



Satélite de observación de la tierra, nueva capacidad
estratégica del estado colombiano

Dorian Edgardo Rojas Páez

Trabajo de grado para optar al título profesional:
Maestría en Seguridad y Defensa Nacionales

Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"
Bogotá D.C., Colombia

2014

0211. 015 10
R641
C.3

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA
ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA



TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO
DE MAGISTER EN SEGURIDAD Y DEFENSA NACIONAL

Satélite de observación de la Tierra, nueva capacidad estratégica del Estado colombiano

Mayor DORIAN EDGARDO ROJAS PAEZ
CEM 2014

Directora de Trabajo de Grado
Coronel DEISSY HAIDE GARCES NAHAR

Bogotá D.C., Octubre 2014

Tabla de contenido

Tabla de contenido.....	2
TABLA DE ILUSTRACIONES.....	3
LISTA DE TABLAS.....	4
Introducción	7
Formulación del problema	10
Justificación	12
Objetivos	14
Objetivo General	14
Objetivos específicos.....	14
Metodología	15
Diseño.....	16
CAPÍTULO I.....	17
DIAGNÓSTICO DEL ENTORNO GEOPOLÍTICO PARA EL USO DE LA TECNOLOGÍA SATELITAL EN LA REGIÓN	17
1. Diagnóstico	17
2. Venezuela y la Agencia Bolivariana para Temas Espaciales - ABAE	19
3. Brasil y la Agencia Espacial Brasileira - AEB.....	21
4. Chile y la Agencia Chilena del Espacio – ACE.....	23
5. La situación colombiana	24
5.1 Convenios de cooperación	26
CAPÍTULO II.....	28
CARACTERIZAR LA IMPORTANCIA DEL USO DE LA INFORMACIÓN SATELITAL, FORTALEZAS Y	28
LIMITACIONES	28
1. Componentes de los sistemas de observación de la Tierra	28
2. Avances históricos de la tecnología satelital.....	29
3. Principales aplicaciones de la tecnología de observación de la Tierra.....	34
3.1 Vigilancia y monitoreo nacional e internacional	34
3.2 Detección de cultivos ilícitos	35
3.3 Clasificación rápida del uso de la tierra.....	35
4. Caracterización del uso de la tecnología satelital	36
CAPÍTULO III.....	46

EVALUAR EL COSTO BENEFICIO DE LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍA SATELITAL PARA LA OBSERVACION DE LA TIERRA COMPARADO CON LAS CAPACIDADES ACTUALES DE LAS FUERZAS MILITARES	46
1. La imagen satelital y la fotografía.....	46
1.1 Fotografía aérea	47
1.2 Imagen satelital	48
2. Áreas y aplicaciones	48
CAPÍTULO IV	51
ANALIZAR EL IMPACTO EN LAS CAPACIDADES DE LAS FUERZAS MILITARES	51
1. Imágenes satelitales y operaciones militares.....	51
2. Geointeligencia.....	53
3. Análisis de capacidades del Gobierno colombiano en la adquisición imágenes mediante el uso de sensores remotos en plataformas aéreas y plataformas satelitales.....	55
3.1 Dependencia de tecnología extranjera	58
3.2. Pertinencia.....	60
3.3. Seguridad de la información	62
4. Utilización de geointeligencia en desarrollo de operaciones militares.....	63
5. Capacidad satelital de las Fuerzas Militares de observación de la tierra	64
5.1 Estación terrena satelital.....	64
5.2. Plataformas con capacidad de imágenes aerotransportadas	65
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	71
Bibliografía.....	73

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Fuente. Página oficial ABAE. Imagen del lanzamiento del satélite Miranda desde China - 28 de sep. de 2012	20
Ilustración 3 (http://web.archive.org , 2001).....	23
Ilustración 4.....	29

Ilustración 5 Fuente. Creación propia para presentación en MDA.	35
Ilustración 6 Fuente. Creación propia para presentación en MDA.	35
Ilustración 7 Diferentes aplicaciones y productos de las imágenes satelitales. Fuente. Creación propia para presentación en MDA.....	36
Ilustración 9 Objetivos Estratégicos.....	39
Ilustración 10 Objetivos Estratégicos.....	41
Ilustración 11 Representación gráfica de resolución espacial y altura de toma. Fuente. Creación propia para presentación para LEICA.	47
Ilustración 12 GEOINT's comprehensive integration of intelligence and imagery databases.	54
Ilustración 13 F2 Subdirección de plataformas de inteligencia aérea	62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Objetivos Estratégicos.....	40
Tabla 2 CULTIVOS DE COCA ESTADÍSTICAS MUNICIPALES DE 2011.....	41
Tabla 3 Fuente Comisión /colombiana del espacio 2009.....	49
Tabla 4 Flujograma de trabajo Sopia 2014. Fuente. Jefatura de inteligencia de la Fuerza Aérea... 61	
Tabla 5 Cuadro comparativo entre satélite y sensores aerotransportados	66

Resumen

Esta investigación analiza diferentes conceptos y tecnologías que actualmente son

Responsabilidad del autor

La presente investigación ha sido desarrollado bajo los criterios académicos que para los trabajos de postgrado se señalan en el Decreto 1001 del 03 de abril de 2006, y por lo tanto, las ideas, opiniones y recomendaciones aquí expresadas, no representan una posición oficial que comprometa al Gobierno Nacional, al Ministerio de Defensa, a la Escuela Superior de Guerra o a las Fuerzas Militares.

Resumen

Introducción

Esta investigación analiza diferentes conceptos y tecnologías que actualmente son empleadas para la observación de la Tierra por las Fuerzas Militares de Colombia, así como también establece la importancia de la tecnología satelital en el desarrollo de operaciones militares llevadas a cabo por el Ministerio de Defensa Nacional: señala las fortalezas y limitaciones que presentaría esta capacidad en el caso de que se implemente un programa de desarrollo satelital colombiano, con el fin de buscar la independencia tecnológica y mantener el secreto de la información. El objetivo de esta investigación es identificar las nuevas capacidades estratégicas que tendría el Gobierno colombiano a través de sus Fuerzas Militares con la implementación de un satélite de observación de la Tierra.

Introducción

El 04 de octubre de 1957 fue lanzado el primer satélite artificial llamado *Sputnik 1*, acontecimiento que dio inicio a la *carrera espacial*, cuyo principal objetivo era mejorar las condiciones de vida en la Tierra a través del uso pacífico de esta tecnología. La historia se ha encargado de demostrar que la *carrera satelital* fue el principal combustible para la investigación y avance tecnológico por parte de las grandes potencias mundiales en la década de los 60. Para nadie es un secreto que el principal interés de esta tecnología era llegar a tener una ventaja considerable en el uso de la capacidad satelital como una arma y, junto con la tecnología nuclear, aumentar el poder de negociación en el hipotético caso de presentarse un conflicto.

Durante la última década el desarrollo tecnológico satelital ha avanzado de una manera tan eficiente que el acceso y uso de esta tecnología ha dejado de ser exclusivo de las potencias mundiales, por lo cual, cada vez más países en *vía de desarrollo* acceden a programas de tecnología satelital y transferencia tecnológica adecuada, permitiendo la investigación e implementación de proyectos satélites adaptados a las necesidades y condiciones económicas de cada país.

Sin embargo, en Colombia el proceso de implementación de la tecnología satelital ha sido lento -casi nulo-, puesto que cada vez que se presentan esta clase de proyectos, se esgrime el argumento, según el cual, se trata de una tecnología muy costosa que no va de acuerdo a los intereses nacionales: “Durante los últimos años se estuvo explorando dicha posibilidad pero el Gobierno llegó a la conclusión de que en este momento es totalmente inconveniente. Lamentablemente el país no está en la capacidad económica de realizar esta inversión”, explicó el

vicepresidente Germán Vargas Lleras al señalar que países como España, Inglaterra, Francia, Israel, Estados Unidos y Canadá, manifestaron interés en participar en el desarrollo espacial colombiano. (Colmundoradio, 2014).

Teniendo en cuenta que el concepto de *seguridad y defensa* se define como una sensación para garantizar la supervivencia de un Estado, no resulta posible hacer una ponderación en términos económicos, ya que la seguridad y la defensa no son comprables. (Smith, 2005), más aun si se tienen en cuenta las experiencias de algunos países en vía de desarrollo, donde la implementación de un satélite de observación se convirtió en una fuente de desarrollo, empleo y producción, que impacto positivamente en la mejora de los niveles económicos y la calidad de vida.

Tobías Evers (2013) nos ofrece la siguiente explicación sobre el espacio:

“El espacio está en todas partes. Está conectado a la mayoría de la tecnología moderna. Las sociedades y las fuerzas armadas del mundo desarrollado son altamente dependientes de los cientos de satélites que orbitan la Tierra. Los teléfonos móviles, Internet, tarjetas de crédito, peajes, transmisiones de televisión, pronósticos del estado del tiempo, son unos pocos ejemplos de funciones de la vida diaria que dependen parcial o totalmente de los satélites. Otras funciones más estratégicas incluyen por ejemplo la agricultura, monitoreo de corrientes marinas y vientos, navegación de barcos y aeronaves, monitoreo de emergencias, niveles de contaminación, clima y medio ambiente. Además, el crecimiento de la participación de actores privados en el espacio

ha contribuido a que la tecnología espacial y sus servicios sean más asequibles lo que ha permitido que incluso países que no cuentan con un programa espacial y países en desarrollo obtengan ganancias de los beneficios que el espacio otorga.”

En Colombia la adquisición de información satelital en forma directa se inició a principios del año 2008, mediante la implementación de una estación terrena satelital de recepción de imágenes de radar, ya que las públicas y privadas recibían información satelital mediante contratos para el suministro de imágenes, y en algunas ocasiones se compraba la misma información dos o tres veces por diferentes agencias haciendo este insumo muy costoso.

En el 2006 se creó la Comisión Colombiana del Espacio (CCE), la cual tiene como objetivo liderar el tema del desarrollo satelital del país, de esta comisión hacen parte 11 ministerios y, se encuentra dividida en 04 comisiones dentro de las cuales se encuentra la de Observación de la Tierra. Esta comisión se encuentra liderada por la Vicepresidencia de la Republica, quien define los aspectos administrativos y de desarrollo de la Comisión.

fuente, mejorar el desarrollo tecnológico satelital mediante la investigación y puesta en marcha de un programa nacional adaptable al contexto colombiano.

Formulación del problema

En Colombia las Fuerzas Militares tienen la capacidad de adquirir información satelital a través de compañías comerciales o gobiernos extranjeros, con el fin de determinar y planear el desarrollo de diferentes operaciones militares en los distintos niveles de la guerra. Sin embargo, esta capacidad se ve limitada por diversos factores (disponibilidad, capacidad de respuesta y seguridad de la información) que se deben identificar en el proceso de investigación, ya que resultan necesarios a la hora de realizar un correcto uso de esta capacidad y de conocer sus limitaciones, especialmente cuando de un país dependiente de *tecnología satelital* se trata.

El avance tecnológico -globalizado- en cuanto a la producción de satélites de observación y la adquisición de esta tecnología por diferentes países en la región, con fines de seguridad nacional, hacen que las capacidades estratégicas del país se vean limitadas, mucho más, cuando se considera que la utilización de la información de percepción remota, es cada vez más determinante en la toma de decisiones, por lo cual se hace necesario identificar: ¿Cuáles serían las nuevas capacidades estratégicas de las Fuerzas Militares mediante la adquisición y puesta en funcionamiento de un satélite de observación de la Tierra?

La información contenida en el presente trabajo servirá como documento de consulta e investigación cuando se requiera tomar decisiones por parte del Gobierno Nacional en relación con el momento de iniciar la exploración del espacio de manera independiente y, de esta

forma, empezar el desarrollo tecnológico satelital mediante la investigación y puesta en marcha de un programa satelital adaptado al contexto colombiano.

Es necesario que Colombia, por medio de sus Fuerzas Militares, empiece un programa satelital, para poder fortalecer las capacidades estratégicas que permitan incrementar el uso de esta tecnología, así como obtener independencia en el control y producción de la información satelital, con fines aplicados a la seguridad y defensa nacional, ya que en la actualidad existe un monopolio en el flujo de esta información que puede afectar las diferentes hipótesis de guerra.

Con la adquisición del satélite de observación de la Tierra se podrá realizar un mejor uso de los recursos tecnológicos disponibles, así como también, mantener el secreto en el planeamiento y generar una nueva doctrina aplicada a la utilización de la tecnología satelital en aplicaciones de defensa y seguridad.

La independencia satelital generará un incremento considerable de la autonomía y las capacidades estratégicas de la Nación, las cuales podrán ser aplicadas a todos los fines del Estado; al contar con un satélite propio e iniciar de manera activa su carrera satelital, Colombia se hará cada vez menos dependiente de la información que en materia de seguridad pueden suministrarle empresas privadas y Estados extranjeros, por lo cual, no dudamos en afirmar que esta herramienta de búsqueda de información va directamente ligada al desarrollo, seguridad y defensa del país.

Justificación

Es necesario que Colombia, por medio de sus Fuerzas Militares, empiece un programa satelital, para poder fortalecer las capacidades estratégicas que permitan incrementar el uso de esta tecnología, así como obtener independencia en el control y producción de la información satelital, con fines aplicados a la seguridad y defensa nacional, ya que en la actualidad existe un monopolio en el flujo de esta información que puede afectar las diferentes hipótesis de guerra.

Con la adquisición del satélite de observación de la Tierra se podrá realizar un mejor uso de los recursos económicos disponibles, así como también, mantener el secreto en el planeamiento y generar una nueva doctrina aplicada a la utilización de la tecnología satelital en aplicaciones de defensa y seguridad.

La independencia satelital generará un incremento considerable de la autonomía y las capacidades estratégicas de la Nación, las cuales podrán ser aplicadas a todos los fines del Estado; al contar con un satélite propio e iniciar de manera activa su carrera satelital, Colombia se hará cada vez menos dependiente de la información que en materia de seguridad pueden suministrarle empresas privadas o Estados extranjeros, por lo cual, no dudamos en afirmar que esta herramienta de búsqueda de información va directamente ligada al desarrollo, seguridad y defensa del país.

Teniendo en cuenta que la región geopolítica en la que se encuentra Colombia, le otorga una posición favorable en la órbita geoestacionaria, resulta inexplicable que por falta de presencia en el espacio, la órbita este siendo administrada y aprovechada por potencias satelitales extranjeras con la capacidad de mandar naves espaciales casi anualmente. Esta falta de presencia de Colombia en el espacio da una oportunidad a los demás países para aprovechar la órbita satelital correspondiente al país, punto en el cual se debe señalar que cada vez el espacio se llena más de satélites y, la basura espacial, ha terminado por convertirse en un problema al que no se ha dado la importancia necesaria.

- Objetivo General
- Objetivos específicos
1. Diagnosticar el estado geopolítico del uso de la tecnología de satélites en la región.
 2. Caracterizar la importancia del uso de la información satelital, fortalezas y limitaciones.
 3. Evaluar el costo beneficio de la utilización de tecnología satelital comparado con las capacidades actuales de las Fuerzas Militares.
 4. Analizar el impacto de la tecnología satelital en la capacidad de acción de las Fuerzas Militares.

Objetivos

Objetivo General

Identificar las nuevas capacidades estratégicas de las Fuerzas Militares a través de la implementación de un satélite de observación de la Tierra.

Objetivos específicos

1. Diagnosticar el entorno geopolítico del uso de la tecnología de satelital en la región.
2. Caracterizar la importancia de del uso de la información satelital, fortalezas y limitaciones.
3. Evaluar el costo beneficio de la utilización de tecnología satelital comparado con las capacidades actuales de las Fuerzas Militares.
4. Analizar el impacto de la tecnología satelital en la capacidad de acción de las Fuerzas Militares.

Metodología

El presente trabajo corresponde a una investigación cualitativa en la cual se han privilegiado procedimientos de análisis, descripción y conceptualización, que permiten ofrecer definiciones claras y precisas de los términos empleados, así como descripciones completas de los procedimientos técnicos y tecnológicos enunciados. Actividades que se realiza a partir de la revisión bibliográfica existente, y donde se privilegian, especialmente, las fuentes primarias, y se acude de manera auxiliar a fuentes secundarias, en que se aborda la temática tratada: la tecnología satelital.

Diseño

El diseño que se empleó en el presente trabajo corresponde al denominado investigación-acción, cuya: "(...) finalidad es resolver problemas cotidianos e inmediatos. Su propósito fundamental se centra en aportar información que guie la toma de decisiones para programas, procesos y reformas estructurales" (Hernández, 2010).

El objetivo de esta investigación -reiteramos-, consiste en identificar las nuevas capacidades estratégicas que tendría el Gobierno colombiano a través de sus Fuerzas Militares, con la implementación de un satélite de observación de la Tierra.

El documento se encuentra dividido en cuatro capítulos que corresponden al desarrollo concreto de cada uno los objetivos específicos planteados y, finalmente, se presentan conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DEL ENTORNO GEOPOLÍTICO PARA EL USO DE LA TECNOLOGÍA SATELITAL EN LA REGIÓN

1. Diagnóstico

Mientras Colombia no adopte una política de Estado que defina los intereses nacionales, no se podrá contar con un programa de desarrollo satelital que tenga proyección e impacto en el quehacer de las Fuerzas Militares. Actualmente parece que el Gobierno Nacional no se muestra demasiado interesado en patrocinar este tipo de programas: "El Gobierno considera inconveniente adelantar una inversión que puede llegar a 250 millones de dólares con una vida útil de 7 años", afirmó el Señor Vicepresidente German Vargas Lleras (W Radio, 2014).

La teoría de Kjellen buscar establecer cierto grado de identidad entre el Estado y los organismos vivientes, para lo cual parte de afirmar que: "los Estados están sujetos a la ley del crecimiento", y acorde con este raciocinio, el Estado es visto como un organismo vivo que nace, se desarrolla y muere; o en algunos casos se transforma (Rosales, 2005, pág. 11). Hablar de la teoría del "Estado vital" es identificar al hombre como motor y creador del mismo, capaz de construir y destruir los espacios que lo rodean según sus necesidades. Por lo tanto, el hombre es el generador del ciclo vital que se desarrolla a partir de tres elementos claves: la economía, la estrategia y la demografía. Ejemplo de esto es la forma como interactúan hombre y espacio.

Bajo este concepto es importante resaltar que el Estado colombiano debe siempre buscar y promover el crecimiento tecnológico, del cual hace parte importante el aspecto satelital, que se convierte -entonces- en una herramienta fundamental para ejercer la soberanía, que para el caso específico, incluye la espacial, la cual solo puede realizarse dependiendo de la capacidad tecnológica, incluyendo toda la infraestructura con el fin de controlar, dominar y hacer presencia en la totalidad del territorio.

De lo anterior se sigue que la política que define la estrategia o estrategias sobre la soberanía espacial, se debe convertir en una política de interés nacional, en tanto jalona el desarrollo y bienestar de la población. Al respecto se ha señalado: “La interacción entre el hombre y la geografía ha evolucionado en la medida en que la sociedad fue dependiendo menos de las fuentes naturales de los medios de vida, como lo son la fertilidad del suelo y la abundancia de alimentos”. (Rosales, 2005, pág. 48).

En el año de 1990 el ex presidente de la República Argentina, Carlos Menem, afirmó:

“Es notorio que aquellos países que poseen tecnología aeroespacial nos llevan gran ventaja, porque las demás naciones no tienen más alternativa que alquilar o contratar sus servicios, bajo estrictos condicionamientos de carácter político y económico. Dentro de este reducido núcleo de países hay otro más limitado aún, que es el de los que tienen capacidad de colocar satélites de comunicaciones, aparatos científicos, laboratorios espaciales. Este selectísimo grupo fija a su placer y parecer los precios de lanzamiento

(...) Esta ventaja de exclusividad ha terminado por conformar un grupo cerrado que tiende a imposibilitar el desarrollo espacial de terceros países. (...) Advertimos que la disponibilidad de tecnología espacial es ya una condicionante de las perspectivas de desarrollo de cualquier país". (Blinder, 2000).

Si se compara nuestro país, en lo que tiene que ver con tecnología y desarrollo espacial, fácilmente vemos que hay un rezago considerable frente a los demás países de la región, como por ejemplo, la República Bolivariana de Venezuela.

Teniendo en cuenta que en la región coexisten naciones con diferentes corrientes o líneas de pensamiento político, podemos encontrar grandes diferencias en el desarrollo de sus políticas de seguridad y defensa: para algunas naciones el desarrollo satelital se ha convertido en una de las principales herramientas y prioridades para poder cumplir con los objetivos del Estado, por lo cual, a continuación pasaremos a revisar los avances satélites que en materia de observación de la Tierra, han adelantado las naciones más influyentes en la región geopolítica:

2. Venezuela y la Agencia Bolivariana para Temas Espaciales - ABAE

En enero de 2008 el Gobierno bolivariano bajo la presidencia del mandatario Hugo Chávez Frías, creo con el fin de tratar todos los temas relacionados con el desarrollo de las

políticas espaciales, la Agencia Bolivariana para Temas espaciales - ABAE, entidad que se ha caracterizado por realizar diferentes acuerdos de cooperación internacional, entre los que destacan, acuerdos realizados con la Republica de China y la Federación Rusa. (ABAE, 2014).



Ilustración 1. Fuente. Página oficial ABAE. Imagen del lanzamiento del satélite Miranda desde China - 28 de septiembre de 2012.

En el artículo 3° de la Ley de la ABAE, puede leerse: “La Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE) es un organismo especializado, técnico y asesor, responsable de ejecutar las políticas y lineamientos nacionales para el uso del espacio ultraterrestre con fines pacíficos, emanados del órgano rector en materia de ciencia y tecnología. Asimismo, se encarga de concretar programas y proyectos espaciales, así como, generar regulaciones y normativas en la materia”.

La puesta en órbita de *Miranda* ha servido de apoyo para el desarrollo de los programas de planificación y construcción de la Gran Misión Vivienda Venezuela, planes de desarrollo catastral, ubicación y caracterización de tierras con vocación agrícola, desarrollo de sistemas de

riego, gestión ambiental, aspectos de salud en el seguimiento de vectores epidemiológicos, información geológica y, para la seguridad y defensa de la Nación. (ABAE, 2014).

También es importante resaltar que dentro la infraestructura satelital, Venezuela cuenta con una estación terrena para la recepción de imágenes de radar, las cuales complementan la adquisición y producción de imágenes mediante la teledetección satelital.

3. Brasil y la Agencia Espacial Brasileira - AEB

La Agencia Espacial Brasileira (AEB) se encuentra bajo la organización del Ministerio de Tecnología e Innovación, fue creada en el año de 1994, con el fin de establecer y formular la política brasileira satelital (AEB, 2014), dentro de sus programas más importantes se encuentra establecido, como una política de Gobierno, el programa satelital brasileiro, que de acuerdo al organigrama del Gobierno depende directamente de la Presidencia de la República.

Con más de 20 años de desarrollo tecnológico, Brasil ha experimentado varios aciertos, como por ejemplo, alianzas con algunos países de la región, entre ellos: Argentina y Chile, con los cuales mantiene acuerdos de cooperación para fortalecer la infraestructura y el conocimiento del segmento satelital.

Como muestra del avance tecnológico, tenemos que Brasil, en el año de 1997, ingresa al Programa Espacial Internacional y, gracias a una política de Estado consolidada, el 30 de marzo de 2006 el Teniente Coronel Marcos Montes se convierte en el primer astronauta brasileño en ser parte de la tripulación de la Estación Internacional (AEB, 2014), sin embargo, la carrera espacial brasileña, sufrió un gran revés debido a un accidente ocurrido el día el 22 de marzo de 2003, cuando explotó un cohete de lanzamiento de satélites en la base de Alcántara, ubicada al nororiente del país. Incidente que vino a demostrar el compromiso brasileño en el campo de las tecnologías satelitales, pues este imprevisto no fue un obstáculo o razón para detener el programa satelital en desarrollo y, en la actualidad, Brasil cuenta con 04 naves espaciales en órbita.



Ilustración 2. Imagen del lanzamiento de CBRS1 desde la base de Taiyuan, China, en 1999.

Esta política clara y definida en torno a la tecnología satelital demuestra el interés de Brasil por alcanzar y garantizar sus aspiraciones nacionales en materia de política espacial, seguridad y defensa. Áreas que están definidas en la estrategia y cuentan con una elevada inversión económica, lo que no deja de llamar la atención si se repara en que Brasil es uno de los países con mayor desigualdad social en América Latina.

4. Chile y la Agencia Chilena del Espacio – ACE

Mediante el Decreto N° 338 el Gobierno Chileno crea la Agencia Chilena del Espacio (ACE), perteneciente al Ministerio de Defensa Nacional y a la Subsecretaría de Aviación, siendo su cometido central la identificación, formulación y ejecución de políticas, planes, programas, medidas y demás actividades relativas a materias espaciales (<http://web.archive.org>, 2001).



Ilustración 3 (<http://web.archive.org>, 2001). Revisado por última vez en septiembre de 2014.

En Chile el servicio aerofotogramétrico de Chile saf, administra y controla el satélite *FASat-Charlie*, el cual fue puesto en órbita en septiembre de 2011, fecha desde la cual realiza tareas de observación de la tierra.

El servicio aerofotogrametrico de Chile saf, es una entidad que tiene la función de generar la cartografía oficial del Estado, bajo esta fortaleza todos los requerimientos son centralizados y cumplidos con los diferentes medios tecnológicos.

Gracias al programa satelital chileno el país incremento su desarrollo tecnológico, debido a que en el marco del proyecto del satélite, las compañías constructoras invirtieron en la infraestructura chilena satelital y se logró la certificación de talleres de reparación de elementos componentes en Chile, dando de esta manera un incentivo para la investigación y exploración del espacio.

5. La situación colombiana

El Ministerio de Defensa por medio de la Fuerza Aérea muestra un avance tecnológico en el tema satelital. Mediante alianzas de investigación y proyectos universitarios se pudo lograr un nano-satélite en el año 2010, esta situación dejó abierta la iniciativa para implementar el desarrollo espacial, sin embargo la falta de una política de Estado para este tema en particular ha retardado el desarrollo de la actividad, que no ha contado con los recursos suficientes para la continuidad de la investigación.

5.1 Convenio de cooperación

Si el Gobierno nacional se decidiera a apoyar este tipo de proyectos de investigación y además los promocionara e incentivara, esto traería como resultado, situar al país en condiciones de igualdad en relación con los demás países de la región. Con una política satelital moderna y con equipos de avanzada, llegaríamos a coordinar el desarrollo del Estado en materia de seguridad y en materia económica. Lo que ubicaría a Colombia como una Nación moderna y fuerte, que puede llegar incluso a ser mejor que sus vecinos en materia de tecnología satelital. Por lo cual, se requiere aprovechar la riqueza del suelo como manera de competir propia de un país moderno frente a otros países, y dejar de ser un país proveedor de recursos de primer nivel (sector primario) y generar productos especializados, incrementando y fortaleciendo la economía nacional.

No será necesario abandonar lo ya establecido, por el contrario, lo aprendido por el Ministerio de Defensa con la Fuerza Aérea, cumplirá una misión fundamental en el proceso de paz y postconflicto, que requiere de una tecnología satelital que fácilmente ubique al mundo seguro y al mundo económico moderno, generando riqueza en todos los campos.

Es de vital importancia para que el programa satelital colombiano coordine y alineé a los diferentes Ministerios: Comunicaciones, Defensa, Agricultura, etc. que con procesos prácticos sean utilitarios y gestores de la era satelital universal, para lograr rentabilidad técnica y económica para todo el país.

5.1 Convenios de cooperación

Mediante la directiva 06/MDNGIOA-019 el Ministerio de Defensa Nacional suministra los lineamientos ministeriales para el cumplimiento de la política de cooperación industrial y social OFFSET. Los convenios de cooperación estratégica firmados por Colombia con diferentes naciones aliadas en temas comerciales y, principalmente, en el sector defensa, han sido fundamentales para el desarrollo de nuevas capacidades del país.

El Ministerio de Defensa, mediante los acuerdos de cooperación y desarrollo Tecnológico OFFSET, busca como compensación por la firma de contratos superiores a 01 millón de dólares, que la compañía contratista se comprometa a desarrollar programas tecnológicos, con el fin de generar nuevas capacidades en el país y, sin importar, el sector de desarrollo.

Los convenios de cooperación estratégica firmados por Colombia con diferentes naciones aliadas en temas comerciales y de defensa, han sido fundamentales para el desarrollo de nuevas capacidades del país, un ejemplo de esto lo constituye el acuerdo de Compensación firmado entre los gobiernos de Colombia y Canadá, donde por el contrato de *“adquisición y puesta en funcionamiento de una estación terrena satelital para la programación recepción y descarga de imágenes satelitales de radar”*, se logró una compensación en capacitación especializada y fortalecimiento de la infraestructura de datos espaciales, para garantizar la administración de los productos satelitales, con el fin cumplir la misión de dar respuesta a los requerimientos de las

entidades de seguridad del Estado y a los requerimientos de las agencias del Estado que tengan convenios de cooperación con el Ministerio de Defensa.

USO DE LA INFORMACIÓN PATRIAL, FUERTES Y LIMITACIONES

1. Componentes de los sistemas de observación de la Tierra

Los sistemas de observación de la tierra son tecnología espacial que se dividen en tres categorías principales que son:

Estación de procesamiento y recepción la cual transmite los requerimientos a la nave espacial de carga y potencia, los datos adquiridos para ser recibidos en estaciones terrestres.

Nave espacial satelital especial en donde se encuentra la carga de los sensores de percepción remota se usan aplicaciones de carga.

Sistema de comunicaciones que consiste por los enlaces de comunicación y antenas para lograr la comunicación con el satélite.

CAPÍTULO II

CARACTERIZAR LA IMPORTANCIA DEL USO DE LA INFORMACIÓN SATELITAL, FORTALEZAS Y LIMITACIONES

1. Componentes de los sistemas de observación de la Tierra

Un sistema de observación de la tierra con tecnología satelital tiene tres componentes principales tales como:

Estación de programación y recepción: la cual comunica los requerimientos a la nave espacial descarga y procesa los datos adquiridos para convertirlos en productos satelitales.

Nave espacial: vehículo espacial en donde se encuentra la carga de los sensores de percepción remota ya sean ópticos o de radar.

Sistema de comunicaciones: integrada por los códigos de comunicación y antenas para lograr la comunicación con el satélite.



Ilustración 4. Imagen tomada del documento 50ª ASAMBLEA DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO-BID. EXPODESARROLLO 2009 COMISION COLOMIBANA DEL ESPACIO.

2. Avances históricos de la tecnología satelital

Antes de caracterizar la importancia y el uso de la información satelital, es importante reconocer cuales han sido los avances históricos más importantes que las tecnologías y los satélites de observación de la tierra han tenido.

Los primeros lanzamientos de satélites artificiales se dieron bajo la bandera del ya reconocido *Sputnik* (4 de octubre de 1957) por parte de la Unión soviética, y como respuesta por parte de los Estados Unidos de América, el *Explorer I* (1 de febrero de 1958). Con el inicio de la *carrera espacial* se inició también la rivalidad tecnológica, una nueva era en los métodos de

observación de la tierra y también una revolución en la forma en que observamos nuestro planeta. Es así como, hacia la mitad del año 1960 es lanzado el *TIROS-I*, éste fue un satélite meteorológico, diseñado para las previsiones meteorológicas cotidianas mediante imágenes que permitían observar el comportamiento de las nubes.

Con posterioridad a estos lanzamientos, más y más países quisieron poner en órbita sus propios satélites espaciales, es así como Francia lanza el *Asterix* (26 de noviembre de 1965), el cual no contaba con ningún equipo científico en su interior, pero que posicionaba a Francia como tercera potencia espacial capaz de colocar un satélite artificial en órbita.

El siguiente gran adelanto se dio hacia el año de 1972 con el lanzamiento del Satélite de tecnología de los recursos terrestres, denominado por sus siglas en inglés *ERS-1*, considerado como el primer satélite de observación de la tierra, rebautizado tiempo después como *Landsat 1*, cuyo objetivo era el de estudiar y controlar la cobertura de nuestro planeta (<http://landsat.gsfc.nasa.gov/>). A partir de *Landsat 1* se dio inicio a una serie de lanzamientos de satélites de observación de la tierra por parte de diferentes países, pero especialmente de los Estados Unidos y la Unión Soviética.

Bajo la gestión de la Agencia Espacial Europea (ESA), fueron lanzados los satélites de observación de la tierra *ERS-1* y *ERS-2*, lanzados en 1991 y 1995 respectivamente, los cuales incluían “radares de apertura sintética, altímetro de radar e instrumentos para medir la temperatura de la superficie del océano y los campos de viento”.

En América Latina, tenemos los siguientes datos: Brasil ha lanzado al espacio desde 1994, cuatro satélites; Chile en el 2011 envió su tercer satélite al espacio; Venezuela en el 2012 mando su primer satélite “MIRANDA” y; Perú, tiene programado lanzar su primer satélite de observación con apoyo de la compañía Francesa Airbus:

“Además del desarrollo de un sistema satelital completo de muy alta resolución, el proyecto prevé el lanzamiento del satélite, la construcción de una estación terrestre de monitoreo y un amplio programa de transferencia de conocimiento que contempla la capacitación en Toulouse (Francia), capital europea de la industria aeronáutica y espacial, de más de 50 profesionales peruanos”.(Ambafrance-pe, 2014).

Para poder identificar las ventajas y las limitaciones de un satélite de observación de la Tierra es necesario aclarar varios conceptos que permiten entender el estudio y ponderación de las características, para lo cual es importante tener en cuenta que los satélites de percepción remota se dividen según su fuente energética en pasivos y activos:

Sensores activos: son los satélites que tienen la capacidad de generar su propia energía con el fin de adquirir información, entre este grupo se encuentra principalmente los radares de apertura sintética que mediante la emisión y recepción de ondas electromagnéticas genera la imagen. Una característica de estos sensores es que no son afectados por las

condiciones meteorológicas (nubes, lluvia, bruma, etc.).

Sensores pasivos: son los satélites que tienen la necesidad de una fuente de energía externa para poder adquirir información y generar la imagen, principalmente la fuente externa es la energía solar. Las imágenes producidas por este tipo de sensores resulta afectada por las condiciones meteorológicas (Vingoni, 2003).

Los satélites de percepción remota se dividen según su resolución espacial, es decir la capacidad del sensor para adquirir información en tamaño de pixel (unidad de medida métrica):

Alta resolución: en esta clasificación se encuentran los satélites con capacidad de captar imágenes con un tamaño de pixel entre 25 y 10 metros.

Muy alta resolución: entre 10mts a 1mts.

Submétrica: menor de 1 metro.

Los satélites de percepción remota se dividen según su resolución espectral, es decir la capacidad del sensor en adquirir información dependiendo del número de bandas de adquisición

en:

3. Principales aplicaciones de la tecnología de observación de la Tierra

Pancromático: capacidad del sensor en una sola banda, es decir en escala de grises (blanco y negro).

Multiespectral: el sensor está en capacidad de captar información en un número de bandas comprendida entre 3 y 12 bandas, principalmente el visible RGB, e infrarrojo cercano IR.

Hiperespectral: cuando el satélite está en capacidad de adquirir información con un número superior a 12 bandas.

La resolución temporal, es decir la capacidad del satélite en tiempo de volver a un punto sobre la superficie de la tierra con las mismas características de toma, ángulo de adquisición, hora, órbita y posición.

Aunque sería muy extenso describir todos los satélites de observación de la Tierra que existen en el mercado, los anteriormente mencionados, son los más convencionales y utilizados, ya sea para cartografiar la temperatura de la superficie de los mares, cartografiar la vegetación, los desastres naturales o para el control medio ambiental.

3. Principales aplicaciones de la tecnología de observación de la Tierra

En este punto de la argumentación es importante pasar a describir las principales aplicaciones que se dan con el uso de tecnología de observación de la tierra.

3.1 Vigilancia y monitoreo nacional e internacional

Las imágenes satelitales proporcionan información clave sobre actividades que se producen en las fronteras nacionales, instalaciones y puertos, pero esta fuente de información es sólo una parte del cuadro operativo. Las imágenes de alta resolución permiten la identificación detallada de los despliegues y postura de los objetivos.



Ilustración 5. Fuente. Creación propia para presentación en MDA.

3.2 Detección de cultivos ilícitos

Las bandas espectrales de los satélites proporcionan nuevas aplicaciones en el ámbito de la identificación de los cultivos. Esta nueva capacidad puede ser aplicada directamente a la búsqueda de cultivos ilícitos por los organismos de orden público.



Ilustración 6 Fuente. Creación propia para presentación en MDA.

3.3 Clasificación rápida del uso de la tierra

La información suministrada por satélites de observación también permite a los analistas clasificar rápidamente el uso del suelo a través de técnicas automatizadas y semi-automatizadas.

Esta capacidad permite a los planificadores del uso del suelo determinar el estado actual de desarrollo de áreas remotas.

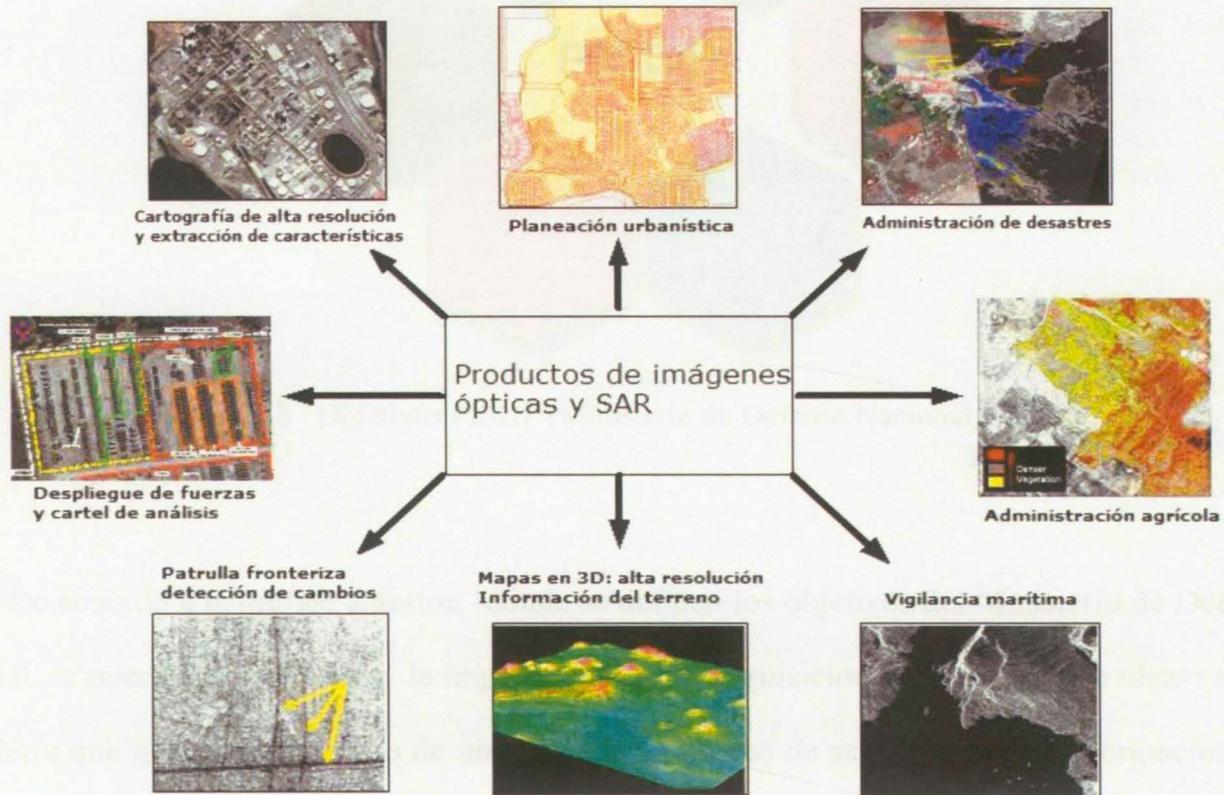


Ilustración 7. Diferentes aplicaciones y productos de las imágenes satelitales. Fuente. Creación propia para presentación en MDA.

4. Caracterización del uso de la tecnología satelital

Si bien es cierto el Estado colombiano se encuentra adelantando diálogos de negociación con el grupo terrorista de la FARC, esta situación coyuntural afecta la destinación de recursos para la inversión y adquisición de nuevas tecnologías para el sector defensa, según el documento de (PSIDP) donde se definen los objetivos a consolidar.

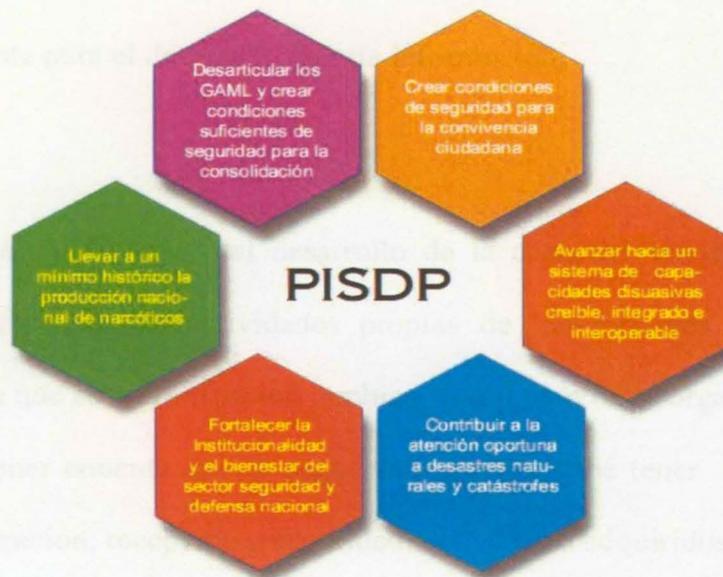


Ilustración 8 Objetivos PISDP (Ministerio de Defensa Nacional, 2011)

De acuerdo a la grafica anterior, donde se definen los objetivos del Ministerio de Defensa Nacional, se puede evidenciar que la implementacion y adquisicion de un satelite de observacion de la tierra que genera el producto de imágenes, el concepto de seguridad de la informacion, el tiempo de retoma, la disponibilidad de adquirir informacion, se convierte en un insumo fundamental para realizar la estrategia de defensa y seguridad en relacion con todos y cada uno de los objetivos definidos por el Gobierno Nacional.

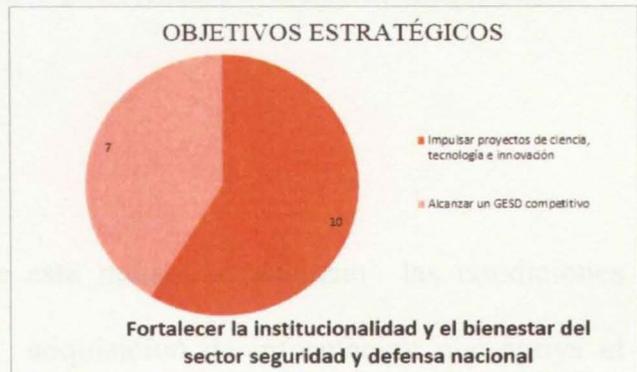
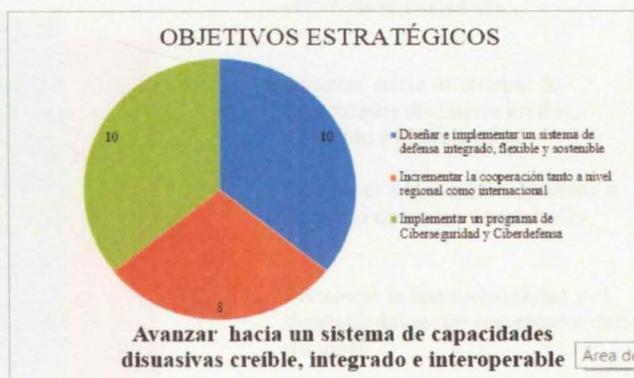
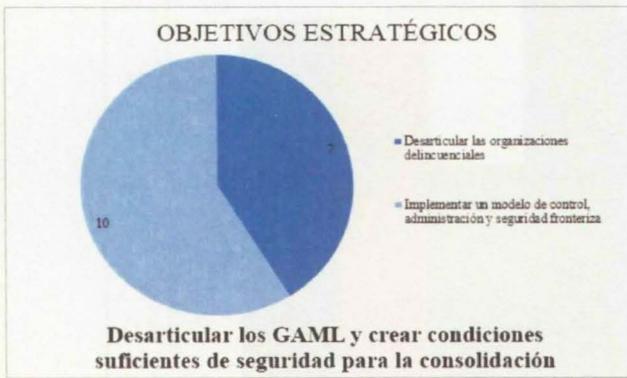
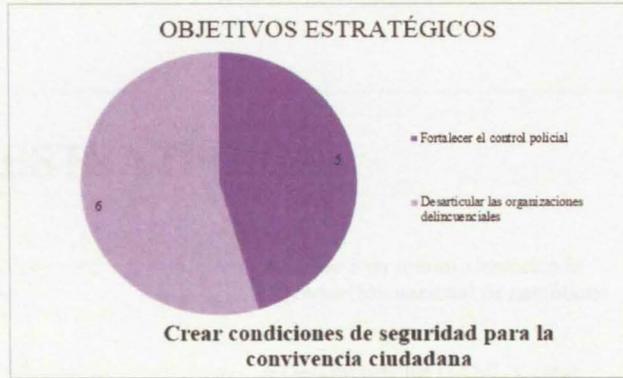
Es importante tener en cuenta que, si bien, la tecnologia satelital da capacidades de observacion sobre la Tierra, cumple un papel importante como un aporte para empezar cualquier tipo de analisis y, los productos de este analisis, se convierten en estudios con un nivel de calidad alto, toda vez que la informacion suministrada aporta un enfoque global -por las características propias de la informacion-. Asi mismo, es necesario que el pais se encuentre

preparado tecnológicamente para el desarrollo de esta información.

Según Willem Steenis (2011): “el desarrollo de la capacidad satelital tiene un aporte fundamental para el desarrollo de actividades propias de los militares, sin embargo es importante tener en cuenta que esta información también es útil para otros organismos del Estado, por esta razón se debe tener en cuenta que la capacidad satelital debe tener una infraestructura adecuada para la administración, recepción y seguridad de los datos adquiridos”.

A continuación se realizará una matriz de afectación relacionando los 6 objetivos impuestos en el PISDP y como se cubre la información satelital en un insumo fundamental para el planeamiento de estrategias. En una escala de 1 a 10, y dando un valor máximo de afectación en el planeamiento de 10 y un nivel mínimo de afectación de 1:

Ilustración 9. Objetivos Estratégicos.



Por medio de esta visualización se pueden identificar los valores de afectación sobre cada uno de los objetivos del Ministerio de Defensa, además de categorizar los objetivos que sufren mayor afectación con la implementación de esta tecnología.



Tabla 1 Objetivos Estratégicos. Fuente. Creación propia.

Para desarrollar un poco la sustentación de esta matriz se analizan las condiciones actuales del Gobierno Nacional en relación con la adquisición de información que apoya el cumplimiento del (PISDP) así:

Llevar a un mínimo histórico la producción nacional de narcóticos, dentro del territorio nacional:



En Colombia existe el SIMCI (Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos) que tiene como propósito principal, procesar y publicar el Censo de Cultivos Ilícitos de Colombia, con estadísticas actualizadas anualmente sobre la extensión de las áreas con cultivos de coca, la

Ilustración 10 Objetivos Estratégicos

producción de cocaína y el análisis de los cambios presentados en años consecutivos (SIMCI, 2014).

TOTAL NACIONAL
SERIE HISTÓRICA DE CULTIVOS DE COCA
PERIODO 2001 - 2011

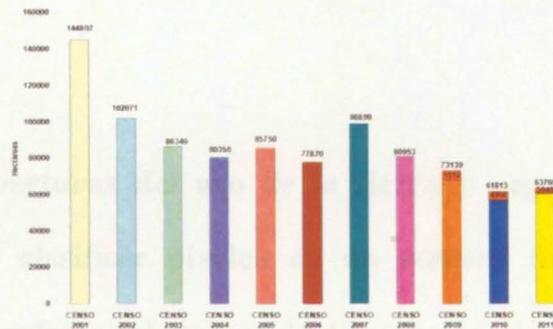


Tabla 2. CULTIVOS DE COCA ESTADÍSTICAS MUNICIPALES DE 2011.

En la realización de este censo la utilización de imágenes satelitales resulta fundamental para la generación de este producto y además, en procesos como los siguientes:

Georeferenciación: Para la interpretación de las imágenes satelitales y la identificación de cultivos ilícitos es indispensable georeferenciar dichas imágenes a una proyección geográfica común mediante el empleo de puntos de control que permitan enlazar las coordenadas de la imagen con las coordenadas en terreno.

Mejoramiento radiométrico y espaciales: Para facilitar el proceso de interpretación visual, se aplican varios mejoramientos radiométricos y técnicas de filtro que sirven para mejorar el contraste de la imagen.

Combinación de bandas: Para permitir una fácil interpretación de la imagen desplegada, es posible escoger qué banda se asigna a cada cañón RGB, para obtener una composición a color que realce las coberturas de interés.

Clasificación de coberturas del uso de la tierra y vegetación: Clasificación multi-espectral es el proceso de clasificar píxeles en un número finito de clases o categorías individuales, con base en los valores del archivo de datos(www.unodc, 2011).

Sin embargo, aunque la información tiene un nivel de procesamiento profesional y de alta calidad, el insumo base (las imágenes satelitales) son de una resolución espacial demasiado baja,

el tiempo de revisita muy alto y un nivel de precisión que necesita un grado alto de posprocesamiento. Ya que este estudio se hace con base en imágenes de los satélites, se presentan los siguientes datos:

SATELITE	RESOLUCION ESPACIAL	RESOLUCION ESPECTRAL	TIEMPO DE REVISITA
LANSAT	10mts 30mts	En pancromatrico (escala de grises) Termico	16 dias
ASTER	15m	Visible Infrarojo cercano	16 dias
SPOT	5mts	Visible	15 dias

En el campo de satélites de observación de la Tierra se tiene una clasificación según la resolución espacial de las imágenes, en esta clasificación se encuentran las imágenes de alta resolución comprendida de 10 y 25 mts, las de muy alta resolución comprendidas entre 1mts y 10metros, y las imágenes sub-métricas, la de mejor calidad, es decir donde el nivel de resolución es menor a 1mts de resolución.

El producto del censo de monitoreo para cultivos ilícitos tiene varias limitaciones, debido a la calidad del suministro de la información con la que se elabora. Las imágenes utilizadas son adquiridas por satélites que están operando desde la década de los 80, los datos tienen limitaciones en precisión, cobertura, tiempo de revisita y georeferenciación.

Teniendo en cuenta que la publicación de seguimiento de cultivos ilícitos es un indicador reconocido a nivel internacional sobre la lucha contra la producción de narcóticos, que se quiere llevar a un mínimo histórico por parte del Gobierno nacional. A lo que se agrega que el resultado de este estudio tiene unas implicaciones en la política exterior, debido a que se demuestra el compromiso del país en la lucha contra el crimen transnacional, en este caso específico, el Narcotráfico.

De acuerdo a la tabla anterior se puede evidenciar que con la implementación por parte del Gobierno colombiano de un satélite de observación de la Tierra a través de las Fuerzas Militares, la realización de este tipo de estudios tendría mejor calidad de acuerdo a las condiciones técnicas del satélite.

El Gobierno colombiano a través de la Comisión Colombiana del Espacio (CCE) estableció las características que debe cumplir el tema de observación de la Tierra. Estas características fueron definidas por el comité técnico y son de carácter reservado, de acuerdo al documento generado el 21 de julio del 2013, por parte del comité técnico de la Comisión

CAPÍTULO III

EVALUAR EL COSTO BENEFICIO DE LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍA SATELITAL PARA LA OBSERVACIÓN DE LA TIERRA COMPARADO CON LAS CAPACIDADES ACTUALES DE LAS FUERZAS MILITARES

1. La imagen satelital y la fotografía

La imagen satelital y la fotografía son herramientas que nos proporcionan una vista de la Tierra desde arriba. Ambas son tecnologías que se utilizan para obtener imágenes geográficas, realizar estudios de terreno, evaluar el medio ambiente y otros usos militares, entre otros. En este documento se presenta una visión general de la calidad del terreno por medio de las tecnologías de percepción remota y el uso de instrumentos que registran los datos mediante dispositivos ópticos, electro-ópticos, óptico-mecánicos o electrónicos y sus aplicaciones generales. Lo que se presenta es uno de los más importantes documentos disponibles en materia de planificación, así como para detectar los fenómenos y producir mapas de diversos tipos de peligros y vulnerabilidades.

Los métodos de crear y captar imágenes en la actualidad se agrupan en dos técnicas que pueden producir imágenes digitales: de manera satelital y por medio de fotografía aerotransportada en aviones. Las imágenes satelitales tienen muchas aplicaciones científicas e

CAPÍTULO III

EVALUAR EL COSTO BENEFICIO DE LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍA SATELITAL PARA LA OBSERVACION DE LA TIERRA COMPARADO CON LAS CAPACIDADES ACTUALES DE LAS FUERZAS MILITARES

1. La imagen satelital y la fotografía

La imagen satelital y la fotografía son herramientas que nos proporcionan una vista de la Tierra desde arriba. Estas dos tecnologías son utilizadas para adelantar estudios geográficos, realizar análisis de impacto ambiental e incluso para el espionaje militar, esto es posible en tanto proporcionan una visión panorámica de la realidad del terreno por medio de las tecnologías de percepción remota y el uso de instrumentos que registran los datos mediante dispositivos ópticos, electro-ópticos, óptico-mecánicos o electrónicos y sus aplicaciones generales. Lo que representa una de las más importantes herramientas disponibles en materia de planificación así como para detectar los fenómenos y producir mapas de diversos tipos de peligros y varianzas.

Los métodos de crear y captar imágenes en la actualidad se agrupan en dos técnicas que pueden producir imágenes digitales: de manera satelital y por medio de fotografía aerotransportada en aviones, las imágenes satelitales tienen mayores aplicaciones científicas a

gran escala, mientras que la fotografía aérea tiene mayores aplicaciones comerciales a menor escala. Estas se describen a continuación:

1.2 Tipos de sensores



Ilustración 11 Representación gráfica de resolución espacial y altura de toma. Fuente. Creación propia presentación para LEICA.

1.1 Fotografía aérea

La fotografía aérea es la que se produce desde globos, helicópteros o aviones: se utiliza principalmente para cartografía. En 1855, EL aeronauta francés Gaspar Félix Tournachon patentó el primer proceso de fotografía aérea, sin embargo llevó tres años producir LA primera imagen.

Los sistemas aéreos disponibles incluyen cámaras aéreas, barredores electrónicos multispectrales, barredores electrónicos térmicos infrarrojos, radiómetros pasivos para producir imágenes con microondas y radares aéreos de vista lateral.

1.2 Imagen satelital

El término "imagen satelital" puede hacer referencia a un gran número de tipos de imágenes transmitidas de forma digital Y tomadas por satélites artificiales que orbitan la Tierra. El primer sistema satelital fue iniciado por los Estados Unidos en 1960, cuya finalidad era espiar a la Unión Soviética. Sin embargo, además de ser usadas con fines militares, las imágenes satelitales son empleadas para hacer cartografía, control medioambiental y predicción del clima.

2. Áreas y aplicaciones

Teniendo en cuenta que actualmente la capacidad satelital debe ser considerada como una herramienta más del Estado para llevar bienestar y desarrollo a todo el territorio nacional, es importante identificar las principales áreas y aplicaciones en caso de implementación de un programa satelital:

Área	Aplicación
Gestión Ambiental	1. Ecosistemas y Biodiversidad
	2. Recurso hídrico
	3. Océano y zonas costeras
	4. Atmósfera, meteorología y clima
	5. Suelo
	6. Agrícola

Sistemas productivos	7. Pecuario 8. Silvicultura 9. Piscicultura y pesca
Gestión del Riesgo	10. Remoción en masa 11. Inundaciones 12. Eventos Sismo-tectónicos 13. Volcanes 14. Fenómenos atmosféricos
Recursos minerales y energéticos	15. Incendios 16. Hidrocarburos 17. Minería 18. Energía hídrica 19. Biocombustibles 20. Energías alternativas
Planificación urbana regional	21. Transporte 22. Infraestructura 23. Catastro
Salud	24. Epidemiología 25. Salud pública 26. Emergencias sanitarias
Información Básica	27. Geología y geomorfología 28. Cartografía base 29. Cobertura y uso de la tierra 30. Producción estadística
Cambio Climático Ordenamiento Territorial	

Tabla 3. Fuente Comisión Colombiana del Espacio 2009.

Se pueden enmarcar los beneficios en:

- **Centro de Simulación e Implementación de Misiones Satelitales**

- Administración autónoma del programa satelital Prioridades Nacionales.

- Desarrollo de capacidad en ingeniería satelital.

- Incubadora de empresas de base tecnológica.

- **Masificación del uso de las imágenes de sensores remotos**

- Centros de procesamiento: en diversos sectores.

- Proyectos de investigación y generación de conocimiento.

- Programas de capacitación y difusión de tecnologías geoespaciales.

- **Convenios con agencias espaciales internacionales que producen información satelital, incluyendo meteorológica**

- **Política Nacional de Información Geoespacial**

- Acceso y mecanismos de intercambio.

- Uso y licenciamiento.

- Precios y opciones de reinversión en desarrollos tecnológicos.

CAPÍTULO IV

ANALIZAR EL IMPACTO EN LAS CAPACIDADES DE LAS FUERZAS MILITARES

1. Imágenes satelitales y operaciones militares

El uso de imágenes satelitales para el apoyo en el planeamiento de operaciones militares se convierte cada día en una necesidad más importante, toda vez que es el mejor medio en la búsqueda de información que no es detectable por el enemigo, pues en el momento de adquirir esta información es imperceptible al ojo humano y, por estar en el espacio, no genera ningún tipo de ruido a su paso.

En el desarrollo de la Operación Libertad Duradera, en inglés OIF (Operation Iraqi Freedom) el secretario de estado Colín Powell demostró al mundo la necesidad y justificación de la intervención americana en Irak, dentro de su discurso ante las Naciones Unidas en febrero de 2003 demostró gráficamente las intenciones militares del gobierno de Bagdad: “Déjeme decirle al mundo que mediante el uso de imágenes satelitales y con el análisis de los intérpretes y el seguimiento a un objetivo determinado, y después de muchos análisis les muestro estas imágenes para poder determinar la actividad de unos vehículos con misiles al sur de Bagdad”(McAuley, Ms. Cheryl D., 2005).

Las naves satelitales se convierten en otro medio más para lograr cumplir con las misiones de reconocimiento, vigilancia y seguimiento, con el fin de confirmar información, hacer una evaluación de blancos con información pertinente, hacer consultas de posibles movimientos, multiplicar la información y finalmente recomendar al comando superior en la toma de decisiones.

Según Cheryl McAuley las implicaciones estratégicas de tener imágenes de inteligencia, han sido una fuente integral en los tomadores de decisiones en el mundo entero:

“(…) el reconocimiento espacial trae unas ventajas únicas: 1. Un gran número de consumidores de información satelital incluyendo la comunidad de inteligencia y de comando, 2. Reducción del tiempo de explotación de la información, 3. Actualización constante sobre áreas peligrosas sin arriesgar la vida de pilotos y aeronaves, 4. Monitorear y no alertar al enemigo, 5. Identificar de una manera precisa la localización de estructuras, 6. Incrementar el análisis para entender si algún hecho anormal ocurre en el área de cobertura (McAuley, Ms. Cheryl D., 2005).

El concepto de percepción remota viene desde la utilización de palomas dotadas con pequeños cámaras y la utilización de globos de reconocimiento, hasta el lanzamiento de naves satelitales a orbitas geoestacionarias para la observación de la Tierra.

2. Geointeligencia

Dentro de la doctrina de la Fuerza Aérea Colombiana, en su manual de Doctrina Básica Aérea y Espacial MADBA, el desarrollo de Operaciones Espaciales, como Misión típica y Operación Tipo, dentro de la Función Controlar el Aire, el Espacio y el Ciberespacio (Fuerza Aérea Colombiana, 2013): de igual manera el Departamento de Asuntos Espaciales de la FAC presenta como ejemplos de Operaciones Espaciales, actividades en las cuales está inmerso el uso de tecnologías espaciales, como: entrega de armamento de precisión, geoposicionamiento, análisis meteorológicos, comunicaciones globales, inteligencia aérea, control satelital, análisis y procesamiento de datos e imágenes satelitales, entre otras (Fuerza Aérea Colombiana, 2013).

Se define como la función de multiplicar la fuerza mediante las misiones de vigilancia reconocimiento y seguimiento con el uso de sensores a bordo de las plataformas de inteligencia, y esta doctrina debe ser complementada, toda vez que existen otros medios de búsqueda de información que se encuentran en el espacio y el ciberespacio. Bajo este argumento es necesario implementar un nuevo concepto denominado: geointeligencia (GEOINT), que es la utilización de cualquier medio de búsqueda de información sea humano o técnico que tenga la característica de estar ligado a un terreno mediante una localización en un sistema de coordenadas predeterminado. Bajo este concepto se puede ver que el término GEOINT se identifica como una disciplina dentro de la especialización de la inteligencia aérea, como un dato, pues es capaz de analizar diferentes productos de información geográfica, como un proceso, haciendo un análisis metodológico de la información y su explotación, disseminación y, como un producto, pues sirve para mostrar gráficamente el teatro de operaciones.

La inteligencia geoespacial o geointeligencia provee a los tomadores de decisiones o al comandante, de la habilidad de atender, compartir y entender el ambiente en el teatro de operaciones, de esta manera tanto el comandante como los tomadores de decisiones pueden hacer un modelo de tendencias, de acuerdo al desarrollo y evaluación de diferentes amenazas. La gran fortaleza de la inteligencia geoespacial es hacer un análisis de todas las etapas del planeamiento y poder identificar e informar los cambios al comandante para realizar un replanteamiento de las maniobras(Sanchez, 2009).

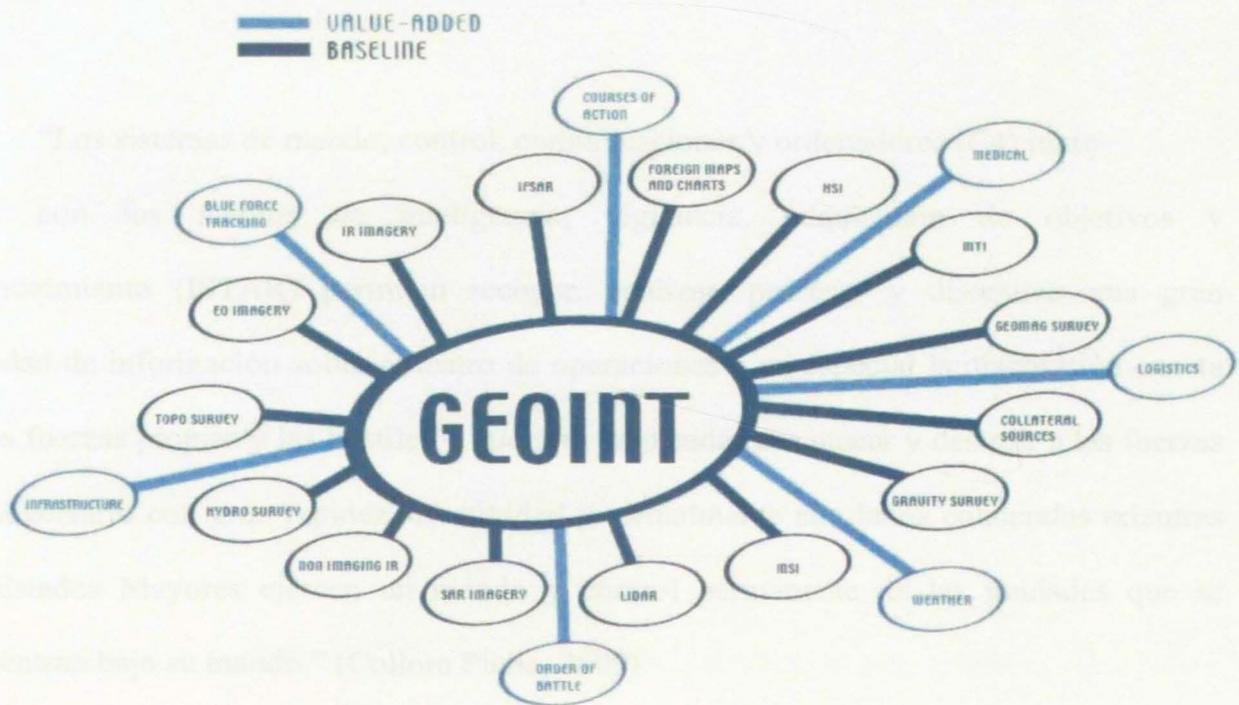


Ilustración 12 GEOINT's comprehensive integration of intelligence and imagery databases.

La correcta administración de la información espacial es importante para poder hacer un análisis adecuado, este análisis se logra a través de la implementación de un sistema de información geográfica que tiene tres componentes fundamentales: programas, máquinas y

datos, el sistema debe estar en capacidad de realizar consultas específicas, la calidad de la respuesta está directamente relacionada con la correcta administración, suministro y calidad de información que alimenta las bases de datos.

Es responsabilidad del analista tener organizada de una manera estandarizada la información de sus diferentes fuentes, las cuales serán mostradas o desplegadas, principalmente como un insumo a los centros de comando y control. Los centros de comando y control no son otra cosa más que el sitio al que llega y se fusiona toda la información que se tenga del teatro de operaciones:

“Los sistemas de mando, control, comunicaciones y ordenadores (C4) junto con los medios de inteligencia, vigilancia, adquisición de objetivos y reconocimiento (ISTAR) permiten recoger, analizar, procesar y diseminar una gran cantidad de información sobre el teatro de operaciones – en especial la disposición exacta de las fuerzas propias y las hostiles – que será empleada para atacar y destruir a las fuerzas del adversario con gran rapidez, efectividad y virtualmente sin daños colaterales mientras los Estados Mayores ejercen un mando y control permanente de las unidades que se encuentran bajo su mando.” (Collom Piella, 2009).

3. Análisis de capacidades del Gobierno colombiano en la adquisición imágenes mediante el uso de sensores remotos en plataformas aéreas y plataformas satelitales

En Colombia los principales productores de información de imágenes por parte del Estado son el Instituto Geográfico Agustín Codazzi y la Fuerza Aérea Colombiana y, en el sector privado, existen varias compañías con permiso de comercialización de las imágenes satelitales y la producción de imágenes, en cuya obtención utilizan aeronaves y en algunas ocasiones equipos remotamente tripulados.

En cuanto a las capacidades del Estado a través del Agustín Codazzi, es importante resaltar que las imágenes aéreas y satelitales son el insumo primordial para la generación de cartografía oficial.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, es la entidad encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia; elaborar el catastro nacional de la propiedad inmueble; realizar el inventario de las características de los suelos; adelantar investigaciones geográficas como apoyo al desarrollo territorial; capacitar y formar profesionales en tecnologías de información geográfica y coordinar la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) (IGAC, 2014).

Para poder cumplir con esta misión el Instituto cuenta con una aeronave tipo turbo-comander con un sensor multiespectral vexcel, con capacidad para producir imágenes de muy alta calidad y, de esta manera, cumplir con los requerimientos técnicos para la generación de cartografía urbana y rural.

En el manejo de imágenes satelitales esta entidad cuenta con la mayor experiencia de manejo de imágenes, ya sean ópticas o de radar, y en la actualidad posee convenios con diferentes países y entidades internacionales, como Estados Unidos a través de la Agencia Nacional Geoespacial (NGA) Acuerdo básico de cooperación e intercambio de información cartográfica con la Agencia Nacional de Cartografía e imágenes del Dpto. de Defensa de los EEUU – NIMA (2003). Oficina de las Naciones Unidas para Asuntos del Espacio Ultraterrestre – UNOOSA – Programa ONU – SPIDER (Plataforma de las Naciones Unidas para el Espacio de información para la Gestión de Desastres y la Respuesta de Emergencias)(IGAC, 2014).

También poseen líneas de producción en el manejo y explotación de imágenes de radar utilizadas principalmente para el desarrollo de modelos digitales de elevación en sitios donde las condiciones meteorológicas son adversas para la adquisición de una imagen óptica.

Las Fuerzas Militares de Colombia, a través de la Fuerza Aérea, cumplen con la misión fundamental de dar respuesta a los requerimientos de imágenes, tanto aerotransportadas como satelitales de las diferentes agencias de seguridad del Estado.

De esta manera la Fuerza Aérea inició el manejo de información de imágenes de percepción remota mediante naves espaciales en el año 2008, y con el paso de los últimos 6 años se ha incrementado la capacidad satelital, que ha pasado a convertirse en una herramienta estratégica, y hoy en día cuenta con una estación terrena satelital para la programación, comunicación, recepción y descarga de imágenes satelitales en tiempo real, de diferentes

sensores, ya sean de radar u ópticos. Sin embargo, este servicio tiene varias limitaciones que obedecen a diferentes aspectos que no se pueden reducir y que a continuación se relacionan:

3.1 Dependencia de tecnología extranjera

En la actualidad se tienen contratos de suministro de información satelital con las principales empresas comerciales de suministro de datos espaciales, aunque existen acuerdos de confidencialidad tanto por parte del contratante como del cliente, no se tiene certeza de reserva y manejo de la información por parte de la compañía: todas las imágenes tomadas por medios comerciales son propiedad de la compañía dueña del satélite que adquirió la información y, por tal razón, por ser un producto comercial, todas las imágenes que se tomen o que se ordenen por los diferentes clientes deben ser publicadas en una base de datos que puede ser consultada por cualquier país, organización o persona, ya que son de público acceso a través de internet.

En el caso de búsqueda de información estratégica esta vulnerabilidad se hace más visible por el tipo de objetivo al que se está haciendo seguimiento, y con una mala administración de la información puede ocurrir un hecho que altere las relaciones internacionales entre países de la región,

El "Miami Herald" reportó que el presidente venezolano Hugo Chávez ofreció una cantidad que oscilaba entre 100 y 150 millones de dólares para adquirir entre el 20 y el 30%

de la empresa *Image Sat International NV*, dueña de los satélites. Sin embargo, el negocio no pudo concretarse debido a que los dueños privados de la compañía no accedieron a la oferta.

Esta misma compañía ofrece en la actualidad el servicio de imágenes satelitales para seguimiento de objetivos, bajo requerimiento, al Ministerio de Defensa Nacional. Como el ejemplo anterior, existen varias empresas satelitales-comerciales cuyo objetivo es vender información de imágenes satelitales y cumplir con las expectativas del negocio.

En la actualidad existen varios países que ofrecen la entrega de imágenes satelitales, dentro de los productos con mejor calidad se encuentran los ofrecidos por países como Estados Unidos, Francia, Inglaterra, España, Alemania e Israel, entre otros, sin embargo, aunque en la actualidad la capacidad de tecnológica comercial de los sensores espaciales puede llegar a resoluciones espaciales de 25 cm, esta información se encuentra restringida para países clientes de la información, es decir que aunque el satélite comercial tenga la capacidad de adquirir información de una muy alta resolución, esta información es modificada y se exporta a una resolución de 50cm, lo anterior de acuerdo a los acuerdos firmados por los países que tienen las capacidades de adquirir información de muy alta resolución.

Estados Unidos y Alemania desarrollan conjunta y secretamente, bajo la cobertura de actividades comerciales, nuevos satélites espías, a pesar de la viva oposición francesa, según cables diplomáticos obtenidos por Wikileaks y publicados por el diario noruego Aftenposten. El proyecto, bautizado *HiROS*, implica la construcción de un número indeterminado de satélites de observación de alta resolución, capaces de distinguir objetos de 50 centímetros y de enviar las imágenes a la Tierra más rápidamente que los satélites actuales o, más aún, tomar fotos

infrarrojas durante la noche. Oficialmente, destinada a fines medioambientales civiles –70 por ciento de la capacidad de los satélites sería vendida a actores privados– el programa estaría de hecho bajo control completo de los servicios secretos alemanes (BND) y de la Agencia Espacial Alemana (DLR). Oficialmente, Francia y Alemania están asociadas en el programa común de imagen espacial *Musís* (La Jornada, 2011).

3.2. Pertinencia

Uno de los principios de la inteligencia es la pertinencia, que se puede definir como el nivel de restricción de personas y acceso a la información, es decir que de acuerdo al perfil que se maneje en una organización, el agente de inteligencia solo debe saber lo necesario para poder hacer su análisis, de acuerdo a su experiencia o área de trabajo, con el fin de evitar que se dé un inadecuado uso a la información.

En el proceso actual que se desarrolla en la Fuerza Aérea, según el personal que maneja la información, el proceso es bastante vulnerable:

“ Llega el requerimiento por parte de la agencia solicitante, para poder dar respuesta es necesario contar con una aprobación por parte del jefe de inteligencia de la Fuerza, y él debe ordenar por escrito dar cumplimiento a esta solicitud, luego debe verificar la información por parte del jefe de imágenes y quien ordena al servicio disponible que consulte los archivos para verificar si se tiene la información solicitada en caso de no contar con esta información se procede a verificar el archivo disponible de las

imágenes satelitales mediante una consulta vía web luego de confirmar que la información solicitada se encuentra en los archivos de la compañía proveedora de las imágenes se hace una solicitud y se espera la respuesta, la compañía que suministra la información debe hacer un requerimiento interno para que la información quede disponible es decir que en el proceso para adquirir información de archivo satelital intervienen más de 6 personas que no tienen nada que ver con el proceso de búsqueda de información, es solo una línea de procesamiento de datos, y en el caso que toque programar el satélite para la adquisición, intervienen muchas más personas ya que este requerimiento debe tener un estimado de tiempo de toma y esta información la suministra una sección de meteorología de la compañía satelital”.

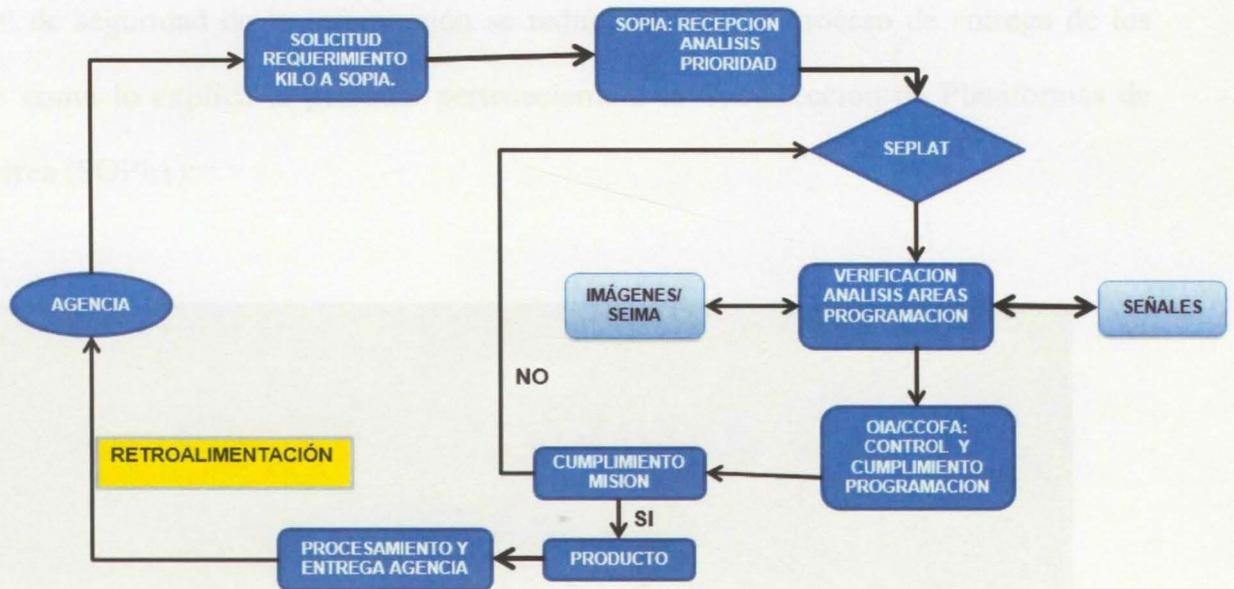


Tabla 4 Flujograma de trabajo Sopia 2014. Fuente. Jefatura de inteligencia de la Fuerza Aérea.

Al hacer un análisis de seguridad de la información a través de medios digitales, se concluye que ningún sistema de seguridad informático es seguro, toda vez que siempre existe

amenaza de ciberataque, el cual puede hacer que los sistemas sean infectados con programas dañinos que permiten la fuga de la información.

3.3. Seguridad de la información

La información de imágenes satelitales tiene un nivel de clasificación de secreto, y el personal de analistas de la Fuerza Aérea, que manipula esta información, lo hace bajo la promesa de reserva en relación con sus tarjetas de manejo y clasificación de información de carácter secreto y ultra secreto, dependiendo del cargo y el objetivo que se analice y, de acuerdo al manual de manejo de documentación clasificada FAC 2-002.

El nivel de seguridad de la información se reduce durante el proceso de entrega de los requerimientos como lo explica el personal perteneciente a la Subdirección de Plataformas de Inteligencia Aérea (SOPIA):

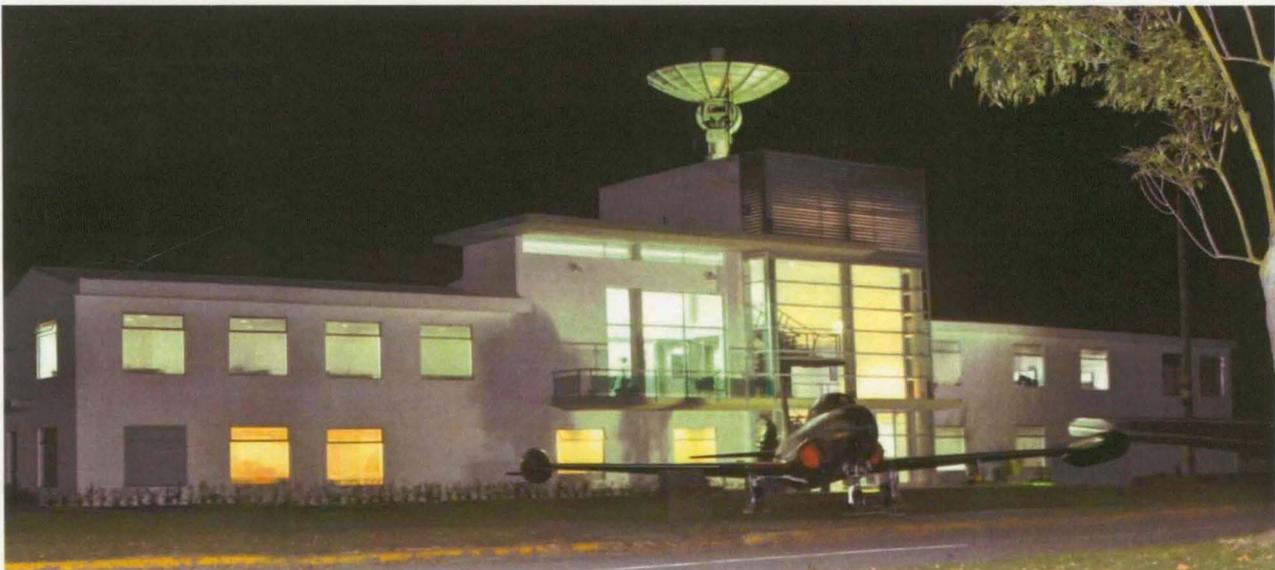


Ilustración 13 F2 Subdirección de plataformas de inteligencia aérea

“una vez verificando que la información corresponde a los requerimientos solicitados es importante verificar cumpla con los procesos internos para entregar información de alta calidad, la mayoría de estos requerimientos son para objetivos de alto valor estratégico (OMAVE), pero en algunas ocasiones por la necesidad de la información, la agencia solicitante tiene que enviar a un estafeta para recoger la información y llevarla al teatro de operaciones o donde le ordenen, aunque los productos tienen una clave de acceso y unos procesos de encriptado de archivos, existe la posibilidad de ser copiada y no tener un control efectivo sobre el número de copias digitales que se tengan”.

4. Utilización de geointeligencia en desarrollo de operaciones militares

Para nadie es un secreto que en el éxito de las operaciones contra objetivos de alto valor estratégico la información ha satelital ha sido determinante a la hora de poder lograr el objetivo propuesto. Con la creación del Comando Conjunto de Operaciones Especiales el Ministerio de Defensa vio la necesidad de adquirir información satelital por que los objetivos se alertaban cada vez que sobrevolaba una plataforma de inteligencia.

La preparación de la información de geointeligencia acerca del terreno se encuentra sometida a dos procesos de análisis: definir el ambiente operacional mediante la descripción de la influencias externas tales como cultura, raza, nivel de educación, tipo de pueblos etc., que pueden afectar el desarrollo de las operaciones conjuntas, y; la correcta anticipación e integración

con otras fuentes de información para poder recomendar al comandante en el planeamiento durante y después de las operaciones(Sanchez, 2009).

5. Capacidad satelital de las Fuerzas Militares de observación de la tierra

5.1 Estación terrena satelital

Para la implementación del sistema de adquisición de información por parte de la Fuerza Aérea se organizó un comité para evaluar y tomar la decisión de acuerdo a la tecnología disponible, para la época -año 2008-, se contaba con unas capacidades satelitales comerciales tanto en sensores de radar y sensores ópticos, como en satélites de observación. Según el estudio realizado por el IDEAM, que arrojo, que durante un año solamente entre el 15 y 20 % del tiempo se tienen condiciones meteorológicas óptimas para la adquisición de información de imágenes sobre un punto determinado, así se podría lograr a tener éxito en la toma. Según lo informado por parte del oficial encargado de esos requerimientos: “se puede llegar a tener un tiempo de respuesta, dependiendo del área de requerimiento tardar hasta 6 meses y en algunas ocasiones la respuesta de éxito no daba un estimado de toma. Ya que la adquisición y la programación depende de factores como disponibilidad del satélite: en caso de tener una orden sobre la órbita de pase y se tiene una orden de pedido con mayor tiempo o con un nivel de prioridad, se da cumplimiento a la orden que tenga más soporte y más éxito de toma”.

Con el anterior argumento se tomó la decisión de adquirir una estación terrena satelital para la programación, comunicación, recepción y descargue de imágenes de radar de alta

resolución, este radar por ser un sensor activo, es decir, por generar su propia energía, tiene unas características que ayudaron a que la Fuerza Aérea tomara la decisión en favor de radares con las siguientes características:

Resolución temporal: el radar puede realizar dos pases durante un solo día, debido a que puede hacer un pase en la mañana y en la tarde sin ser afectado por las condiciones de luz.

Afectación de condiciones meteorológica: al adquirir información mediante la generación de ondas no es afectado por la nubosidad ni por condiciones de luz.

Rango de adquisición: la nave espacial al llevar un radar de apertura sintética tiene un ángulo de inclinación superior que los satélites ópticos, sin afectar la calidad de la información y mejorando la cantidad de imágenes adquiridas durante el paso del satélite.

5.2. Plataformas con capacidad de imágenes aerotransportadas

El Ministerio de Defensa Nacional cuenta con 5 aeronaves para la adquisición de información de imágenes multiespectrales, 4 de ellas empleadas para sus propias tareas y 1 al servicio de la Policía Nacional.

El flujo de información de estas aeronaves se encuentra establecido en la directiva 300-MDN-CGFM del 2003, en donde se da la función a la Fuerza Aérea Colombiana de administrar y cumplir con los requerimientos de percepción remota.

Tabla 5. Cuadro comparativo entre satélite y sensores aerotransportados.

Tipo de sensor	Ventajas	Limitación
Aerotransportadas, plataformas de inteligencia aérea(tripuladas o no tripuladas)	Mayor resolución espacial. Programación de acuerdo a req. Tiempo de generación de la imagen	Meteorología. Dependencia de alistamiento de las aeronaves. Alto flujo de demanda Tiempo de respuesta a las agencias solicitantes
Satélite de observación.	Adquisición de información estrategia. Seguimiento de grandes aéreas de operaciones.	Dependencia de disponibilidad del satélite Meteorología Alto costo de productos.

Para finalizar, el impacto que se logra en las Fuerzas Militares es definitivo y determinante, el planeamiento de las operaciones podrá contar con información base más actualizada y por tanto hacer un mejor estudio del terreno.

Para el seguimiento de fronteras e infraestructura vital de desarrollo será fundamental, pues se pueden hacer los análisis especializados de la situación actual de las vías de comunicación, bases militares, oleoductos, bases mineras, entre otros: La Policía Nacional tendrá un insumo de calidad para poder realizar los estudios de cultivos ilícitos y sus planes de erradicación; la Fuerza Aérea incrementara las misiones de vigilancia y reconocimiento, para cumplir con los requerimientos, según su misión, así como también el seguimiento cerrado hacia las pistas ilegales, aeródromos no controlados entre otros; para la Armada Nacional el seguimiento marino a través del control y vigilancia de puertos, vías fluviales y marítimas, hacer el trabajo de detección de cambios en el eje costero.

La adquisición de un satélite de observación de la tierra es un proyecto del Estado colombiano, es una necesidad que bajo un concepto realista, si Colombia no genera una política espacial acorde a la situación en la región, la teoría de los espacios vacíos seguirá teniendo una aplicación total en pleno siglo veintiuno.

Las grandes culturas de la antigüedad se asentaron en áreas geográficas que les permitían desarrollarse adecuadamente: si el espacio geográfico les resultaba insuficiente para su supervivencia conquistaban otros territorios y los anexaban al original (Rosales, 2005, pág. 15).

CONCLUSIONES

- El presente trabajo de grado se convierte en un documento de referencia para el Gobierno Nacional con el fin de tomar medidas frente a la necesidad y ventaja estratégica que para Colombia significaría tener un Satélite de observación de la Tierra.

- La implementación de la tecnología satelital se debe entender no como un gasto económico sino como una inversión para el desarrollo integral de las políticas de Gobierno, en donde todas las entidades del Estado se benefician, toda vez que la información base para su estudio será de fácil acceso, mejor calidad y lo más importante, será propia, favoreciendo su uso por parte de Colombia de acuerdo a sus necesidades.

- La situación política del país, con factores tan determinantes como el proceso de paz, la iniciación de un nuevo periodo presidencial, la delicada situación con Nicaragua y el fallo de la Corte Internacional de la Haya, hacen que la implementación de un satélite de observación de la Tierra aumente las capacidades del Estado colombiano para ejercer soberanía y control de sus fronteras, como una herramienta para cumplir con los objetivos estratégicos fijados en la “Política Integral de Seguridad y Defensa para la Prosperidad”.

- Se considera poderoso un Estado cuando tiene la capacidad de ejercer el control de su territorio, es decir, soberanía; cuando tiene la capacidad de ejercer presión y tiene unas condiciones de desarrollo que logran fácilmente la disuasión. El desarrollo tecnológico satelital

colombiano se impulsara debido a la investigación que dará como resultado la independencia tecnológica.

- En la actualidad el Estado colombiano depende tecnológicamente de los países extranjeros que prestan un servicio comercial para el suministro satelital de imágenes; la mayoría de esta información es costosa y tiene parámetros técnicos que limitan la realización de investigación y generación de productos, limitando la calidad y el resultado de los análisis, y por lo tanto, comprometiendo los resultados, toda vez que no se cuenta con una calidad de datos suficiente para mejorar los procesos. Con una correcta administración del satélite se pueden brindar servicios a otros países haciendo rentable el proyecto y los recursos generados serán empelados para fortalecer las capacidades del Gobierno.

- La producción de imágenes de observación de la tierra mediante un satélite permite que al ser un proyecto del Estado colombiano, genere fusión de la información así como la integración de todas las entidades del Estado. De igual manera, compartiendo la información satelital propia se reducirán costos operativos para cada uno de los Ministerios y se podrán invertir estos recursos en los planes de desarrollo del Gobierno nacional.

- Las capacidades estratégicas del Gobierno colombiano se incrementan bajo los siguientes conceptos desarrollados durante la investigación: seguridad y defensa, independencia tecnológica y desarrollo satelital.

RECOMENDACIONES

El gobierno Nacional debe regular el tráfico espacial, todo que con tecnología que pueda ser utilizada por los países como una herramienta fundamental para el desarrollo y que garantice un comercio para una amplia gama de aplicaciones tanto públicas o privadas.

En la actualidad el avance tecnológico espacial comercial, tiene la capacidad de reducir los costos operacionales y las riesgos. La implementación de un sistema de observación de la tierra debe contar con los dos sensores de datos tanto ópticos como de radar, ya que en Colombia el sector meteorológico cuenta significativamente la adquisición de información, así mismo las imágenes de radar cuentan con una buena eficiencia en la adquisición de la información para hacer la predicción de las lluvias y por ende la información que solo se obtiene mediante imágenes ópticas.

La comisión colombiana del espacio debe regular las actividades y competencias tanto a nivel externo como interno, que conlleve a la selección y implementación de los proyectos competitivos en cada una de las comisiones.

Realizar acciones conjuntas con otros países que cuenten con la capacidad de desarrollar y comercializar el producto espacial colombiano con el fin de impulsar la actividad espacial nacional y así de esta manera y mediante acciones de cooperación tecnológica y transferencia de conocimientos poder a largo y mediano plazo incrementar el capital humano necesario para lograr una independencia tecnológica.

Realizar un estudio de mercado de productos y servicios espaciales ya sean públicos o privados para poder realizar la comercialización de la infraestructura espacial de acuerdo a la oferta del sector espacial tanto público como privado, los cuales pueden estar

RECOMENDACIONES

El gobierno Nacional debe replantear su política espacial, toda vez que esta tecnología está siendo utilizada por los países como una herramienta fundamental para el desarrollo ya que garantiza un insumo para una amplia gama de aplicaciones tanto públicas o privadas

En la actualidad el avance tecnológico satelital comercial, tiene la capacidad de reducir los costos operacionales y los riesgos. La implementación de un satélite de observación de la tierra debe contar con los dos sensores es decir tanto ópticas como de radar, ya que en Colombia el factor meteorología afecta significativamente la adquisición de información, así mismo las imágenes de radar cuentan con una buena eficiencia en la adquisición de información pero tiene debilidades como la difícil interpretación y pérdida de información que solo se obtiene mediante las imágenes ópticas.

La comisión colombiana del espacio debe realizar las actividades correspondientes tanto a nivel externo como interno, que conlleven a la realización y materialización de los proyectos comprendidos en cada una de las comisiones.

Realizar alianzas estratégicas con otros países que estén en la capacidad de financiar económicamente el proyecto satelital colombiano con el fin de empezar la carrera espacial colombiana y así de esta manera y mediante convenios de cooperación tecnológica y transferencia de conocimiento poder a llegar a generar el suficiente capital humano capacitado para lograr esa independencia tecnológica.

Realizar un estudio de mercado de posibles aliados estratégicos ya sean públicos o privados para poder realizar la comercialización de la información satelital, de acuerdo a la órbita del satélite existen varios países ubicados en otros continentes, los cuales pueden estar

interesados en comprar la información producida por el satélite colombiano y que no esté comprometida en la seguridad y defensa del país.

Incrementar la cooperación en investigación satelital de los diferentes sectores del estado ya que existen varios proyectos de desarrollo satelital en las universidades entidades de investigación públicas y privadas, el ministerio de defensa Nacional, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi los cuales se podrían centralizar bajo el programa satelital que tiene la

Fuerza Aérea Colombiana, de esta manera se realizara una sinergia de conocimiento y el esfuerzo de todas las entidades será más sólido y demostrar de esta manera la importancia del programa Satelital Colombiano.

En caso de no contar con los recursos económicos para la implementación y adquisición de un satélite de observación de la tierra, se debe fortalecer las capacidades actuales del ministerio de defensa, a través de la Estación Terrena Satelital, para que tenga la habilidad de recibir imágenes de un satélite de alta resolución óptica y complementar la adquisición de información recibida con las imágenes satelitales de apertura sintética.

Abrir los canales de intercambio de información satelital adquirida y disponible por las entidades del estado colombiano y de esta manera fortalecer la inversión de recursos del estado pues no se estará invirtiendo en comprar la misma información por diferentes entidades.

Bibliografía

ABAE. (28 de Septiembre de 2014). *Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales*. Obtenido de <http://www.abae.gob.ve/>:
<http://www.abae.gob.ve/contenido.php?id=Noticia¬icia=46>

AEB. (12 de 10 de 2014). *AGENCIA ESPACIAL BRASILEIRA* . Obtenido de <http://www.aeb.gov.br/programa-espacial/>: <http://www.aeb.gov.br/programa-espacial/>

Ambafrance-pe. (25 de 04 de 2014). <http://www.ambafrance-pe.org>. Obtenido de <http://www.ambafrance-pe.org>: <http://www.ambafrance-pe.org/o-Peru-contara-en-el-ano-2016-con>

Blinder, D. (28 de 02 de 2000). <http://www.perio.unlp.edu.ar>. Obtenido de <http://www.perio.unlp.edu.ar>:
http://www.perio.unlp.edu.ar/question/files/blinder_1_ensayos_24primavera2009.htm

Collom Piella, G. (2009). Entre la revolución y la transformación:.

Colmundoradio. (16 de octubre de 2014). <http://colmundoradio.com.co>. Obtenido de <http://colmundoradio.com.co>: <http://colmundoradio.com.co/index.php/cajon-1/5855-colombia-suspendio-compra-de-satelite>

Evers, T. (2013). The EU, Space Security and European Global Strategy. *Occasional UI papers*, 8.

<http://web.archive.org>. (17 de 07 de 2001). Obtenido de <http://directorio.conicyt.cl/legislacion/est-org-nacionales/decreto338.html>:
<http://web.archive.org/web/20100125094429/http://directorio.conicyt.cl/legislacion/est-org-nacionales/decreto338.html>

IGAC. (27 de 08 de 2014). *Portal web*. Obtenido de http://www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/nuestraentidad!/ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hHT3d_JydDRwN3t0BXA0_vUKMwf28PIwNHI30v_aj0nPwkoMpwkF7caj1NifIGOICjgb6fR35uqn5BdnCQhaOiIgDx-NPO/dl3/d3/L3dDb0EvUU5RTGtBISEvWUZSdndBISEvNI9BSUdPQkIx:
http://www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/nuestraentidad!/ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hHT3d_JydDRwN3t0BXA0_vUKMwf28PIwNHI30v_aj0nPwkoMpwkF7caj1NifIGOICjgb6fR35uqn5BdnCQhaOiIgDx-NPO/dl3/d3/L3dDb0EvUU5RTGtBISEvWUZSdndBISEvNI9BSUdPQkIx

La Jornada. (04 de 01 de 2011). Estados Unidos y Alemania desarrollan satélites espías . pág. 19.

McAuley, Ms. Cheryl D. (2005). STRATEGIC IMPLICATIONS OF IMAGERY INTELLIGENCE . *USAWC STRATEGY RESEARCH PROJECT* , 16.

Rosales, G. (2005). *Geopolítica y geoestrategia liderazgo y poder, ensayos*. Bogotá: Coltag arte grafica.

Sanchez, A. (2009). Leveraging Geospatial Intelligence (GEOINT) in . *School of Advanced Military Studies* , 6.

SIMCI. (6 de 5 de 2014). *www.undc.org*. Obtenido de *www.undc.org*:
<http://www.unodc.org/colombia/es/simci/simci.html>

Smith, R. (2005). *the Utility of Force*. Londres: Penguin.

Steenis, W. (15 de 05 de 2011). *Developing a Spatial Data Infrastructure for use in the military*,. Obtenido de <http://www.feweb.vu.nl>:
<http://www.feweb.vu.nl/unigis/downloads/msc/Willem%20Steenis.pdf>

Vingoni, J. (2003). <http://www.ing.unlp.edu.ar/>. Obtenido de <http://www.ing.unlp.edu.ar>:
<http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/transparencia/Sensores.p>

W radio. (16 de 09 de 2014). <http://www.wradio.com.co>. Obtenido de
<http://www.wradio.com.co>: <http://www.wradio.com.co/noticias/actualidad/vicepresidente-vargas-lleras-ratifico-que-es-inconveniente-invertir-en-un-satelite/20140915/nota/2416399.aspx>

www.unodc. (2011). *CENSO DE CULTIVOS DE COCA-COLOMBIA*. BOGOTA:
NACIONES UNIDAS.

BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FF.MM.
"TOMAS RUEDA VARGAS"
201003242

