciones totales	7,500	=	30,000
1	GPS Geodésico	17,000	=	17,000
1	Equipamiento – Pre Operativo	240,500	=	240,500
	Software	250,000	=	250,000
	Hardware	242,500	=	242,500
2	Espectro Radiómetro	40,000	=	80,000
2	Espectrómetro	40,000	=	80,000
2	Camioneta	30,000	=	60,000
TOTAL				US\$ 1'000,000

Elaboración: Autores de esta tesis.

Este US\$ 1'000,000 constituye el equipamiento mínimo indispensable para que el equipo de trabajo gestione y desarrolle productos además haga las pruebas necesarias tanto en el centro de operaciones como en campo, ya que al tipo de cambio es equivalentes a S/. 3'400,000. Este equipamiento podría ser incluso donado si es que la entidad es constituida como una “entidad sin fines de lucro” o inclusive un Organismo Público Descentralizado “OPD” cuyo objeto social es cubrir la brecha identificada, fomentar la investigación y promover el uso de la tecnología al servicio del país y de la comunidad científica, para lo cual al término de su objeto podría ser absorbida por otra entidad sin fines de lucro con similar fin. El cumplimiento de este objetivo no debería exceder de los 3 años y en función a su cumplimiento podría continuar desarrollando investigación con fines científicos y académicos en beneficio del país.

Para ello es fundamental contar con acceso a todas las imágenes del catálogo disponible por CNOIS y la CONIDA e inclusive con las que pueda disponer otros organismos públicos como insumo de investigación y desarrollo, suscribiendo un convenio que establezca que todo desarrollo será destinado a beneficio del país y entregado a la CONIDA mediante un servidor virtual al cual se le denomina nube.

La legislación vigente no permite la comercialización de las imágenes satelitales obtenidas por el satélite peruano PeruSAT-1 y los conexos, se considera que el desarrollo e investigación realizada por el equipo de especialistas podría

satisfacer la demanda en el sector privado, el cual podría ser un potencial mercado, a esta institución para objeto de estudio se le denominará “ASOCIACIÓN CIVIL AMERICANA PARA EL DESARROLLO, INVESTIGACIÓN, DIFUSIÓN Y APROVECHAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES” – ACADIDAIS. Esta institución podría generar recursos directos por los desarrollos de productos específicos para fines civiles pudiendo contribuir con una causa destinada a adquirir - por ejemplo - una segunda versión del satélite peruano PeruSAT-1.

Para la conformación de esta institución se propone el siguiente equipo de trabajo:

Tabla 5. 2. Presupuesto de personal – Propuesta ACADIDAIS

<b>Cant.</b>	<b>Cargo</b>	<b>Perfil</b>	<b>Remuneración</b>	<b>Total</b>
2	Especialista en planeamiento, monitoreo y gestión de la producción de imágenes satelitales	Título universitario de Ing. Industrial, Ing. de Sistemas, Ing. Electrónica, Ing. Aeronáutica, Administración o Economía	6,500.00	13,000.00
2	Asistente administrativo	Técnico o Universitario con experiencia en el cargo	2,000.00	4,000.00
2	Ingeniero Electrónico	Título universitario con post grado en automatización y/o elaboración de algoritmos	6,500.00	13,000.00
1	Ingeniero en Telecomunicaciones	Título universitario con post grado en elaboración de algoritmos / procesamiento de imágenes satelitales	6,500.00	6,500.00
3	Especialistas en ciencias de Administración Aeroespacial	Título universitario de Ing. Industrial, Ing. de Sistemas, Ing. Electrónica, Ing. Aeronáutica, Administración o Economía	6,500.00	19,500.00
1	Psicólogo - Gestión de Recursos Humanos	Título universitario con experiencia en grupos de ingeniería sometidos a trabajo bajo presión	6,500.00	6,500.00
2	Ingeniero Ambiental	Título universitario con post grado relacionados a aeronáutica, imágenes satelitales u otros relacionados	6,500.00	13,000.00
2	Ingeniero Geógrafo	Título universitario con post grado relacionados a aeronáutica, imágenes satelitales u otros relacionados	6,500.00	13,000.00
2	Ingeniero Informático o de Sistemas	Título universitario con post grado relacionados a aeronáutica, imágenes satelitales u otros relacionados	5,000.00	10,000.00



2	Físico o Matemático	Título universitario con post grados relacionados a aeronáutica, imágenes satelitales u otros	6,500.00	13,000.00
1	Asistente de gerencia	Técnico o Universitario con experiencia en el cargo	2,500.00	2,500.00
2	Licenciado en ciencias de comunicación	Técnico o Universitario con experiencia en relaciones públicas	5,000.00	10,000.00
2	Técnico electricista Industrial	Técnico o Universitario con experiencia en el cargo	3,500.00	7,000.00
1	Técnico en mantenimiento y limpieza	Experiencia en el cargo	2,500.00	2,500.00
1	Ayudante de limpieza	Experiencia en el cargo	1,500.00	1,500.00
1	Especialista en Presupuesto y Logística	Contador Público con experiencia en sector público	5,000.00	5,000.00
1	Conductor	Experiencia en el cargo	2,500.00	2,500.00
1	Especialista en Gestión Humana	Administrador, Contador Público, Ingeniero Industrial o afín con MBA	11,000.00	11,000.00
30				160,000.00

Fuente: Elaboración: Autores de esta tesis.

Esta información está basada en la escala remunerativa actual para estos perfiles de profesionales disponibles en las últimas convocatorias para CNOIS y la CONIDA, conformando esto un gasto mensual de S/. 160,000.00 nuevos soles aproximadamente. Principalmente este desembolso anualizado sería de:

S/. 1'920,000.00 nuevos soles y sumándole el factor de los costos laborales estimados aproximadamente a razón de 1.48 se estima que el monto final sería de S/. 2'841,600. Este equipo tiene un perfil principalmente técnico que cumplirá dos funciones principales: el de desarrollo y el de conformación de un portafolio disponible de productos de imágenes satelitales. Estas funciones serán según el nivel de procesamiento requerido, ubicando y clasificando estos productos en una plataforma virtual a la que puedan acceder los diversos sectores solicitantes, los principios que regirán la Asociación Civil estarán orientados principalmente hacia los siguientes puntos:

- a) Satisfacción y seguimiento de la experiencia del cliente.
- b) Seguridad y protección de la Información.
- c) Automatización de procesos y accesibilidad.
- d) Gestión ética y de calidad.

Asimismo, la propuesta representa un gasto mensual estimado de:

Tabla 5. 3. Presupuesto de gastos – Propuesta ACADIDAIS

Viáticos	16,250
Combustible	8,000
Alimentos	3,200
No personales	18,500
Pasajes y gastos de transporte	1,500
Útiles de escritorio	2,500
Energía eléctrica	2,000
Agua potable	750
Telefonía fija – celular	2,500
Internet	600
Arbitrios	1,450
Seguros	3,500
Gastos en bienes y servicios	164,000
<b>TOTAL</b>	<b>224,750</b>

Fuente: Elaboración: Autores de esta tesis.

El presente estimado está basado en información obtenida de los estudios de factibilidad de la CONIDA con relación al equipo de profesionales que desarrollará la propuesta conformando un gasto anual aproximado de S/. 1'257,000.00 nuevos soles anuales en este rubro.

Finalmente, se concluye en que esta propuesta tendría una inversión inicial de S/. 3'400,000.00 nuevos soles y un gasto anual de S/. 5'538,600.00 nuevos soles el cual repercutiría significativamente en el aprovechamiento del total de las imágenes satelitales adquiridas hasta el momento por el satélite peruano PeruSAT-1 a S/. 628'000,000.00 nuevos soles, es decir el 0.88% del valor del equipo no aprovechado eficientemente sin considerar la construcción de la estación de Pucusana a cargo de CNOIS ni el equipamiento de la antes mencionada sede por lo que la propuesta constituiría en una importante medida por la mejora

### **5.2.9. Inversiones**

Se considera importante describir los principales ítems de la propuesta en relación con los activos a adquirir.

a) Estaciones totales:

Estos equipos tienen la capacidad de medir ángulos, distancias y niveles, lo cual requeriría previamente de diversos instrumentos. Estas estaciones también denominadas “teodolitos electroópticos” son necesarios para hacer los cálculos a detalle, por ello se considera la adquisición de 4 equipos con un valor de mercado de US\$ 7,500 cada una, lo que representa una inversión de US\$ 30,000.

b) GPS geodésico:

La opinión experta recomienda la adquisición de al menos un (01) GPS geodésico debido a que este equipo permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, persona, vehículo o una nave con una precisión de centímetros, el cual resulta ideal para calibrar imágenes satelitales dentro del proceso de las rectificaciones y contrastaciones.

c) Software:

De acuerdo con las entrevistas sostenidas con los expertos de la CONIDA, IGN y MINAM, las licencias de softwares para el procesamiento de imágenes satelitales oscilan entre US\$ 65,000 y US\$ 100,000. En el Perú se están haciendo uso de varios sistemas dentro de los cuales se destacan por ejemplo el sistema utilizado para el procesamiento de imágenes satelitales ENVI 5 + IDL 8.2, SARSCAPE y ACORNv6, así como licencias para análisis de datos geográficos y estadísticos. Es por ello que concuerdan en un estimado de inversión de US\$ 350,000 para adquirir licencias incluyendo la capacitación correspondiente.

d) Hardware:

El uso de equipos de procesamiento para estos softwares y sus sistemas operativos incorporados tienen capacidades especiales y específicas dependiendo el caso, es por tal motivo que realizar inversiones en este rubro es costoso. De acuerdo con los precios estimados realizados por los especialistas, en esta partida se debería llegar a considerar hasta US\$ 142,500 dada la complejidad de los computadores.

e) Espectro Radiómetro y Espectrómetro:

Estos equipos son necesarios para identificar las huellas espectrales precisamente para los trabajos de campo, las capturas y contrastaciones. Estos estudios resultan beneficiosos para el equipo de ingenieros, ya que pueden utilizar esa información para hacer registros y pruebas necesarias en los diferentes rubros de demanda, es especial en el sector agrícola considerando una inversión en conjunto de US\$ 160,000.

f) Camionetas:

Estos vehículos serán necesarios para el desplazamiento en zonas agrestes, trabajo de campo y demás, es por ello por lo que se considera dos (02) unidades todo terreno para el soporte de estas actividades las cuales estarán a cargo de ingenieros, sin embargo, se considera contar con personal especialista (conductor) para recorridos largos y demás situaciones particulares relacionadas al uso de estos vehículos, en este punto se evaluó una inversión de US\$ 60,000.

g) Implementación y equipamiento preoperativo:

Esta partida considera todo el acondicionamiento necesario para la ejecución de esta oficina de trabajo, así como las medidas de seguridad y protección, el equipo de trabajo debe contar con un ambiente propicio para el desarrollo y gestión eficientemente del plan de difusión y distribución de las imágenes satelitales. Para esta partida se consideró una inversión de US\$ 240,500.

#### **5.2.10. Equipo humano**

La propuesta en mención considera principalmente un equipo de especialistas e ingenieros, en su mayoría con capacidad técnica para el desarrollo de este proyecto. Nuestro equipo estará orientado a la búsqueda de profesionales ligados a experiencias en agencias espaciales como es el caso en Perú (CONIDA o del CNOIS), todo el equipo debe ser capacitado previamente siendo el perfil y la preparación puntos fundamentales para el objetivo propuesto, el equipo contará con soporte de asistencia en requerimientos de respaldo, además, se considerará el soporte de un psicólogo con experiencia en equipos de alto desempeño. El

objetivo es que se desarrollen productos que probablemente ya existen en el mundo, sin embargo, estos productos serán adaptables en primera instancia para la realidad del país.

Así mismo, este equipo requiere un especialista en Recursos Humanos, que se piensa que este factor es fundamental por tratarse del proyecto en sí, diseñar planes de trabajo y evaluaciones periódicas, este equipo deberá ser capacitado y tendrá acceso a las fuentes de información de imágenes satelitales del país, es importante al tratarse de un equipo nuevo de realizar una planificación adecuada, de identificar el perfil, para esto se va a requerir de una evaluación en concordancia con los más experimentados especialistas de la CONIDA y del CNOIS, es por tal motivo que se realizará también la convocatoria general a estas dos organizaciones para la conformación del equipo.

El plan de trabajo trazado comprende siete (07) etapas más una (01) etapa preoperativa (etapa previa) que en algunos casos se darán en paralelo, las mencionadas etapas serán las siguientes:

#### Etapa previa

En ella el Consejo Directivo de ACADIDAIIS deberá gestionar las oficinas en las inmediaciones de la CONIDA o en un ambiente del mismo ente con un costo de alquiler máximo aproximado de S/. 20,000.00 incluido en el rubro gastos de bienes y servicios que idealmente sería una casa para instalar cómoda y adecuadamente al equipo de trabajo, permitiendo espacios amplios, ventilados y seguros para permitir un ambiente laboral propicio para el desarrollo creativo con ambientes dinámicos que promuevan el trabajo en equipo. También esta instalación va a permitir realizar en su interior contratos con proveedores de los servicios de software y hardware, así como la evaluación de proveedores de servidores virtuales llámese nube. Para la ejecución de la etapa se ha considerado un promedio de seis meses.

#### a) Capacitación y Recolección de información.

Estas etapas se darán en paralelo, considerando la vida útil del satélite peruano PeruSAT-1 y los conexos que esta genera gracias a los convenios celebrados - y por celebrar - el equipo seleccionado deberá irse capacitando en la CONIDA y

CNOIS por un periodo de seis meses, así mismo desarrollando pilotos de prueba de los primeros productos.

b) Ejecución y comunicaciones.

El equipo de trabajo deberá realizar visitas a instituciones, mientras que la capacitación continúe por los siguientes seis meses de ser necesario. Del mismo modo el equipo ya estará en condiciones para iniciar con el procesamiento de las imágenes satelitales a tiempo completo, sin embargo, el equipo también deberá estar dedicado íntegramente a poner de manera eficiente el procesamiento y desarrollo del catálogo de imágenes satelitales requerido de acuerdo con las necesidades de los sectores demandantes. Se considera que al término de esta etapa ya habrá transcurrido el primer año y es el periodo en el que este proyecto estaría listo para pasar a la tercera y última fase.

c) Gestión de portafolio, ejecución de servidor virtual nube y lanzamiento de programas de investigación externa

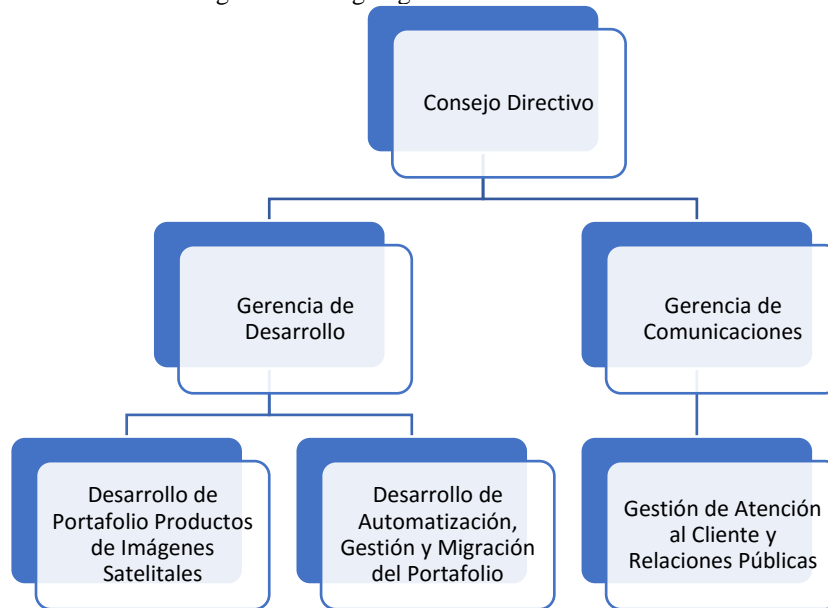
Estas tres etapas se deben dar en paralelo y consistirán el desarrollo masivo basado en algoritmos del portafolio de productos ya desarrollados, haciendo uso de las herramientas tecnológicas desarrolladas o adquiridas y la experiencia de los usuarios. Esta etapa también consistirá en migrar todo el portafolio al servidor virtual, crear los accesos a los usuarios del sector público, hacer las pruebas necesarias y permitir plataformas compatibles con los diversos programas georreferenciados de uso de los diferentes ministerios.

Estas etapas se estarían ejecutando después de 18 meses de iniciado el proyecto orientando a ejecutar en los siguientes 18 meses la conformación total de este punto.

Finalmente, esta etapa también consistirá en promover el desarrollo y capacitación referente a algoritmos en servicio del país, premiaciones y reconocimientos a estudiantes de maestrías y doctorados mediante convenios, así como el intercambio tecnológico y de conocimiento con entes de otros países para mejorar y ampliar los objetivos alcanzados, desarrollando y acrecentando el conocimiento y aprovechamiento de las imágenes satelitales, atendiendo las necesidades de los usuarios a nivel nacional.

A continuación, en la figura 5.2. se propone un organigrama considerando el esquema a desarrollar por este equipo de trabajo.

Figura 5. 2. Organigrama ACADIDAIS



Fuente: Elaboración: Autores de esta tesis.

### Consejo Directivo

Este órgano estará compuesto por cuatro (04) profesionales quienes tendrán como responsabilidad: planificar, gestionar, evaluar el plan establecido, dirigir y controlar las métricas e indicadores propuestos en los objetivos.

Así mismo, en este equipo se conformará tanto la Gerencia de Desarrollo y la Gerencia de Comunicaciones por lo que el perfil de estos miembros es de carácter consultivo, pero también ejecutor, estará conformada por el Especialista en Gestión Humana, el Especialista en Presupuesto y Logística, un especialista en planeamiento, monitoreo y gestión de la producción de imágenes satelitales y un especialista en ciencias de Administración Aeroespacial

### Gerencia de Desarrollo

Este equipo compuesto estará compuesto por dos (02) miembros del consejo directivo que son el especialista en gestión humana y gestión de la producción de imágenes satelitales, además, con el soporte de dos (02) ingenieros especializados. Este equipo será el responsable del desarrollo de portafolio productos de imágenes satelitales y del desarrollo de automatización, gestión y

migración del portafolio; a este nivel el equipo será prácticamente de naturaleza horizontal, coordinando y reportando a esta gerencia en función a las tareas asignadas con una periodicidad semanal apoyándose en el equipo de BackOffice como son el asistente administrativo y asistencia de gerencia.

### Gerencia de Comunicación

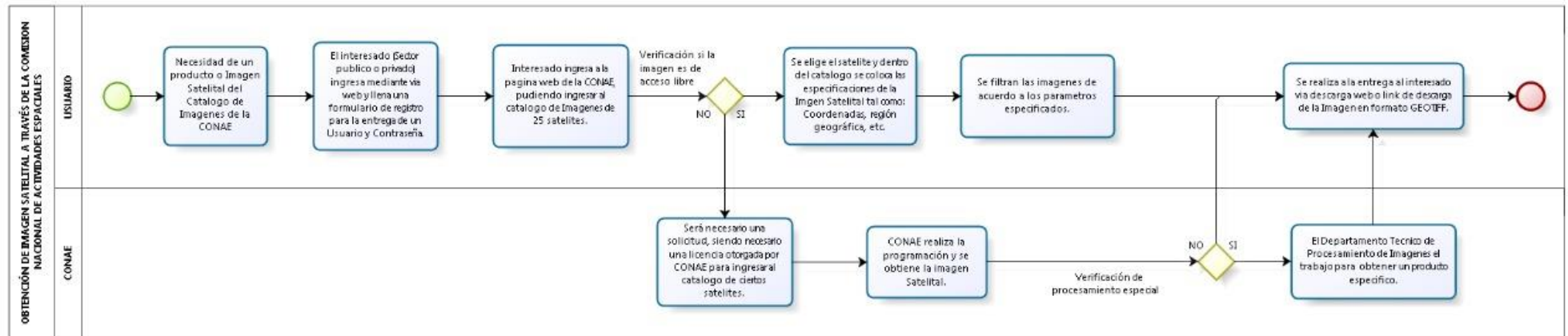
Esta unidad estará compuesta por el especialista en planeamiento, monitoreo y gestión de la producción de imágenes satelitales y un especialista en ciencias de administración aeroespacial, así como los licenciados en ciencias de comunicación. De igual manera se apoyarán en el equipo de BackOffice, teniendo una relación horizontal con los ingenieros y especialistas, conformando equipos de trabajo horizontales perfilando a este equipo como un equipo de trabajo estrechamente comprometido con las diferentes áreas en busca de un fin común pero responsabilizándose de la gestión de Atención al cliente y las Relaciones Públicas siendo estos los encargados de proyectar los beneficios y potenciales usos del portafolio de productos desarrollado, identificar nuevos usos y necesidades potenciales y gestionar la participación de la comunidad mediante concursos, reconocimientos y desarrollos académicos



### 5.2.11. Flujo de trabajo objetivo

El presente flujo (ver figura 5.3.) está orientado a que se pueda contar con una autogestión ordenada y más fluida, permitiendo la acción de la institución en casos específicos y mejorando la percepción de uso.

Figura 5. 3. Flujo de trabajo óptimo - ACADIDAIS



Fuente: (Eche Llenque, 2019) -Elaboración Propia

Esta mejora permitirá que los usuarios estén más propensos al uso de la información, generando mayor investigación, un mejor uso y finalmente una mayor propagación de los sistemas satelitales.

## **CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

Las imágenes satelitales son importantes fuentes de información para la toma de decisiones, para el control, planificación, así como múltiples beneficios en la gestión de un país, estas tienen una diversa clasificación en función a sus características y atribuciones originadas desde el equipo satelital que permite su captura. Las imágenes satelitales se obtienen en el Perú por tres fuentes que son el satélite peruano PeruSAT-1, la constelación de satélites internacionales con las que se ha celebrado convenios y finalmente mediante la compra propiamente dicha, todas ellas procesadas principalmente por medio del CNOIS, la CONIDA así como direcciones puntuales en diversas instituciones públicas dedicadas a la investigación, prevención y desarrollo del país. La CONIDA administra las imágenes satelitales y las distribuye de acuerdo a los requerimientos de atención a los diversos organismos públicos, siendo principalmente atendidos los entes dependientes del Poder Ejecutivo en especial en los casos de emergencia.

Las imágenes satelitales obtenidas del PeruSAT-1 tienen atributos relevantes. Las dos principales cualidades son; en primer lugar las relacionados a su capacidad resolutive submétrica dada por su frecuencia pancromática, esta característica le permite a los especialistas del CNOIS, la CONIDA y todos los entes públicos y/o sin fines de lucro que cuenten con el acceso y disponibilidad de las imágenes satelitales obtener productos - imágenes satelitales procesadas - de alta resolución y por consiguiente de mayor detalle, estos productos que combinadas con la segunda principal característica que es la relacionada a su capacidad multiespectral, es decir, a la capacidad de identificar en las imágenes satelitales huellas espectrales así como luego de procesos específicos obtener productos que son de gran utilidad para el estudio, investigación y desarrollo de los diversos sectores del país en función a sus objetivos y funciones como órganos al servicio del país.

Los principales ministerios demandantes de imágenes satelitales son los ministerios de Agricultura, Defensa, Energía y Minas, Interior, Economía y Finanzas, Producción y la Presidencia de Consejo de Ministros, sin embargo, esta necesidad no exceptúa a los demás ministerios, gobiernos locales, gobiernos regionales y órganos públicos en general, los que respondiendo a las necesidades de información detallada, oportuna, comparativa y

analítica requieren el acceso a información tan relevante como las que tienen la capacidad de proporcionar las imágenes satelitales procesadas obtenidas principalmente por el satélite peruano PeruSAT-1 y las constelaciones disponibles a las que se puede acceder por medio de convenios directamente relacionados a la propiedad del PeruSAT-1 y su infraestructura. De este modo es posible identificar un portafolio de productos de utilidad en función a la realidad y necesidades del país.

Como resultado del análisis de las encuestas hechas a los expertos de cada sector, se identifica una falta de información y comunicación del funcionamiento, capacidades y un generalizado desaprovechamiento de las cualidades potenciales de las imágenes obtenidas del satélite peruano PeruSAT-1; dichos usuarios especialistas identifican una excesiva burocracia, extrema complejidad en los procesos y falta de oportunidad en los usos y necesidades por lo que hacen uso de otras plataformas de acceso a información satelital y relacionadas desaprovechando las múltiples capacidades Submétricas y Multiespectrales de las imágenes satelitales que son capturadas todos los días desde la base en Pucusana por el CNOIS dependiendo de las condiciones climáticas.

La presente investigación concluye con una propuesta de mejora ante esta notoria brecha entre la atención al cliente de parte de la CONIDA y los usuarios los cuales no sólo representan a los entes ministeriales sino a los gobiernos locales y regionales, sumado esto a la falta de aprovechamiento e investigación de las imágenes satelitales que proporciona el satélite peruano PeruSAT-1 y las demás obtenidas por los convenios suscritos debido a que el Perú ostenta la propiedad de un satélite de observación cuyas imágenes obtenidas pueden ser materia de intercambio con otros entes internacionales, asimismo, volver más ágil, accesible y oportuno el aprovechamiento de la información de las imágenes satelitales al servicio del país.

## **6.2. Recomendaciones**

La presente investigación permite recomendar el hacer énfasis en una campaña informativa sobre los potenciales usos de las imágenes satelitales para contribuir con el desarrollo y bienestar del país, esto considerando que de no hacerlo se estaría desaprovechando bienes al servicio de la ciudadanía que no están generando un retorno oportuno dada la inversión onerosa en equipamiento tanto de la compra del satélite peruano PeruSAT-1, las instalaciones, infraestructura y los costos operativos, considerando que la vida útil del satélite es de ocho años aproximadamente y corriendo el riesgo de concluir este periodo sin obtener el máximo beneficio aprovechable.

El equipo investigador considera que es necesario conformar un equipo multidisciplinario ad hoc que coordine con cada sector para que desarrolle y viabilice los productos potenciales necesarios y aprovecharlos de manera automatizada, generando algoritmos que permitan contar con un portafolio de productos disponible y de fácil acceso al servicio del país, reduciendo esta clara brecha que se identificó entre los usuarios de los diferentes sectores públicos con el personal de CONIDA y los operadores de CNOIS.

Se ha identificado la necesidad de infraestructura y capacidad de almacenaje de los productos satelitales los que deberían estar disponibles y para ajustarse al marco legal, ya que estos luego de pasar por los filtros de defensa salvaguardando y cautelando de la soberanía del país, deben estar disponibles a todos los sectores del Estado Peruano, mediante el uso de tecnología, accediendo desde un servidor remoto, logrando no requerir de equipos tan complejos que no necesariamente están al alcance de todos los sectores públicos del país sobre todo al interior donde los presupuestos no permiten acceder a todos los recursos financieros necesarios y existe la necesidad imperante de información.

Se debe promover la investigación respecto al uso de la información satelital, la CONIDA tiene en la actualidad una política abierta a la importación de experiencias exitosas a nivel internacional, pero el enfoque debería ser orientado también hacia la promoción, inclusión y estímulo hacia el desarrollo de algoritmos, identificación de huellas espectrales y aprovechamiento con fines académicos para el uso público y privado de la información basada en las imágenes satelitales disponibles.

## **BIBLIGRAFIA**

- Airbus.com. (s.f.). *The most comprehensive portfolio*. Obtenido de <https://www.airbus.com/space/earth-observation/portfolio.html>
- Ancira-Sánchez, L. (2015). Utilización de imágenes de satélite en el manejo forestal del noreste de México. *Madera y Bosques*, 77-91.
- Arantzazu Larrañaga, U. (2016). *Clasificación de cultivos a partir de observaciones*. 2016: Universidad Pública de Navarra.
- Arbaiza Fermini, L. (2014). *Como elaborar una Tesis de Grado*. Lima: ESAN Ediciones.
- Argentino, G. (s.f.). *Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae>
- Arias, F. (1997). *Planificación de la Investigación*.
- Baca Berrío, W. (2013). *Diseño de un sistema de cálculo de tiempo de exposición aplicado a un sistema de adquisición de imágenes multiespectrales*. Lima: PUCP.
- Baldovino Fernandini, A. (2016). *Producción de cartografía básica para el desarrollo regional*. Lima: Universidad del Pacífico.
- Brasil, G. d. (s.f.). *Agência Espacial Brasileira*. Obtenido de <http://www.aeb.gov.br/>
- Carcelén López, C. (julio de 2019). Entrevista MININTER. (J. Zuñiga Almonte, Entrevistador)
- Chávez Cresta, J. (julio de 2019). Entrevista Defensa Civil. (J. Zuñiga, Entrevistador)
- Chile, G. d. (s.f.). *Agencia Chilena del Espacio*. Obtenido de <http://www.agenciaespacial.cl/>
- Chire Chira, J. (julio de 2019). Entrevista IGN. (F. Saico Zebalos, Entrevistador)
- Chuvieco, E. (1990). *Fundamentos de Teledetección*. Madrid: Ediciones Rialp.
- Colombia, G. d. (s.f.). *Fuerza Aerea Colombiana*. Obtenido de <https://www.fac.mil.co/>
- CONIDA. (2016). *PeruSAT-1 Product Specifications*. Lima.
- CONIDA. (2016). *PeruSAT-1 Product Specifications*. Lima.

- CONIDA. (10 de agosto de 2019). Obtenido de Transparencia Económica:  
<http://www.conida.gob.pe/index.php/Transparencia/informacion-sobre-personal.html>
- CONIDA. (1 de 1 de 2019). Reglamento de Organización y Funciones. *ROF - CONIDA*. Lima, Lima, Perú.
- Cruz, Y. (2019). *rpp.pe/peru/acutalidad/*.
- Delgado Fernández, A. (2019). *Desarrollo de Algoritmos para la detección de objetos ópticamente camuflados utilizando cámaras hiperspectrales embarcadas*. Madrid.
- Economía, M. d. (10 de agosto de 2019). *Seguimiento de la Ejecución Presupuestal (Consulta amigable)*. Obtenido de <https://www.mef.gob.pe/es/seguimiento-de-la-ejecucion-presupuestal-consulta-amigable>
- Esponda, V. (julio de 2019). Entrevista Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (H. Eche, Entrevistador)
- Hernández Sampieri, R. (2010). *Metodología de la Investigación*.
- Honores Coronado, J. (s.f.). Entrevista MINTRA. (G. Espinoza, Entrevistador)
- Kerlinger, F. (1988). *Investigación del Comportamiento*. México: McGraw Hill.
- Llactayo León, W. (agosto de 2019). Entrevista MINEM. (G. Espinoza, Entrevistador)
- Murcia, U. d. (s.f.). *Universidad de Murcia*. Obtenido de <https://www.um.es/geograf/sig/teledet/clasific1.html>
- Passapera Gonzales, J. (5 de Julio de 2019). Visita Institucional. (H. Eche, Entrevistador)
- Pérez Reátegui, D. E. (2015). *Programación del algoritmo POCS para mejorar la resolución de imágenes de campos de cultivo*. Lima: PUCP.
- Perú, G. d. (5 de 8 de 2019). *Portal del Estado Peruano*. Obtenido de [https://peru.gob.pe/directorio/pep\\_directorio\\_poderes.asp?cod\\_poder=3](https://peru.gob.pe/directorio/pep_directorio_poderes.asp?cod_poder=3)
- Reinoso Gordo, J. (2002). La fusión de imágenes de teledetección. *Expresión gráfica arquitectónica*, 182-189.
- Rejas Ayuga, J. (2007). *sistemas de Información*. Madrid: EOI Business School.

- Republica, C. d.-C. (2014). *Predictamen Tratado Ejecutivo Internacional 137*. Lima.
- Rodriguez Chavez, O. E. (2005). *Manual para el manejo y procesamiento de imágenes*. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.
- Rojas, C. (julio de 2019). Entrevista IMARPE. (H. Eche, Entrevistador)
- Rosas Quispe, E. (agosto de 2019). Entrevista MINAGRI. (F. Saico Zeballos, Entrevistador)
- Sánchez, P. (2012). *La teledetección enfocada a la obtención de Mapas Digitales*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Semana Economica. (30 de mayo de 2010). Obtenido de <https://link.gale.com/apps/doc/A230685097/IFME?u=uesan&sid=IFME&xid=611df365>
- Vega Ventura, A. (Agosto de 2019). Entrevista MEF - Investigación. (E. Henry, Entrevistador)
- Zavala, P. (2002). Uso de imágenes satelitales de alta resolución. *Revista de Facultad de Ingeniería U.T.A. (CHILE)*, 35-43.