



Universidad de San Andrés

Escuela de Administración y Negocios

Maestría en Gestión de Servicios Tecnológicos y de Telecomunicaciones

***Argentina y sus oportunidades en la industria espacial a partir
de la construcción y lanzamiento de una flota de satélites
geoestacionarios de telecomunicaciones: caso: construcción,
desarrollo y despliegue del Sistema Satelital Geoestacionario
Argentino***

Autor: Terrera, Alberto

Legajo: 27.310.760

Mentor del Trabajo de Graduación: Prince, Alejandro

Buenos Aires, 29 de agosto de 2017



Universidad de
San Andrés

Universidad de San Andrés

Escuela de Administración y Negocios

Magister en Gestión de Servicios Tecnológicos y de Telecomunicaciones

Trabajo Final: “Argentina y sus Oportunidades en la Industria Espacial a partir de la Construcción y Lanzamiento de una flota de Satélites Geoestacionarios de Telecomunicaciones”



Caso: Construcción, desarrollo y despliegue del Sistema Satelital Geoestacionario Argentino.

Autor: Alberto Terrera (DNI: 27.310.760)

Director del Trabajo de Graduación: Alejandro Prince

Buenos Aires, 29 de agosto de 2017

Resumen

Estamos avanzando en un mundo cada vez más globalizado e interconectado, en el cual las redes de telecomunicaciones crecen en forma acelerada como un tejido vivo, con el desafío constante de transmitir cada vez más volúmenes de información a múltiples lugares al instante.

En estos últimos 10 años las nociones de tiempo y espacio han cambiado drásticamente a partir de las nuevas tecnologías aplicadas a las telecomunicaciones, las cuales impactaron en forma directa en nuestras vidas cotidianas, modelos de negocios, cultura organizacional, etc.

En este contexto los Satélites Geoestacionarios, son un enlace fundamental, que pueden interconectar miles de puntos remotos en todo un continente en un instante. Son una herramienta fundamental para brindar conectividad, sin importar las distancias, las topografías o las fronteras.

Los satélites geoestacionarios se ubican en un punto en el espacio a 36.000 km aproximadamente, desde el cual se mantienen fijos con relación a la tierra, acompañando el movimiento de rotación, pudiendo llegar a tener una cobertura sobre el 40 % de la superficie terrestre.

Estas características junto con los niveles de confianza y estabilidad alcanzados en la prestación de servicios, han consolidado a los satélites geoestacionarios como una facilidad fundamental para empresas privadas, empresas de telecomunicaciones y para organismos de gobierno.

ARSAT se encuentra entre las pocas empresas a nivel mundial que han desarrollado los procesos necesarios para construir este tipo de artefactos. Encontrándose suspendido este plan de construcción de satélites geoestacionarios, mi hipótesis de trabajo es buscar la evidencia sobre el impacto positivo y la conveniencia de seguir afectando recursos y gestión a este tipo de proyectos.

INDICE

Contenido

Capítulo I: Alcances de la Investigación	6
1.1.- Introducción	6
1.2.- Planteo de la Cuestión.....	8
1.3.- Objetivos	10
1.3.1.- Objetivo General:.....	10
1.3.2.- Objetivos Específicos.....	10
1.3.3.- Objetivos Personales:	10
1.4.- Preguntas de investigación.....	11
1.5.- Hipótesis.....	12
1.6.- Metodología de trabajo	12
Capítulo II: Marco Conceptual	15
2.1.- Historia de la Industria Espacial.....	15
2.3.- Tipos de órbitas	30
2.4.- Conformación básica de un sistema Satelital.....	39
2.5.- Cronología del caso ARSAT:	42
2.6.- Aspectos Regulatorios	52
Capítulo III Desarrollo del Caso de Investigación	63
3.1.- Capacidades Tecnológicas Argentinas	63
3.2.- Rentabilidad Económica	65
3.3.- Aspectos Estratégicos	90
3.4.- Conectividad:.....	99
3.5.- Externalidades:.....	108
3.6.- Oportunidad de Vender Tecnologías Espaciales:	113
Capitulo IV: Conclusión	120
Resumen de la Investigación	120
Recomendaciones:	122
Bibliografía:.....	127
Páginas Web:	129

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Footprint satélite	7
Ilustración 2 Lanzamiento de un V2, año 1942	16
Ilustración 3 Satélite SAC-B.....	20
Ilustración 4 Satélite SAC-A.....	21
Ilustración 5 Satélite SAC-C.....	21
Ilustración 6 Satélite SAC-D.....	22
Ilustración 7 Lanzamiento Project SCORE.....	24
Ilustración 8 Satélite Telstar	25
Ilustración 9 Footprint ARSAT-1.....	28
Ilustración 10 Footprint ARSAT-2.....	29
Ilustración 11 Orbitas Geoestacionarias.....	30
Ilustración 12 Sistema Satelital Básico	31
Ilustración 13 Diseño Órbitas de Clark.....	32
Ilustración 14 Cobertura Global Satélites	33
Ilustración 15 Cobertura de Satélite	34
Ilustración 16 Diagrama Perigeo y Apogeo	35
Ilustración 17 Ubicación de los diferentes satélites	35
Ilustración 18 Satélites en Orbitas.....	36
Ilustración 19 Cobertura de los distintos satélites	37
Ilustración 20 Elementos Básicos de Satélite.....	41
Ilustración 21 Dimensiones ARSAT-1	42
Ilustración 22 Carga del Satélite a un avión Antonov	46
Ilustración 23 Container ARSAT	47
Ilustración 24 Cohete Ariane 5.....	49
Ilustración 25 Infografía operaciones de LEOP	50
Ilustración 26 Infografía sobre el posicionamiento del satélite.....	51
Ilustración 27 Países con capacidades para construir y lanzar Satélites	63
Ilustración 28 Infografía sobre el la actividad del sector satelital en el año 2015.....	67
Ilustración 29 Infografía sobre el la actividad del segmento terrestre	67
Ilustración 30 Infografía sobre los distintos satélites lanzados entre el 2015.....	68
Ilustración 31 Reporte de Operadores Consultora Euroconsult. 2015.....	69
Ilustración 32 Funcionalidades de un Satélite	100
Ilustración 33 Crecimiento del Mercado Mundial de fabricación de Satélites	113

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de Satélite por peso.....	26
Tabla 2 Atribución de Frecuencias a la República Argentina-UIT	58
Tabla 3 Satélites Autorizados en la República Argentina	73
Tabla 4 Flujo de Fondos del ARSAT-1.....	79
Tabla 5 Flujo de Fondos del ARSAT-2.....	80
Tabla 6 Flujo de Fondos Pesimista del ARSAT-3	86
Tabla 7 Flujo de Fondos Conservador del ARSAT-3	87
Tabla 8 Flujo de Fondos Optimista del ARSAT-3.....	88
Tabla 9 Resumen de los distintos escenarios del ARSAT-3.....	88
Tabla 10 Presupuesto en el área Espacial de los diversos países	92

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Satélites lanzados en 2016.....	27
Gráfico 2 Demanda de Servicios de Valor Agregado	75
Gráfico 3 Demanda y Oferta de banda Ka	76
Gráfico 4 Infografía sobre la venta de servicios del ARSAT-2.....	78
Gráfico 5 Comportamiento del Flujo de Fondos en el caso del ARSAT 1 y 2.....	80
Gráfico 6 Demanda de GBPS desde satélites HTS	83
Gráfico 7 Ganancias globales por el alquiler de banda ancha satelital.....	84
Gráfico 8 Demanda de banda ancha satelital para satisfacer el backhaul del despliegue del las redes de 4G y 5G	84
Gráfico 9 Análisis de Sensibilidad de los distintos escenarios del ARSAT-3	89
Gráfico 10 Comparación de los presupuestos de los distintos países en el área espacial	93
Gráfico 11 Presupuestos 2008 y 2013 de los distintos países.	94
Gráfico 12 Estimación Penetración de Banda Ancha Satelital en Chile	105
Gráfico 13 Estimación Penetración de Banda Ancha Satelital en Colombia.....	106
Gráfico 14 Estimación Penetración de Banda Ancha Satelital en Ecuador	107
Gráfico 15 Estimación Penetración de Banda Ancha Satelital en México	107
Gráfico 16 Estimación Penetración de Banda Ancha Satelital en Perú	108
Gráfico 17 Tendencia del Mercado Mundial de fabricación de Satélites.....	114
Gráfico 18 Fabricantes de Satélites para La América Latina.....	115
Gráfico 19 Ingresos por Construcción y Lanzamiento de Satélites.....	116

Capítulo I: Alcances de la Investigación

1.1.- Introducción

Luego de haber cursado la Maestría, mi proyecto de Tesis consiste en analizar las principales variables que atraviesan la industria espacial, más precisamente el caso de la Empresa Argentina de Soluciones Satelitales S.A.- ARSAT, en adelante "ARSAT", en la construcción de un Sistema Satelital Geoestacionario Argentino, a la luz de los principales conceptos y herramientas vistas en clase, con el objetivo de realizar una conclusión sobre nuevas tendencias y oportunidades que tendremos en la Argentina en el ámbito de la industria espacial.

En este contexto debemos tener en cuenta que Argentina es uno de los 10 países más grandes del mundo, su superficie total alcanza los 3.761.274 km².¹

Muchos de los modelos exitosos de negocios (servicios tecnológicos), vistos en clase, se circunscriben a las grandes ciudades, masa crítica de usuarios, donde hay redundancia de redes, hay banda ancha, 3G, 4G y por lo tanto grandes índices de inclusión digital.

Teniendo en cuenta la amplitud de la superficie argentina y la densidad poblacional, para ampliar los límites de los mercados existentes, será necesario mayor capilaridad y redes troncales de Fibra Óptica. También una constelación de satélites, que mejoren las telecomunicaciones y que optimicen el uso del espectro.

Los satélites de telecomunicaciones representan un área de múltiples intereses para los sectores públicos y privados, en los distintos países y regiones del globo. Atendiendo a su importancia y complejidad, estos artefactos se relacionan directamente con el concepto de soberanía de los estados modernos y con los servicios esenciales a su cargo.

¹ Instituto Geográfico Nacional <http://www.ign.gob.ar/>



Ilustración 1: Footprint Satélite ²

En estos últimos 25 años, Argentina, a través de diversas entidades del ámbito estatal (INVAP y CONAE principalmente), ha sostenido un gran crecimiento en la industria espacial y más precisamente en el área de los satélites geoestacionarios. Dicha actividad, reviste cualidades distintas por su relación directa e inmediata con los factores políticos, económicos y estratégicos.

Para entender la complejidad y las particularidades de esta industria voy a desarrollar, el estudio del caso ARSAT a través de la construcción y lanzamiento de una flota de satélites geoestacionarios.

Estamos hablando de una obra inédita para el país y a nivel mundial porque muy pocos países del mundo han generado este tipo de tecnologías (EE.UU, Rusia, China, Japón Israel, India y la Eurozona). El sector espacial supone la acumulación de activos físicos e intangibles, fuera de escala a las demás industrias e implica políticas de estado a largo plazo. Los riesgos y los costos también son distintos.

La gran extensión geográfica, una actividad económica dominada por explotaciones primarias extensivas, las necesidades de telecomunicaciones en el marco de los planes de gobierno para la inclusión social (Argentina conectada, Sistema Argentino de Televisión Digital Terrestre, Plan Conectar Igualdad, Plan

² www.invap.com.ar

Belgrano, Desarrollo de la Patagonia, etc.) indican que Argentina debe seguir invirtiendo en satélites que presten servicios en todo el país.

Por otro lado, la existencia de grandes zonas productivas vulnerables a catástrofes naturales y los factores climáticos, entre otros aspectos, permiten afirmar que la Argentina no puede prescindir de las tecnologías espaciales. Para lograr este objetivo deberá seguir invirtiendo recursos, con la intención de hacer un uso intensivo de los productos de la ciencia y las aplicaciones espaciales.

Por último, aclaro que esta industria se caracteriza por la confidencialidad. Es muy difícil acceder a información actualizada y consolidada. Esto se debe fundamentalmente a resguardar el secreto y a proteger la propiedad intelectual. Este secretismo se encuentra reforzado por la cultura organizacional y la historia de la industria. Las tecnologías espaciales siempre se caracterizaron por su uso dual: Civil y Defensa.

Más allá de la propiedad intelectual, también hay secretos comerciales, hay conocimientos técnicos, financieros, programas de computación, códigos, técnicas, planes para futuros productos, planes de comercialización, fórmulas, equipos, estrategias de negocio, invenciones, descubrimientos, secretos industriales, estrategias de mercado, datos de clientes, "know-how", dibujos, maquetas, información de precios, inventos, ideas, etc.

Por último, debo mencionar el Acuerdo de Confidencialidad que me vincula con ARSAT, el cual establece que solo puedo usar para el presente trabajo información pública.

1.2.- Planteo de la Cuestión

ARSAT cuenta con dos satélites geoestacionarios diseñados, fabricados y testeados íntegramente en Argentina, los cuales se encuentran prestando servicios en las tres Américas.

Con el cambio de Gobierno producido en diciembre de 2015, la compañía ARSAT dejó de financiarse con Aportes del Tesoro. Asimismo los créditos blandos por parte de organismos internacionales (BID, Corporación Andina de Fomento,

etc.) fueron asignados a otros proyectos de infraestructura como transporte vial, generación de energía eléctrica, urbanización de barrios, Ferrocarriles, etc.

En este contexto se suspendieron/paralizaron las contrataciones para construir el ARSAT-3 y así continuar desarrollando la Plataforma Satelital Geoestacionaria Argentina. Actualmente se está explorando la posibilidad de realizar la construcción del satélite ARSAT-3 asociándose con un tercero. Si bien el tema fue escalado a Jefatura de Gabinete de Ministros y a nivel Presidencial, al día de la fecha, no hay ninguna definición concreta con respecto a la continuidad del programa de fabricación de satélites geoestacionarios en Argentina.

Sin tomar en cuenta las variables macro-económicas del Gobierno y las prioridades políticas, se me ocurren tres posibles escenarios:

- 1) Suspender definitivamente el “*Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035*”³ aprobado por el Congreso. Cabe tener presente que este proyecto es criticado por varios sectores por no ser sustentable y sostenible en el tiempo. Tampoco fue consensado por las diversas fuerzas políticas. Dicho plan implica la construcción de 8 satélites geoestacionarios en un plazo de 20 años, definiendo claramente los pasos a seguir.
- 2) Suspender transitoriamente el “*Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035*” hasta que las capacidades tecnológicas generadas se pierdan o se vuelvan obsoletas, para no afrontar los costos políticos que acarrea la opción 1.
- 3) Realizar los cambios tácticos necesarios para adecuar el plan y que Argentina siga apostando al diseño y construcción de satélites geoestacionarios en el marco de la industria espacial.

³Anexo Ley 27.208 Ley de Desarrollo de la Industria Satelital
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/254823/ley27208.pdf>

1.3.- Objetivos

1.3.1.- Objetivo General:

- Abordar la mayor cantidad de información posible, para lograr explicar las principales variables que influyen sobre la industria espacial satelital argentina, más precisamente en el ámbito de los Satélites Geoestacionarios.

1.3.2.- Objetivos Específicos

- Recopilar información sobre las actividades espaciales que desarrolla ARSAT mediante el estudio de casos.
- Identificar los factores que inciden en la industria espacial satelital y explicar cómo la intervención del Estado es fundamental en la mayoría de los modelos exitosos. (Análisis comparativo con otros países).
- Explicar el salto tecnológico argentino: de ser un país comprador de tecnologías espaciales a un país generador de paquetes tecnológicos que podrían venderse en forma integrada, agregando valor a la matriz productiva.

1.3.3.- Objetivos Personales:

Aquellos que trabajamos en la industria espacial satelital, nos enfrentamos a un entorno empresarial y político: versátil, dinámico y global. En este contexto, es indispensable contar con los conocimientos y las competencias necesarias para tener una comprensión profunda de la materia, y poder afrontar los retos de esta nueva carrera al espacio que numerosos especialistas advierten.

Mis ideas principales con respecto a esta Tesis son:

- Desarrollar una nueva visión global, estratégica y sistematizada del entorno competitivo de la industria espacial satelital, que me permita identificar y captar nuevas oportunidades del negocio.

- Obtener una perspectiva integral de la compañía con un enfoque práctico dirigido a la toma de decisiones.
- Llevar adelante una estrategia de desarrollo profesional en mi entorno de trabajo.

En síntesis, mi objetivo central es lograr sistematizar la mayor cantidad de información con relación al fenómeno satelital ocurrido en Argentina, en el marco de la industria espacial y así generar la comprensión de un hecho que es atípico, paradigmático e inédito en cuanto a la obra de ingeniería que estamos hablando. También explicar la conveniencia del mismo y explorar las oportunidades que tendremos a futuro.

1.4.- Preguntas de investigación

Nuestra intención es profundizar y sistematizar a lo largo de la tesis toda la información de la materia, teniendo en cuenta que la plataforma satelital geoestacionaria implementada por ARSAT es un hecho atípico, que merece ser explicado.

Las preguntas que guiarán la investigación son las siguientes:

- ¿Cuál es la relación entre la industria espacial y el Estado?
- ¿Cuál es el estado de la industria espacial en Argentina en materia de Satélites Geoestacionarios?
- ¿Las empresas e instituciones argentinas, son competitivas?
- ¿Por qué un Estado debería invertir en programas espaciales tan costosos y tan riesgosos?
- ¿Cuáles deberían ser los resultados fácticos y económicos que deberíamos exigir a ese tipo de proyectos?
- ¿Cuál es el costo hundido de este tipo de proyectos?

1.5.- Hipótesis

Uno de los conceptos esenciales de la economía moderna se sintetiza en el dilema sin solución que dice: “**Necesidades Múltiples, Recursos Escasos**”. Bajo esta premisa y, teniendo en cuenta las distintas necesidades de infraestructura y servicios que atraviesa la Argentina en la actualidad, en materia de educación, obras civiles, puertos, seguridad, energía, etc., nuestra hipótesis de trabajo es: Entendemos que el Estado argentino debe seguir afectando recursos y aportando gestión con el objeto de que el Sistema Satelital Geoestacionario Argentino siga desarrollándose, por su conveniencia económica, sus aspectos estratégicos y sus externalidades positivas.

1.6.- Metodología de trabajo

Mi trabajo se caracteriza por ser una investigación descriptiva, la cual especificará y detallará las capacidades tecnológicas arraigadas y los principales actores en la industria espacial argentina.

El fenómeno satelital, es discutido hoy en día en dos planos principalmente: el económico y el político, casi siempre influenciado por lo ideológico. Mi objetivo es realizar una investigación descriptiva extendiendo el campo de entendimiento del objeto de estudio y ampliando la temática considerando los asuntos: comerciales, tecnológicos, externalidades y estratégicos, etc.

La metodología utilizada es de triangulación, que empleará métodos cuantitativos y cualitativos con el objeto de comprobar la hipótesis.

La evidencia colectada tendrá varios ejes argumentales:

1. La evaluación financiera del próximo satélite: ARSAT 3;
2. La posibilidad de vender tecnologías espaciales a otros países y regiones;
3. Explicar regionalmente el negocio de venta de facilidades satelitales;
4. Los aspectos estratégicos relacionados con los satélites geoestacionarios;

5. La externalidades positivas de este tipo de proyectos de alta tecnología.

La industria espacial se caracteriza por el secretismo y la confidencialidad, en este contexto trabajé con las siguientes fuentes de información:

- Información estadística sobre los presupuestos asignados por los distintos países.
 - Fue fundamental para esta labor los datos brindados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (en adelante “OCDE”), el cual es un organismo de cooperación internacional, compuesto por 35 estados, cuyo objetivo es coordinar sus políticas económicas y sociales. Actualmente el gobierno argentino está realizando las gestiones necesarias para ingresar a este organismo multilateral. Esta fuente de información la considero relevante en el sentido de que los presupuestos afectados a la industria espacial, aeronáutica, defensa, ciencia y tecnología, muchas veces se fusionan o se desagregan, tornando imposible hacer un trabajo comparativo. La OCDE intercambia información, la armoniza y sintetiza con el objeto de colaborar en el desarrollo de los países miembros y no miembros. La información provista por este organismo es considerada como la referencia más completa en la materia.
 - También fue fundamental: “Al Infinito y Más Allá - Una Exploración sobre la Economía Espacial en Argentina”, realizado por Andrés López - Paulo Pascuini - Adrián Ramos IIEP-BAIRES (UBA-CONICET) Marzo, 2017. Destaco la presente publicación, por tener un enfoque sistematizado e histórico en la materia, habiendo entrevistado a los principales referentes de la Industria Espacial Argentina.
- Reportes de información de las principales consultoras de mercado conteniendo información de tendencias y productos de la industria satelital, todo ello necesario para establecer los valores utilizados en el flujo de fondos.
- Paper’s académicos para sistematizar el marco conceptual y explicar los aspectos tecnológicos.

- Artículos y notas periodísticas.
- Presentaciones de PPT de ARSAT ante diversas Universidades y centros de investigación.
- Fue fundamental para acceder a información actualizada regional, la Lic. Vanesa Segovia perteneciente al Centro de Información Técnica (Biblioteca) del ENACOM.
- Entrevistas con especialistas:
El Ing. Andrés Rodríguez en su carácter de Jefe del Proyecto ARSAT-1
El Dr. Henoch Aguiar como Especialista en Telecomunicaciones.

La metodología utilizada es de triangulación, sintetizando métodos cuantitativos y cualitativos destinados a comprobar la hipótesis de trabajo.



Capítulo II: Marco Conceptual

2.1.- Historia de la Industria Espacial

La construcción de satélites geoestacionarios se inscribe en la industria espacial. Para comprender la materia es fundamental repasar cronológicamente los hechos relevantes para entender como fue el surgimiento de este tipo de tecnologías.

Al finalizar la primera Guerra Mundial, el Tratado de Versalles⁴ imponía a Alemania muchas limitaciones en la fabricación de armas. Discretamente, o mejor dicho en forma secreta, desde 1930 existía en Alemania un gran interés por los cohetes y la conquista del espacio. Eso llevó a la organización de clubes donde se reunían grupos de jóvenes inventores y profesionales de la física y las matemáticas para diseñar proyectos de cohetes. Uno de ellos fue Wernher Von Braun, ingeniero aeroespacial alemán, nacionalizado estadounidense en 1955. El mencionado Von Braun es considerado como uno de los más importantes diseñadores de cohetes del siglo XX, entre ellos el cohete V2, precursor de los cohetes espaciales utilizados por Estados Unidos y la Unión Soviética durante la guerra fría.

Con el comienzo de la Segunda Guerra Mundial, el alto mando alemán le encargó a Von Braun el diseño de un cohete cargado de explosivos con el fin de atacar territorio de los aliados; para ello Von Braun trabajó en un laboratorio secreto en Peenemünde.

La primera vez que se empleó un misil V2 con objetivos militares fue en septiembre de 1944, contra las ciudades de Amberes y Londres. La ventaja principal de los V2 era que impactaban sin dar señales de alarma, porque se desplazaban a velocidad supersónica, es decir alcanzaban su objetivo antes de oírse el ruido de su aproximación. En esa época, no existía un mecanismo de defensa efectivo.

⁴ <http://www.historiasiglo20.org/TEXT/versalles2.htm>



Ilustración 2: Lanzamiento de un V2, año 1942⁵

Al finalizar la segunda guerra los sitios de lanzamiento y fabricación eran capturados, primero los estadounidenses y luego los rusos e ingleses, los cuales transportaron cientos de cohetes, partes y documentación a sus países de origen. En tal sentido debo mencionar la Operación “*Paperclip*” (originalmente Operación “*Overcast*”)⁶. Éste fue el nombre en clave de la operación realizada por el Servicio de Inteligencia y Militar de los Estados Unidos para extraer de Alemania científicos nazis especializados en las llamadas “*Armas Maravillosas del Tercer Reich*”, como cohetes, armas químicas y experimentación médica después del colapso del régimen nazi durante la Segunda Guerra Mundial.

Más de 700 científicos y sus familias fueron llevados secretamente a Estados Unidos, sin el conocimiento o aprobación del Departamento de Estado. Ninguno de ellos tenía cualificación para un visado de entrada en los Estados Unidos, pues todos habían servido a la causa nazi durante la Segunda Guerra Mundial.

⁵ <http://www.lasegundaguerra.com/viewtopic.php?t=13258>

⁶ <https://www.apuntesdehistoria.net/operacion-paperclip/>

Numerosos documentos fueron modificados para limpiar el nombre de diversos científicos envueltos en esa operación, a fin de posibilitar su entrada en el país e impedir que cayeran en manos de la Unión Soviética.

Gran parte de las informaciones concernientes a la Operación Paperclip aún están clasificadas como secreto absoluto; además, hubo una operación aún más secreta para conseguir secretos nucleares alemanes, equipamiento y personal.

Por otro lado, los rusos implementaron una operación que tuvo lugar a principios de 1945 en Alemania, Austria y Checoslovaquia, cuyos objetivos eran la explotación de instalaciones relacionadas con la investigación atómica, la adquisición de recursos y la captación de personal científico, con la finalidad de acelerar el proyecto atómico de la URSS e incorporar conocimientos.

Poco antes del fin de la Segunda Guerra Mundial en Europa, los aliados soviéticos y occidentales ya estaban preparando sus planes para transferir equipo científico alemán y captar a los especialistas que habían conducido proyectos pioneros para el Tercer Reich. Los EEUU ya habían trazado la Operación "Paperclip" y los rusos habían enviado "Brigadas de Recuperación" entre sus fuerzas militares.

De cualquier manera, el equivalente soviético era un plan de mayores dimensiones, que incluía el desplazamiento general de instalaciones científicas al territorio de la Unión Soviética.

La Batalla de Berlín fue una de las últimas grandes confrontaciones de la Segunda Guerra Mundial. Dada la gran cantidad de instalaciones científicas situadas en Berlín y sus inmediaciones, esta área era uno de los objetivos esenciales para los equipos de búsqueda y recuperación. La proximidad de las tropas estadounidenses, en rápido avance hacia Berlín, hacía que la misión tuviese carácter de urgencia.

Con la operación "Paperclip" EEUU nacionalizó a Wernher Von Braun y todos los científicos de Peenemunde, fue así como esta potencia logró ponerse a la vanguardia del lanzamiento de cohetes siendo Von Braun⁷ el creador del cohete

⁷ https://www.biografiasyvidas.com/biografia/b/braun_von.htm

Saturno V, transportador que pondría el primer hombre en la luna. El primer contratista privado en Estados Unidos que tuvo acceso a los secretos del V-2 fue la compañía Chrysler Corp., que construiría los cohetes Redstone basados en la tecnología del cohete alemán.⁸

Tras la segunda guerra mundial quedaron dos bloques enfrentados en lo que se denominó la “Guerra Fría”. EEUU y URSS (Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, Rusia con los países anexionados por ella). En esta situación aumentó el interés por disponer de satélites de vigilancia para uso militar o simplemente prestigio.

En esta competencia, la URSS tomó la delantera con sus primeros vuelos, incluyendo el primer animal en órbita (la Perra Laika), el primer hombre en 1961 (Yuri Gagarin en órbita en la Vostok I) y poco después en 1963 la primera mujer en órbita (Valentina Tereshkova)⁹.

La carrera espacial entre la URSS y USA se convirtió en un tema sumamente importante que todos los demás estados seguían con interés. En 1961 el presidente Kennedy planteó como objetivo nacional poner un hombre en la Luna. Para la exploración de la luna no era necesario llevar naves tripuladas. El objetivo de la operación fue cautivar y entusiasmar a todo el pueblo norteamericano y ostentar las capacidades del aparato científico militar.

Luego de varios intentos y aproximaciones, finalmente el 21 de julio de 1969, Neil Armstrong, astronauta del Apollo 11, pisaba la Luna, consiguiendo la gran victoria simbólica de llegar a la Luna.¹⁰

En este punto voy a enumerar algunos hitos principales de la industria espacial Mundial y la Argentina, para poner en contexto y destacar la importancia de la continuidad de las políticas de Estado en materia espacial:

- 04/10/1957: El Sputnik fue lanzado por la Unión Soviética y fue el primer satélite artificial de la historia.

⁸ https://www.clarin.com/viajes/peenemunde-museo-cohetes-segunda-guerra-mundial_0_Hk5DLvbS-.html

⁹ <http://www.lagaceta.com.ar/nota/205558/actualidad/perra-laika-murio-calor-panico-siete-horas-despues-viajar-al-espacio.html>

¹⁰ <http://www.paralibros.com/passim/p20-spc/pg2069ap.htm>

- 31/01/1958: El Explorer 1, fue el primer satélite artificial puesto en órbita terrestre por Estados Unidos. Fue lanzado desde el Complejo de Lanzamiento 26 (LC-26) de la estación de la Fuerza Aérea de Cabo Cañaveral a bordo del cohete Juno I, como parte del Año Geofísico Internacional y en respuesta al lanzamiento del Sputnik I y del Sputnik II por parte de la Unión Soviética, con lo que se dio así comienzo a la carrera espacial, estrechamente relacionada con la Guerra Fría. El presidente Eisenhower transmitió un mensaje de navidad en 1958, usando el Explorer-1.
- 28/01/1960: Se crea en Argentina la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales, dependiente de la FFAA.
- 23/12/1969: Se envió de un ser vivo al espacio a cargo de la FFAA y la Universidad Nacional de Tucumán. Se lanza el Rigel 04 en el que viaja un mono Caí Misionero de 1,4 Kg. La cápsula y su tripulante fueron recuperados con éxito y con vida.
- 01/09/1976: Fundación del INVAP.
- 22/01/1990: Fue lanzado el satélite LUSAT-1, el primer satélite argentino, proyectado y construido por la filial argentina de AMSAT, a los fines de proveer comunicaciones a radioaficionados. Fue puesto en órbita por la empresa Arianespace utilizando el lanzador Ariane 4.
- 28/01/1991: Creación de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales.
- 27/05/1993: El Gobierno Argentino, a través de una licitación internacional inició la operación del Sistema Satelital Nahuel, ocupando las posiciones de la órbita geostacionaria correspondiente a Argentina otorgadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones.
- 1994: Desarrollo del Plan Espacial “Argentina en el Espacio” 1995-2006”
- 1996: SAT-1 Víctor fue el primer satélite artificial que fue concebido, diseñado, calificado e integrado en Argentina. Fue un satélite experimental con fines educativos y como demostrador tecnológico. Llevaba a bordo dos cámaras para tomar imágenes de la Tierra, una de campo amplio y otra de campo estrecho, una baliza en VHF, un transmisor-receptor en UHF para telemetría y

telecomando y otro en banda S para la bajada de las imágenes, su principal propósito fue probar los sistemas y evaluarlos.

Fue desarrollado en el Centro de Investigaciones Aplicadas del Instituto Universitario Aeronáutico de Córdoba y lanzado el 29 de agosto de 1996 desde el cosmódromo Plesetsk en Rusia por el lanzador ruso Molniya junto a los satélites Magion 5 y Prognoz-M2.

- 04/11/1996: Lanzamiento del SAC B (CONAE)



Ilustración 3: Satélite SAC-B ¹¹

- 31/01/1997: Lanzamiento del Nahuel 1
- 27/11/1998: Adjudicación de la Posición 81 a Nahuelsat S.A
- 12/12/1998: Lanzamiento del SAC-A ("Satélite Argentino Científico" de CONAE)

¹¹ www.conae.gov.ar



Ilustración 4: Satélite SAC-A ¹²

- 21/11/2000: Lanzamiento del SAC-C ("Satélite Argentino Científico" de CONAE)



Ilustración 5: Satélite SAC- C www.conae.gov.ar

- 26/04/2006 Creación de ARSAT

¹² www.conae.gov.ar

- 2007: El Estado Nacional toma la decisión estratégica de absorber los activos de Nahuelsat S.A
- 10/06/2011: Lanzamiento del SAC-D ("Satélite Argentino Científico" de CONAE)

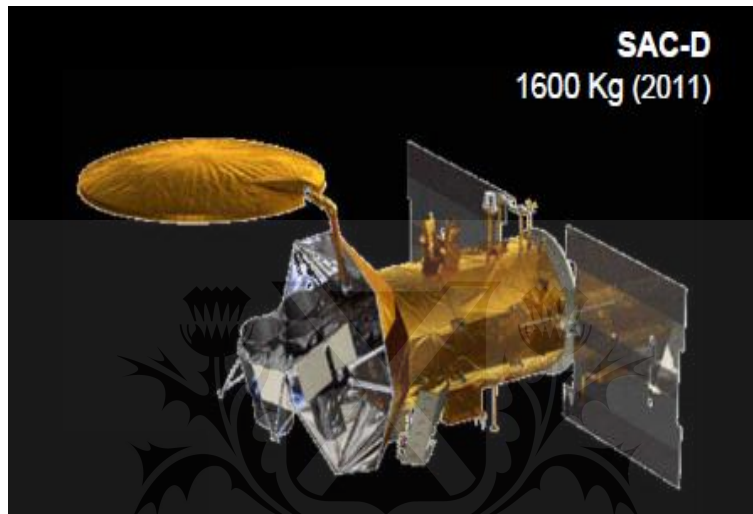


Ilustración 6: Satélite SAC-D ¹³

- 26/04/2013: Lanzamiento del nanosatélite Cube Bag 1 Capitán Beto (Satellogic: Empresa Argentina)
- 21/11/2013: Lanzamiento del nanosatélite Manolito (Satellogic)
- 16/10/2014: Lanzamiento del ARSAT-1
- 30/09/2015: Lanzamiento del ARSAT-2
- 14/06/17: Desde China lanzaron Milanesat (Satellogic)

2.1.1.- El contratista Principal de ARSAT y CONAE: INVAP SE

Tomando en cuenta los hitos históricos argentinos indicados, en la construcción de los Satélites Geoestacionarios fue fundamental INVAP SE por sus antecedentes y solvencia tecnológica que derivó de su vasta trayectoria como

¹³ www.conae.gov.ar

contratista principal de varios sistemas satelitales (SAC-B, SAC-A y SAC-C), además de los proyectos en curso como SAC-D/Aquarius y SAOCOM.

Dicha Sociedad de Estado cumple los estándares de la industria aeroespacial de aseguramiento de la calidad de productos y procesos, administración de programas y de riesgos, necesarios para proyectos de alta tecnología.

Hace más de 40 años que INVAP se dedica al diseño y construcción de sistemas tecnológicos complejos. Su misión es el desarrollo de tecnología de avanzada en diferentes campos de la industria, la ciencia y la investigación aplicada, creando "*Paquetes Tecnológicos*" de alto valor agregado tanto para satisfacer necesidades nacionales como para vender alta tecnología en otros mercados. Tiene experiencia en la gestación, implementación y administración de proyectos multidisciplinarios de alta complejidad, para generar productos y servicios de acuerdo con los requerimientos de clientes internacionales, bajo la modalidad de entrega "llave en mano".

Sus principales actividades se centran en las áreas Nuclear; Aeroespacial, Gobierno y Defensa; Industrial y Sistemas Médicos. Ha diseñado y fabricado varios reactores de investigación y producción de radioisótopos en distintos lugares del mundo, satélites de baja órbita (LEO) para la observación terrestre, diversas plantas industriales, sistemas de radar y centros de terapia radiante, entre otros desarrollos.

Los desarrollos de INVAP se relacionan directamente con la gestión de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), entidades con las que ha llevado a término proyectos a largo plazo.

INVAP SE a nivel internacional, es la única empresa en Latinoamérica certificada por la NASA para realizar sistemas satelitales completos, desde su diseño y construcción hasta su operación (exceptuando el lanzamiento).

2.2.- Tipos de Satélites:

El primer satélite de comunicaciones, el Project SCORE¹⁴, lanzado el 18 de diciembre de 1958, reenvió al mundo un mensaje de Navidad del presidente norteamericano Eisenhower.



Ilustración 7: Lanzamiento Project SCORE¹⁵

A partir de este hito, el desarrollo de la industria espacial satelital fue avanzando estrepitosamente. El satélite Telstar¹⁶ fue puesto en órbita por los Estados Unidos el 10 de julio de 1962 por un cohete Delta, estaba diseñado para retransmitir televisión, teléfono y datos de comunicaciones a alta velocidad, fue el primer satélite de comunicaciones activo, iniciando la era de las comunicaciones vía satélite y el primer enlace televisivo internacional.

¹⁴ <http://www.satmagazine.com/story.php?number=768488682>

¹⁵ http://vc.airvectors.net/tamrc_06.html

¹⁶ <https://www.nasa.gov/topics/technology/features/telstar.html>



Ilustración 8: Satélite Telstar¹⁷

Cronológicamente también debemos tener en cuenta que:

- 1962: Telstar fue primer satélite de comunicaciones "activo" (transoceánico experimental)
- 1972: Anik 1¹⁸: se lanzó el primer satélite de comunicaciones doméstico (Canadá)
- 1974: WESTAR: primer satélite de comunicaciones doméstico estadounidense¹⁹
- 1976: MARISAT²⁰: primer satélite de comunicación móvil

Desde aquellos satélites, al día de hoy se han generado nuevas tecnologías y múltiples variedades de satélites que, dependiendo de su posición orbital, su tamaño, masa y carga útil varían las especificaciones de los servicios que prestan.

¹⁷ <https://www.nasa.gov/topics/technology/features/telstar.html>

¹⁸ http://space.skyrocket.de/doc_sdat/anik-a.htm

¹⁹ <http://space.jpl.nasa.gov/msl/Programs/westar.html>

²⁰ http://space.skyrocket.de/doc_sdat/marisat-1.htm

Una vez posicionados en órbita alrededor de la tierra, de otro planeta o un satélite natural, como la luna, se utilizan para:

- Proveer servicios de telecomunicaciones (Telefonía, internet, datos, radio, televisión, etc.);
- GPS para la navegación;
- Hacer informes meteorológicos;
- Cuestiones de seguridad o militares;
- Realizar investigaciones astronómicas del universo.

También se los suele dividir por el tamaño:

Tipo de nave	Peso
Grandes Satélites	Más de 1.000 kg
Satélites Medianos	Entre 500 y 1.000 kg
Mini Satélites	Entre 100 y 500 kg
Micro Satélites	Entre 10 y 100 kg
Nano Satélites	Entre 1 y 10 kg
Pico Satélites	Entre 100 g y 1 kg
Femto Satélites	Menos de 100 g

Tabla 1: Tipos de Satélite por peso

(Ramos, Marzo 2017, pág. 9)

Según los cálculos (Santos-Reyes, Ejemplar 14. Enero-junio de 2016) durante el 2016 la mayoría de los satélites lanzados fueron grandes:

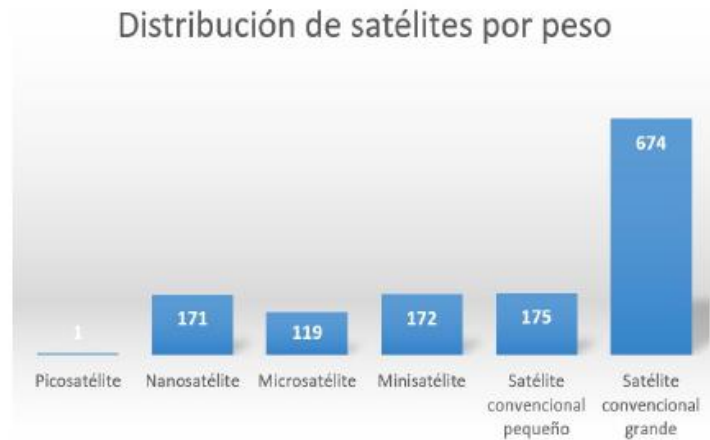


Gráfico 1: Satélites lanzados en 2016

Una característica fundamental para establecer la funcionalidad de un satélite consiste en la distancia de la órbita en la cual se posiciona, esta situación impactará en forma directa sobre la cobertura y los servicios que se demandarán de ese satélite.

Teniendo en cuenta la ubicación, el área de cobertura o pisada del satélite será mucho menor estando en una órbita baja que en otra de mayor altura. Asimismo la potencia necesaria para emitir desde órbitas bajas es menor.

La pisada o "*Footprint*" de un satélite de telecomunicaciones consiste en el área donde tendrá cobertura. En tal sentido, el ARSAT-1 cubre todo el territorio nacional -desde La Quiaca a Ushuaia, la Antártida Argentina y las Islas Malvinas- y países limítrofes con mayor potencia de señal. La idea central de este primer satélite era ofrecer servicios de igual calidad a todos los puntos del país, superando barreras topográficas y llegando a zonas alejadas de la Patagonia o incluso la Antártida.

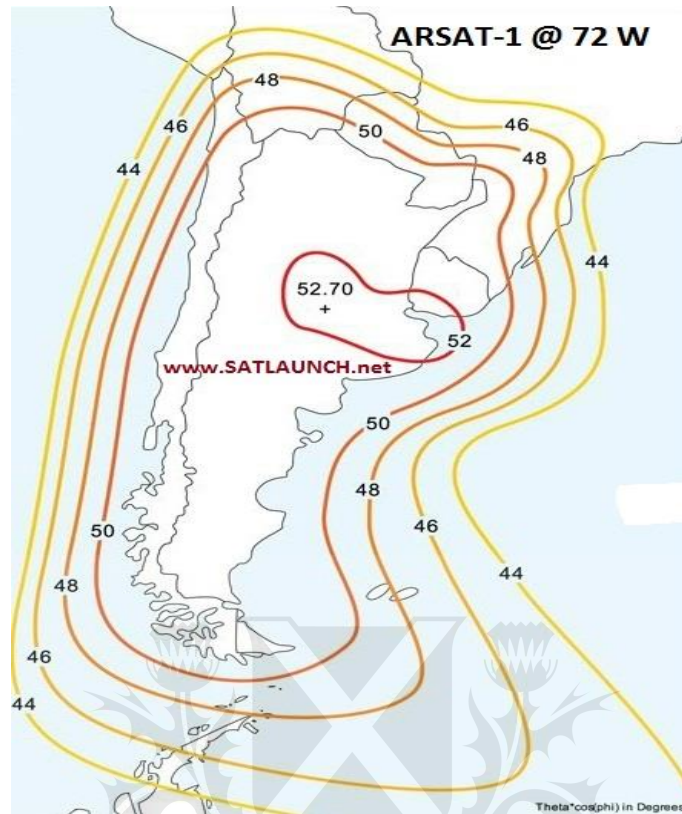
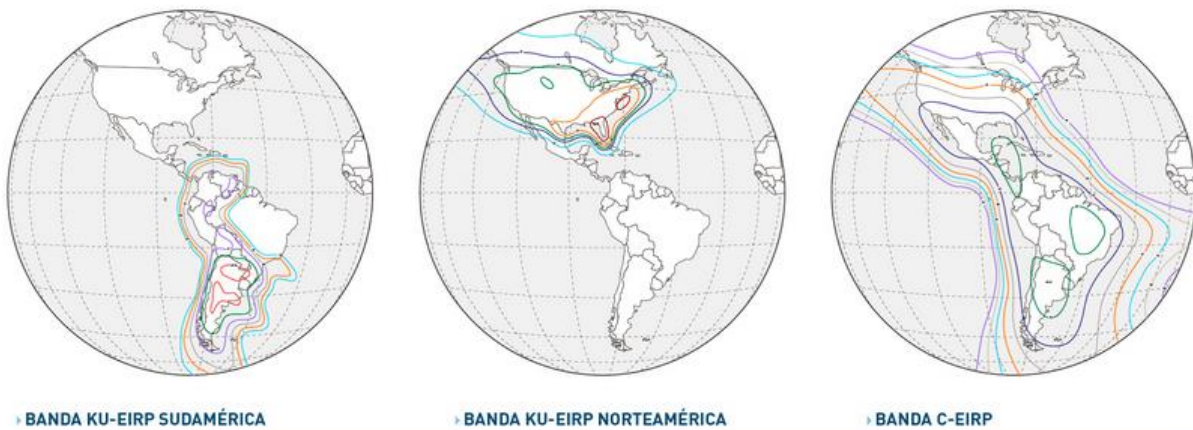


Ilustración 9: Footprint ARSAT-1²¹

Por otro lado, el Arsat-2 se encuentra en la posición orbital 81° Oeste y cuenta con 3 antenas que emiten en banda Ku y C. La cobertura de este satélite permite brindar servicios de telecomunicaciones sobre el continente americano en tres coberturas: sudamericana, norteamericana y hemisférica.



²¹ 1 www.arsat.com.ar

Ilustración 10: Footprint ARSAT-2²²

Las Órbitas satelitales:

En física, una órbita es la trayectoria que describe un objeto físico alrededor de otro mientras está bajo la influencia de una fuerza central, en el caso de los satélites es la fuerza gravitatoria.

Las órbitas se analizaron por primera vez de bajo un modelo científico por el matemático Kepler²³ en el año 1609, quien fue el que formuló los resultados en sus tres leyes del movimiento planetario:

- 1) Describió que las órbitas de los planetas en el Sistema Solar son elípticas y no circulares o epiciclos, como se pensaba antes, y que el Sol no se encontraba en el centro de sus órbitas sino en uno de sus focos.
- 2) La velocidad orbital de cada planeta no es constante, como también se creía, si no que la velocidad del planeta depende de la distancia entre el planeta y el Sol.
- 3) Encontró una relación universal entre las propiedades orbitales de todos los planetas orbitando alrededor del Sol. Para cada planeta, la distancia entre el planeta y el Sol al cubo, medida en unidades astronómicas, es igual al periodo del planeta al cuadrado, medido en años terrestres.

Más luego, Isaac Newton demostró que las leyes de Johannes Kepler derivaban de su teoría de la gravedad y que, en general, las órbitas de los cuerpos respondían a la fuerza gravitatoria.

²² www.arsat.com.ar

²³

http://centros.edu.xunta.es/iesoterope drayo.ourense/dptos/fq/2_BACH_FIS/tema_01_gravitacion.pdf

2.3.- Tipos de órbitas

Debemos tener en cuenta la existencia de diferentes ventajas para posicionar un satélite. En este punto, trataré de resumir las ventajas de cada opción.

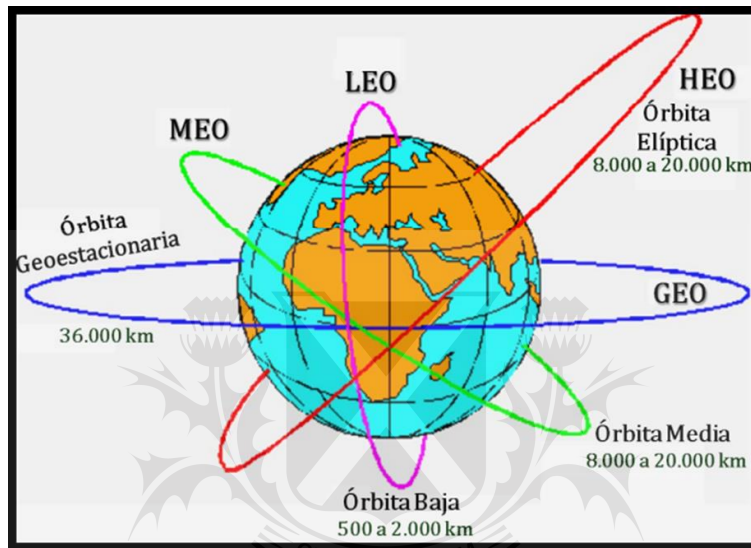


Ilustración 11: Órbitas Geoestacionarias ²⁴

Las órbitas LEO (órbita terrestre baja o Low Earth Orbit) y MEO (órbita media terrestre o Medium Earth Orbit) se ubican a menor distancia de la Tierra tomando como referencia la órbita Geoestacionaria (en adelante "GEO").

Una vez puesto en órbita el satélite, hay que vincularlo con las instalaciones en Tierra. En este punto, debo aclarar que el enlace satelital es un medio para transmitir datos, internet, etc. desde un punto a otro. El enlace satelital puede resumirse en tres etapas:

- 1) El enlace de Subida
- 2) El enlace de Bajada
- 3) Cuando la señal es recepcionada por el transponder y es bajada a la tierra

Un transponder recibe la señal procedente del enlace ascendente Tierra-satélite, la amplifica y la reenvía por el enlace descendente satélite-Tierra. El tiempo de propagación es el retardo que experimenta la señal en el trayecto tierra-

²⁴ <http://aulasat.wikispaces.com/Satelites+y+orbitas>

satélite-tierra, que, para un satélite situado a una distancia típica de 37.500 km, supone 125 mseg en cada trayecto, o 500 mseg de ida y vuelta de los paquetes de información. (Castejón, 2016, pág. 25)

En síntesis, el satélite es un repetidor de ondas de radio en el espacio a partir de un transponder que tiene la capacidad de transmitir y responder.

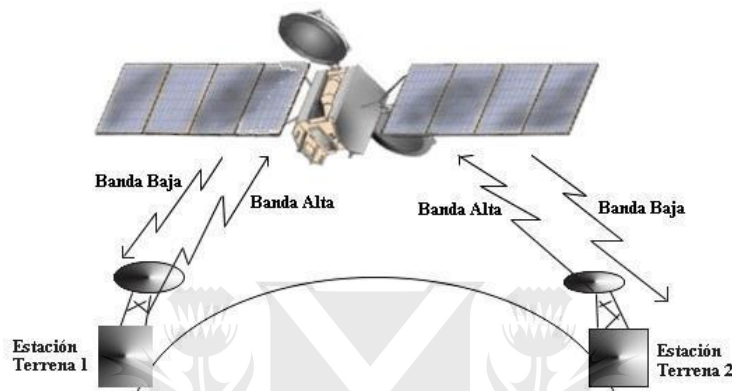


Ilustración 12: Sistema Satelital Básico ²⁵

Teniendo en cuenta estos conceptos básicos, cuando un satélite se encuentra en una órbita baja tiene como ventajas una menor atenuación de la señal al realizar un enlace satelital, por lo contrario tendremos una mayor atenuación, en el caso de un satélite geoestacionario que se encuentra a mayor distancia.

Asimismo, dependiendo de la proximidad del satélite a la tierra tendremos menor o mayor retraso de la señal recibida. Un satélite geoestacionario se encuentra a unos 35.000 km. aproximadamente de distancia, lo que equivale a la longitud de tres diámetros de la tierra.

La órbita geoestacionaria fue definida por Arthur C. Clarke en 1945²⁶, 12 años antes del lanzamiento del Sputnik por la URSS. Sir Arthur Charles Clarke, fue un escritor y científico británico el cual diseñó un modelo, mediante el cual con tres satélites geoestacionarios se podría tener cobertura sobre la tierra.

²⁵ <https://ciudadanomurdoch.wordpress.com/2011/11/25/murdoch-y-la-tv-por-satelite/>

²⁶ <https://www.itu.int/itu-news/manager/display.asp?lang=es&year=2008&issue=03&ipage=Arthur-Clarke&ext=html>

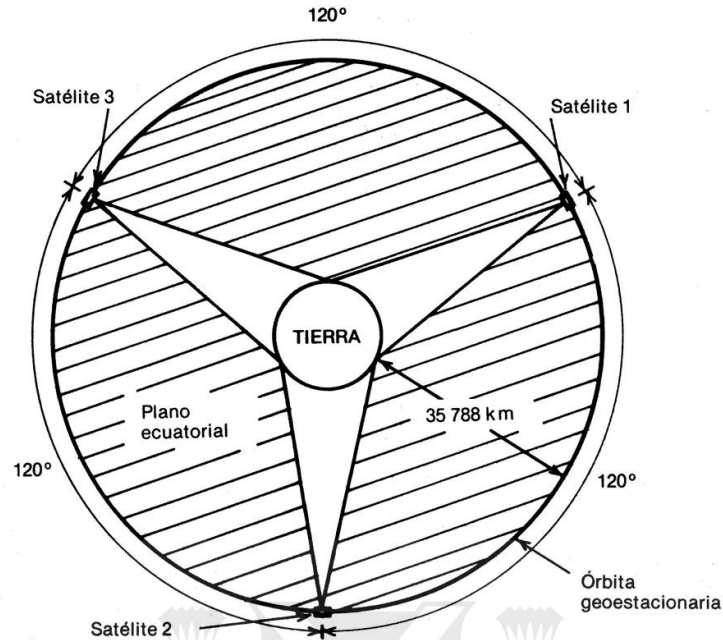


Ilustración 13: Diseño Órbitas de Clarke²⁷

Sin perjuicio de ello, la órbita GEO con relación a las órbitas LEO y MEO, presenta ventajas comparativas determinantes que le han permitido ser una de las opciones preferidas para configurar los sistemas de telecomunicaciones o para dar soluciones a las distintas industrias.

Según los cálculos de Clarke, con tres satélites se cubriría casi la totalidad de la tierra:

²⁷ <https://orbitasincroniceoestacionaria.wikispaces.com/LA+ORBITA+GEOESTACIONARIA>

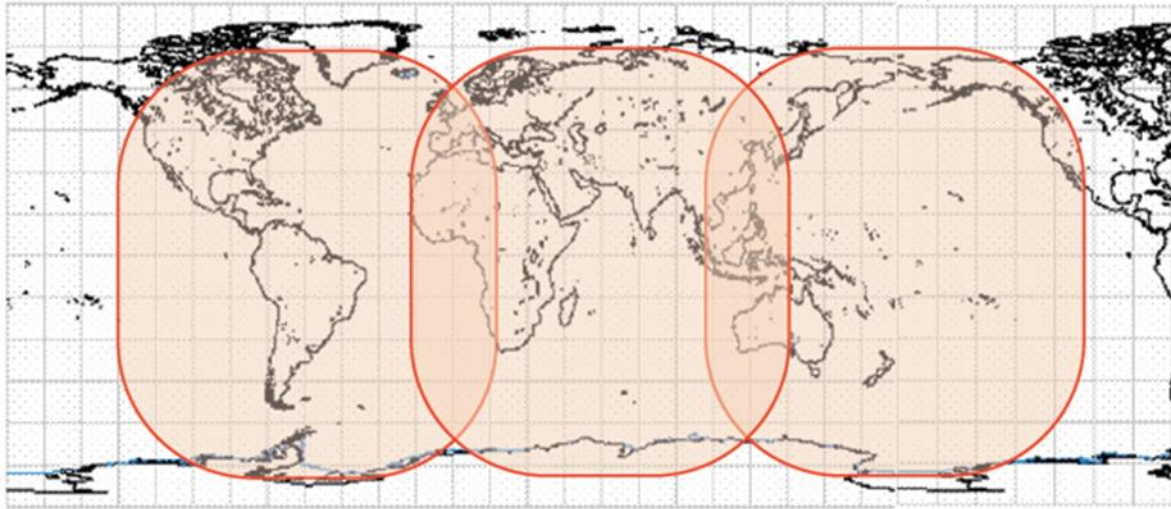


Ilustración 14: Cobertura Global Satélites ²⁸

El término geoestacionario se refiere a tener un satélite que una vez posicionado en determinado punto, no tiene un movimiento aparente en relación a la tierra. Esta característica es determinante porque permite que sea más fácil, para los sistemas terrestres, apuntar las antenas y así ubicar al satélite, ya que siempre estará en la misma dirección. Por otro lado, los satélites ubicados en las órbitas LEO y MEO, nunca están fijos en relación a la Tierra, lo que significa una gran dificultad para su seguimiento por sistemas terrestres y es necesario utilizar constelaciones sincronizadas de satélites en estas órbitas, para lograr el enlace continuo.

Otra ventaja de los satélites GEO es que la zona de cobertura o "*FootPrint*" es mucho más amplia teniendo en cuenta la distancia a que se encuentran. Esto se debe a que las antenas abarcan zonas más grandes de acuerdo a su patrón de radiación con relación a la tierra.

²⁸<https://storify.com/david1394/la-historia-de-los-satelites>

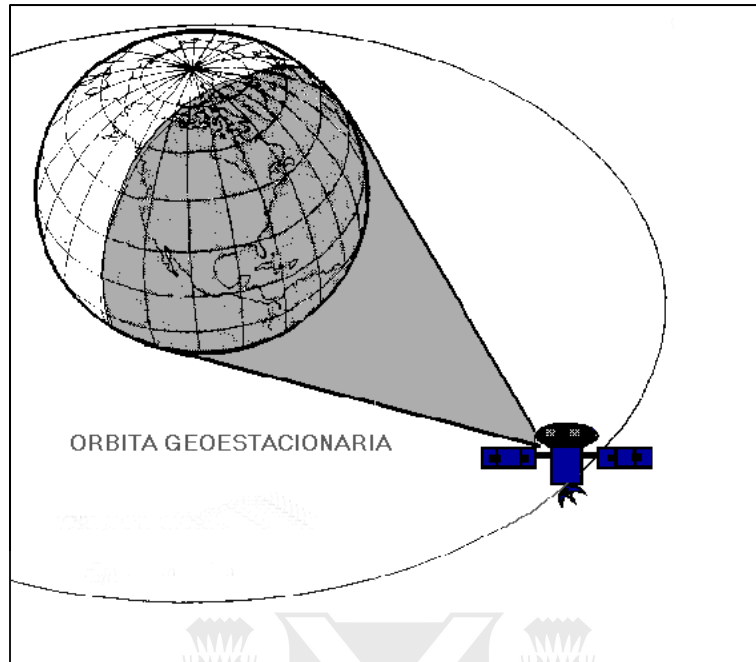
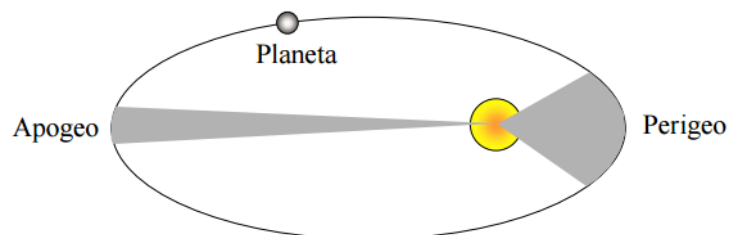


Ilustración 15: Cobertura de Satélite ²⁹

Los satélites de telecomunicaciones generalmente se ubican en la órbita GEO la cual reviste características únicas. La órbita GEO es geo-síncrona. Esto significa que el periodo orbital de cualquier satélite que se encuentra en ella es de 24 horas, y que gira alrededor de la Tierra al mismo tiempo y sobre el mismo eje, por lo tanto el satélite parece estar en un punto fijo. Para que la órbita pueda ser considerada geoestacionaria se deben cumplir dos condiciones:

- 1) Que la órbita sea circular, siendo el perigeo (punto de la órbita más cercano a la Tierra) y el apogeo (punto de la órbita más lejano a la Tierra) iguales, a diferencia de las órbitas elípticas que tienen un apogeo y un perigeo distintos.



²⁹ <http://www.edupedia.ec/index.php/temas/geografia/del-ecuador/espacio-aereo-orbita-geoestacionaria>

Ilustración 16: Diagrama Perigeo y Apogeo
http://aulavirtualitapu.com.ar/fisica/problemas/celeste/problemas/problemas_celeste.shtml

- 2) El plano orbital, sobre el que se encuentra la órbita debe ser el plano ecuatorial, el cual divide la Tierra a la mitad. Esta característica es fundamental porque la diferencia entre una órbita geo-síncrona y otra geoestacionaria, es que la órbita geo-síncrona puede no estar en el plano ecuatorial, por lo que tendría una inclinación con respecto a éste, en cambio se considera que la geoestacionaria tiene una inclinación igual a cero con respecto al plano ecuatorial.

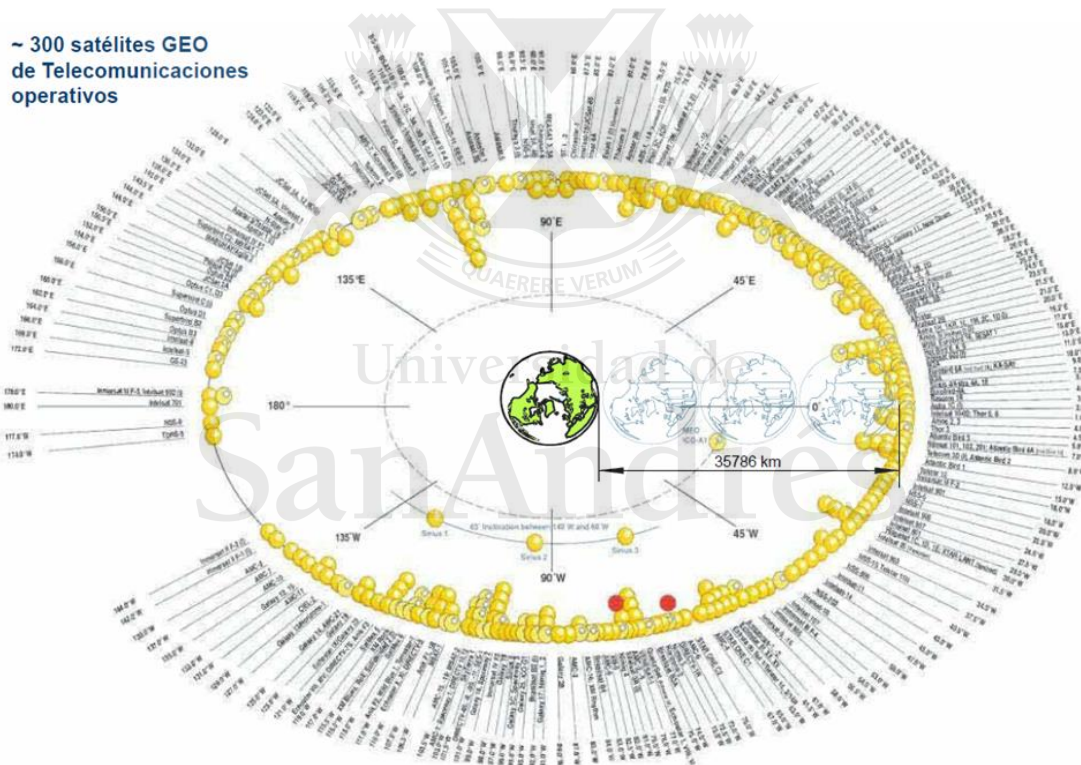


Ilustración 17: Ubicación de los diferentes satélites ³⁰

La distancia de la Tierra hasta la órbita GEO, alcanza los 35.786 Km. En dicho punto los artefactos satélites deben girar en el mismo sentido que la Tierra a

³⁰ <https://www.aero.upm.es/departamentos/economia/investiga/informe2003/archivos.html/4.9.htm>

una velocidad orbital de 3.075 km/s, tangencial a la órbita, lo cual permite se mantenga en la órbita. Con una velocidad inferior, el satélite sería atraído a la Tierra, y con una velocidad mayor, el satélite podría salir de la órbita y perderse en el espacio.

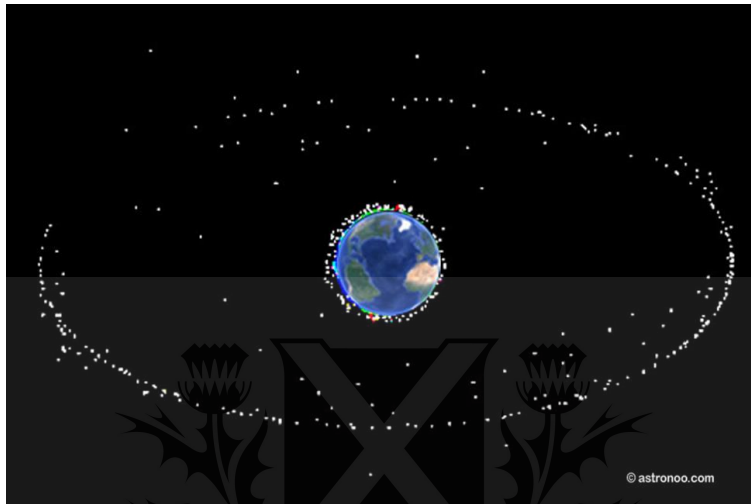


Ilustración 18: Satélites en Orbitas ³¹

La órbita geoestacionaria es única, en materia de telecomunicaciones. Por más que tenga un perímetro de 265.000 km. de largo, es recurso limitado y demandado estratégicamente por los distintos Estados. Otra limitación, proviene de las mismas tecnologías de los satélites, en tal sentido las antenas emiten ondas electromagnéticas que podrían llegar a interferir, por tales motivos los satélites se colocan en posiciones orbitales debidamente establecidas por la UIT (Unión Internacional de las Telecomunicaciones).

La separación entre unos y otros se hace en grados y con el objeto de generar una buena calidad de la transmisión y recepción de cada uno en las distintas bandas y frecuencias. Las posiciones orbitales se determinan a partir de la posición de 0° sobre el meridiano de Greenwich, de allí se comienzan a determinar las demás hacia el Este o hacia el Oeste. El tema de las asignaciones de las posiciones orbitales será ampliado junto con los asuntos regulatorios.

³¹ <http://www.astronoo.com/es/articulos/orbita-geoestacionaria.html>

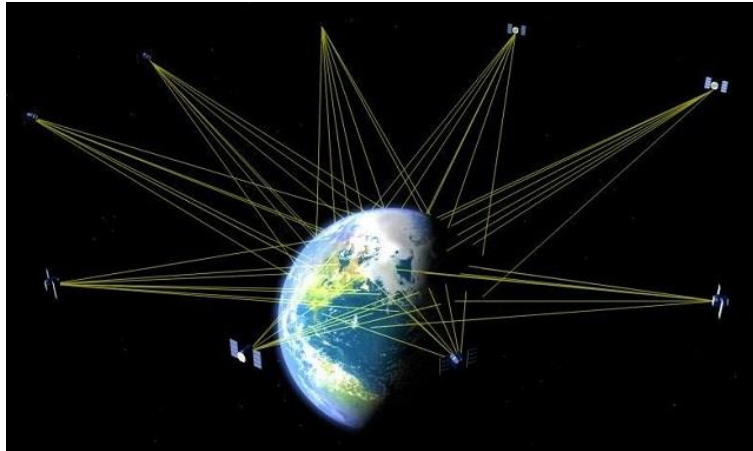


Ilustración 19: Cobertura de los distintos satélites ³²

Características Principales de cada Órbita³³:

Órbitas LEO (200 – 2.000 km sobre la superficie de la Tierra)

Ventajas:

- Cobertura global con una constelación.
- Terminales más pequeños, y por lo tanto menos costos
- Retardos mínimos en los enlaces (<10ms)
- Uso eficiente del espectro
- No requiere redundancia de satélite
- Permite determinación de posición como valor añadido

Desventajas:

- Necesidad de una constelación de satélites para cobertura global
- Señal variable
- Desviación Doppler
- Visibilidad breve
- Compleja arquitectura de red
- Tecnología poco establecida
- Muchos eclipses

³² https://cronicaglobal.elespanol.com/economia/social-economia/sener-participa-en-el-diseno-de-un-dispositivo-para_68583_102.html

³³ http://www.catalonia.org/cartografia/Clase_10/Orbitas_Satelitarias.html

- Basura espacial
- Reemplazo de satélites
- Instalación lenta

Órbitas MEO: (entre 3.000 y 20.000 km de la Tierra)

Ventajas:

- Cobertura global
- Menores pérdidas que GEO
- Terminales de tamaño medio
- Retardos medios (<100ms)
- Uso eficaz del espectro

Inconvenientes:

- Gran constelación de satélites
- Señal variable
- Efecto Doppler
- Visibilidad breve (traspasos)
- Compleja arquitectura de red
- Tecnología poco establecida
- Muchos eclipses
- Basura espacial

Órbitas GEO (Ubicada a 35.000 km de la Tierra)

Ventajas:

- Tecnología desarrollada
- Estabilidad de la señal
- Doppler mínimo
- Interferencias predecibles
- Cobertura de zonas pobladas
- Puesta en órbita conocida
- Buena visibilidad

Inconvenientes:

- No cubre zonas polares
- Pérdidas de enlace
- Retardo considerable
- Alto coste de lanzamiento
- Bajo ángulo de elevación
- Eclipses
- Basura espacial
- Poco aprovechamiento del espectro
- Gran zona de cobertura
- Poca fiabilidad en móviles
- Alto costo de un plan de contingencias

2.4.- Conformación básica de un sistema Satelital

Para que se genere el vínculo con el satélite, es fundamental el Segmento Terreno: Bajo estos términos denominamos las instalaciones en Tierra necesarias para producir el enlace con el satélite.

El segmento terrestre está formado por todos los sistemas necesarios para generar la comunicación con el satélite que esté localizado en el planeta Tierra. A este segmento pertenecen las antenas receptoras y transmisoras situadas sobre la superficie del planeta, la interconexión entre ellas y la estación terrena desde la cual se monitorea, supervisa y controla el satélite a partir de:

- **Telemetría:** El objetivo del Sistema de Telemetría es permitir la capacidad de recibir, procesar, decodificar y distribuir los datos del satélite. Estos datos de telemetría consisten en información sobre ciencia e ingeniería que se transmiten desde la nave.
- **Control de vuelo del Satélite:** El Sistema de Comandos contempla más de 5.000.000 de parámetros sobre las actividades de la nave.

- **Monitorización y Control:** Los objetivos de este sistema son básicamente dos: seguimiento en tiempo real de los procesos en la nave y proporcionar capacidades de monitorización y control a los operadores de la misión.

Por otro lado tenemos el Segmento Satelital conformado por sus elementos principales (Plan Satelital Geostacionario Argentino 2015-2035, 2015, pág. 92):

1. Cilindro Central
2. SPU (Unidad de Procesamiento Satelital)
3. IM (Módulo de Interfaces)
4. PCU (Unidad de Control de Potencia)
5. Baterías
6. Sistema de Propulsión compuesto por: Tanques de Propelente, Módulos de Propulsión, Interfaces de conducción, control de propelentes y Propulsores.
7. Control Térmico (Caloductos para el módulo de Comunicaciones curvos para Sensores Estelares)
8. Reflectores Solares Ópticos
9. Sensores y actuadores de Control de Altitud (Ruedas de Inercia, Unidades giroscópicas, Sensores Infrarrojos de Tierra, Sensores Estelares, Sensores solares.
10. Paneles Solares
11. Motor de accionamiento de Paneles Solares
12. Anillo de sujeción
13. Carga Útil: Repetidor y Antenas

Vista de los internos del satélite

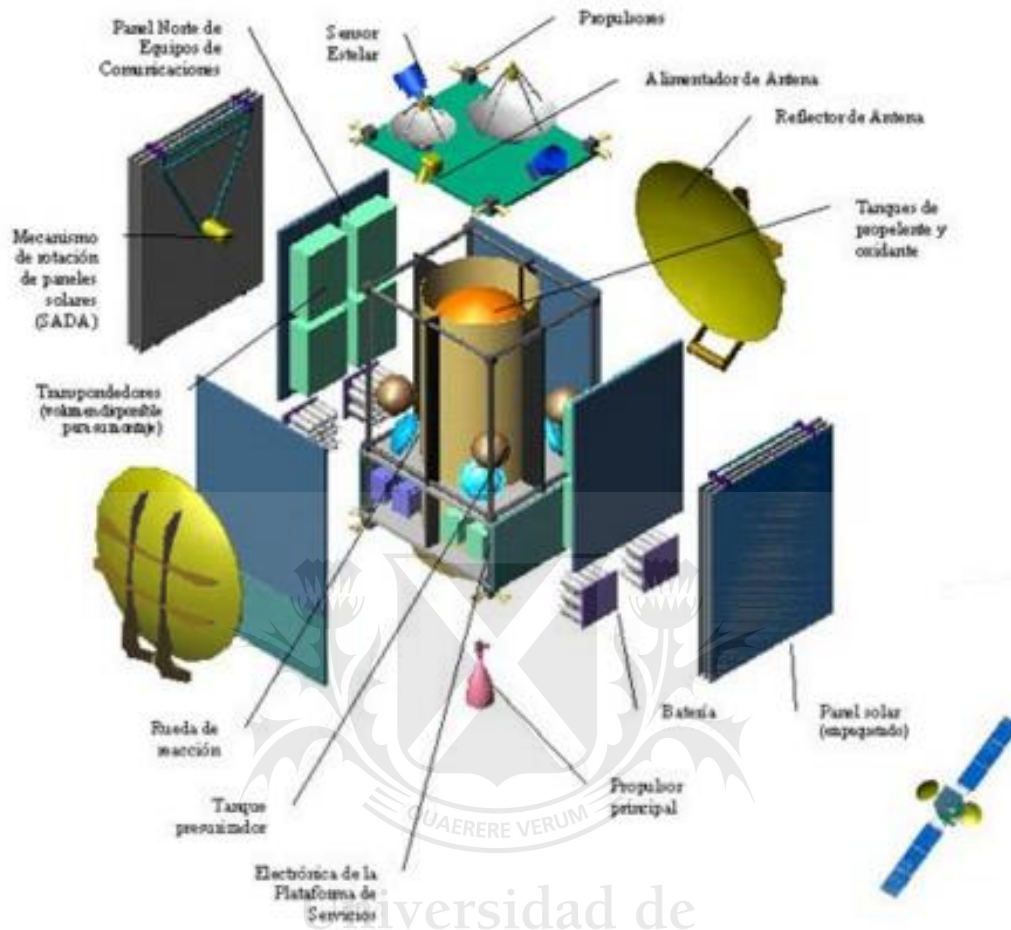


Ilustración 20: Elementos Básicos de Satélite

(Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035, 2015, pág. 92)

En resumen los principales beneficios de un sistema satelital geoestacionario se pueden resumir a:

- Amplia área de cobertura (país, región, continente)
- Gran ancho de banda disponible
- Independencia de la infraestructura terrestre
- Estabilidad y previsibilidad del enlace
- Rápida instalación
- Comunicaciones fijas y móviles inalámbricas independientes de la ubicación geográfica

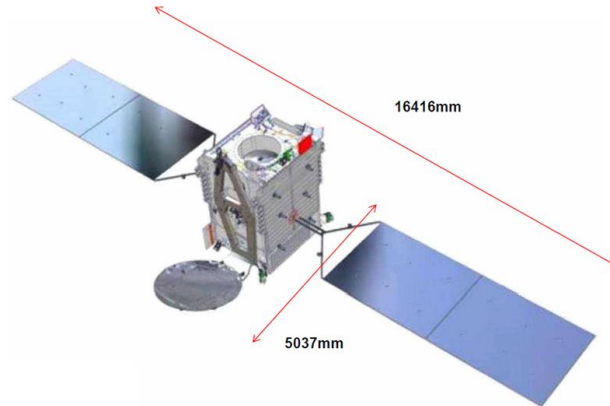


Ilustración 21: Dimensiones ARSAT-1 ³⁴

2.5.- Cronología del caso ARSAT:

Para dar una mejor explicación sobre un proyecto sumamente complejo y largo en el tiempo, lo pienso dividir en una serie de etapas consecutivas, con fines didácticos.

Definición técnica

Para establecer las funcionalidades y las características del primer satélite geo-estacionario de telecomunicaciones fue necesario realizar una serie de reuniones entre personal técnico de ARSAT e INVAP con el objeto de establecer la Ingeniería Preliminar, todo ello en el año 2006. Teniendo en cuenta la envergadura y los objetivos estratégicos del proyecto fue necesaria la presencia de integrantes de la Secretaría de Comunicaciones de la Nación y la Comisión Nacional de Comunicaciones. Asimismo, se contó con la participación de revisores internacionales expertos en la industria espacial satelital. La finalización de esta etapa dio origen a la ingeniería de detalle y más luego a la construcción.

En este punto debemos tener en cuenta que el primer satélite diseñado y construido enteramente en la Argentina que dio origen a este tipo de tecnologías

³⁴ www.arsat.com.ar

espaciales fue el SAC-B. Se desarrolló como aparato de investigación astronómica que tenía por objeto investigar las fuentes explosivas extra galácticas de alta energía. El lanzamiento, que se realizó en 1996 en el cohete estadounidense Pegasus XL, tuvo fallas que no permitieron eyectar al satélite una vez en órbita. No obstante, los sistemas del satélite se pusieron en funcionamiento hasta que las baterías a bordo agotaron su carga. Las agencias espaciales asociadas en esta misión, la CONAE y la NASA reconocieron un importante avance tecnológico a INVAP porque permitió certificar una plataforma satelital argentina libre de errores de diseño o defectos de construcción.

La tecnología espacial constituye una de las áreas de trabajo de mayor relevancia para INVAP, ya que los tres satélites de observación lanzados por la NASA para la Argentina, así como la estación de observación terrestre de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) han sido construidos por INVAP.

En base a este reconocimiento y de haber sido el contratista principal de estos proyectos, ARSAT le encomendó a INVAP el diseño, la construcción y operación de los satélites geoestacionarios ARSAT-1 y ARSAT-2, los cuales conforman el Sistema Satelital Geoestacionario Argentino de Telecomunicaciones (SSGAT), un programa que implica el diseño, la fabricación, la puesta en órbita y la operación de satélites.

Pruebas

Previo al lanzamiento, los satélites fueron sometidos a diversos ensayos donde se replicaron las condiciones críticas del cohete lanzador y del espacio exterior a 36.000 km de la Tierra.

Los ensayos se realizaron en el Centro de Ensayos de Alta Tecnología (CEATSA) en la ciudad de San Carlos de Bariloche. CEATSA es una empresa creada en 2010, producto de un acuerdo entre ARSAT e INVAP, para responder a la demanda de la industria espacial local.

Según www.arsat.com.ar los satélites en forma previa a su lanzamiento fueron sometidos a los ensayos que se enumeran a continuación:

- **Cámara de termo vacío:** simula el vacío y los cambios de temperatura que atravesará el ARSAT-2 en el espacio. El satélite fue sometido a esas condiciones en el interior de la cámara, con temperaturas que oscilaron entre los +150° y -170° C y valores de presión que alcanzaron los 5×10^{-7} Torr. Las diferentes temperaturas de los equipamientos fueron medidas por 100 termo-cuplas conectadas a un sistema de control de datos. Las condiciones de vacío y temperatura son programables a la medida de cada cliente y condición requerida.
- **Ensayo acústico:** somete al satélite a distintas frecuencias de sonidos emitidas por parlantes estratégicamente ubicados equivalentes a los que recibirá en el momento del lanzamiento y durante toda su vida útil. El satélite fue expuesto a una intensidad de ruido dos veces más potente que la emitida por la turbina de un jet, alcanzando una potencia acústica mayor a los 140 decibeles. A través de distintos instrumentos de medición se registra el estrés y las deformaciones elásticas que sufre el satélite durante este ensayo.
- **Vibraciones:** se fijó el satélite al shaker, una plataforma de 50 toneladas que simula las vibraciones a las que estará sometido el satélite durante el lanzamiento. El shaker vibra al satélite a través de un barrido en frecuencias en sus tres ejes y en diferentes amplitudes, con fuerzas de hasta 290 kilonewtons. Este ensayo es esencial para el aseguramiento del satélite, ya que indica la verdadera resistencia que tendrá, lo que permite además validar su diseño estructural.

- **Cámara anecoica:** el satélite se introduce en una cámara cuyas paredes internas están cubiertas de conos que absorben las ondas de radiofrecuencia, lo que evita el rebote y emula las condiciones de un campo libre. Allí se realizan ensayos para verificar que las ondas electromagnéticas de los distintos componentes y sistemas del satélite no interfieran entre sí (denominado ensayo de compatibilidad electromagnética -EMC).
- **Medición de campo cercano por radiofrecuencia (RF):** para el cual se utilizó un scanner horizontal plano que permite obtener mediciones de la ganancia y eficiencia de cada antena. Así se verificó que las emisiones de las tres antenas del ARSAT-2 cumplieran con los requerimientos de pisada y potencia de su diseño para cubrir la geografía de todo el continente americano.
- **Propiedades de masa:** consiste en un conjunto de equipos destinados a medir la masa, el centro de gravedad y los momentos de inercia del satélite. En CEATSA se midieron pesos de hasta 4 toneladas con una precisión de 100 gramos. Esta información resulta de vital importancia, en primera instancia para el momento de la puesta en órbita por parte del lanzador y, posteriormente, para desarrollar con precisión el control de posicionamiento y el control de actitud del satélite en órbita. Esto permitió conseguir el correcto apuntamiento de las antenas para el comando del satélite, transmisión y recepción de la información desde la Estación Terrena Benavídez.

Transporte del satélite

Una vez finalizadas las pruebas realizadas sobre el satélite comenzó la compleja logística. Para ello, se colocó el satélite en el contenedor que lo

protegerá durante el traslado. La función del contenedor es proteger al satélite de posibles vibraciones o impactos que pueda sufrir como consecuencia de las condiciones de transporte y almacenamiento. Además, regula los valores de temperatura y humedad para proveer un ambiente apto para conservar el satélite. Para cumplir con estas funciones, el contenedor cuenta con instrumentación interna y externa que registra los valores ambientales.

El contenedor estaba compuesto por tres partes: una cubierta para aislar y regular las condiciones en su interior, un soporte suspendido donde se ubica el satélite totalmente integrado y una base que posee un sistema de resortes para aislar las vibraciones durante el transporte. Una vez que el satélite estuvo ubicado en el interior, la única conexión con el exterior se producía a través de un filtro de aire, que nivelaba los cambios de presión durante el vuelo. Por otra parte, un equipo de aire acondicionado frío-calor mantenía la temperatura interior en condiciones óptimas para el satélite durante la espera en Tierra y los transportes terrestres.

Desde INVAP, en San Carlos de Bariloche, fue llevado hasta el aeropuerto de Ezeiza mediante un avión Antonov en razón del peso y las dimensiones de la carga, ya que usualmente se lo utiliza para el traslado de locomotoras, fuselaje de aviones y otras cargas de gran magnitud. Luego hasta el aeropuerto de Cayenne, en Guayana Francesa.



Ilustración 22: Carga del Satélite a un avión Antonov ³⁵

³⁵ www.arsat.com.ar

El ingreso al contenedor del ARSAT-2 se realizó luego de finalizada la Revisión de Pre Embarque (PSR, por las siglas en inglés de Pre Shipment Review) que concluyó de forma exitosa. El proceso de verificación demostró que el satélite es apto a nivel sistema, que sus procesos están debidamente registrados y que no se verifican problemas abiertos. Esto dio por finalizada la fase de fabricación de componentes, integración y ensayos del ARSAT-2, que incluyó la realización de una serie de pruebas funcionales en INVAP y de ensayos ambientales en CEATSA.



Ilustración 23: Container ARSAT³⁶

Lanzamiento

Una vez construido el satélite, fue llevado a un centro de lanzamiento, es muy importante el ángulo de inclinación y la cercanía al plano ecuatorial, porque

³⁶ www.arsat.com.ar

el 80% del combustible del satélite es utilizado en las distintas maniobras utilizadas para insertar el mismo en la posición geoestacionaria.

La razón geográfica, representa una de las razones principales por la cual se eligió Kourou: el lanzamiento de un satélite geoestacionario debe colocarse en la órbita GEO la cual es coplanar al Ecuador, esto implica entre más cercano al Ecuador se encuentre el centro espacial, la potencia para llevar al satélite hacia ese plano orbital será menor, reduciendo los costos y aumentando la vida útil del satélite.



Ilustración 24: Cohete Ariane 5 ³⁷

Para el caso de los satélites geoestacionarios, que son de gran tamaño y potencia, se necesitan vectores más poderosos, debido a la altura de sus órbitas y a la velocidad a la que se necesitan acelerar los satélites para colocarlos en la llamada órbita de transferencia. La colocación de un satélite geoestacionario en órbita es un proceso sumamente complejo denominado LEOP, acrónimo del término inglés que significa: “*Launch and Early Orbit Phase*”.

La fase de lanzamiento y operaciones iniciales empieza con el control del satélite justo después de que éste se separa del vehículo de lanzamiento hasta que el satélite se sitúa en posición para las pruebas de la carga útil en órbita.

Durante este periodo, el equipo de operaciones trabaja durante las 24 horas del día, durante 2 semanas, para activar, monitorear y controlar los distintos subsistemas del satélite. Estas tareas incluyen el despliegue de los accesorios (antenas, paneles solares, reflectores, etc.) que posea el satélite y la ejecución de maniobras de transferencia orbital.

Este procedimiento ingenieril es sumamente complejo e implica el uso de la llamada órbita de transferencia de Hohmann³⁸, nombre dado en honor al científico alemán Walter Hohmann, el cual estableció los cálculos necesarios para poner un satélite en órbita.

Una vez lanzado el satélite desde la Estación Espacial Europea, es colocado en una órbita circular baja. Este punto se denomina perigeo y es donde se enciende el sistema de propulsión del satélite que lo colocará en las órbitas de transferencia. Una vez colocado el satélite en ésta órbita, debe llegar al apogeo, en donde, con el prendido del motor de propulsión, acelerará hasta llegar a una velocidad de 3.075 km/s, para poder colocarse en la órbita geoestacionaria.

Estamos hablando de un proceso sumamente complejo, para un mejor entendimiento me remito a la siguiente ilustración:

³⁷ www.arsat.com.ar

³⁸ <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/celeste/kepler3/kepler3.html>

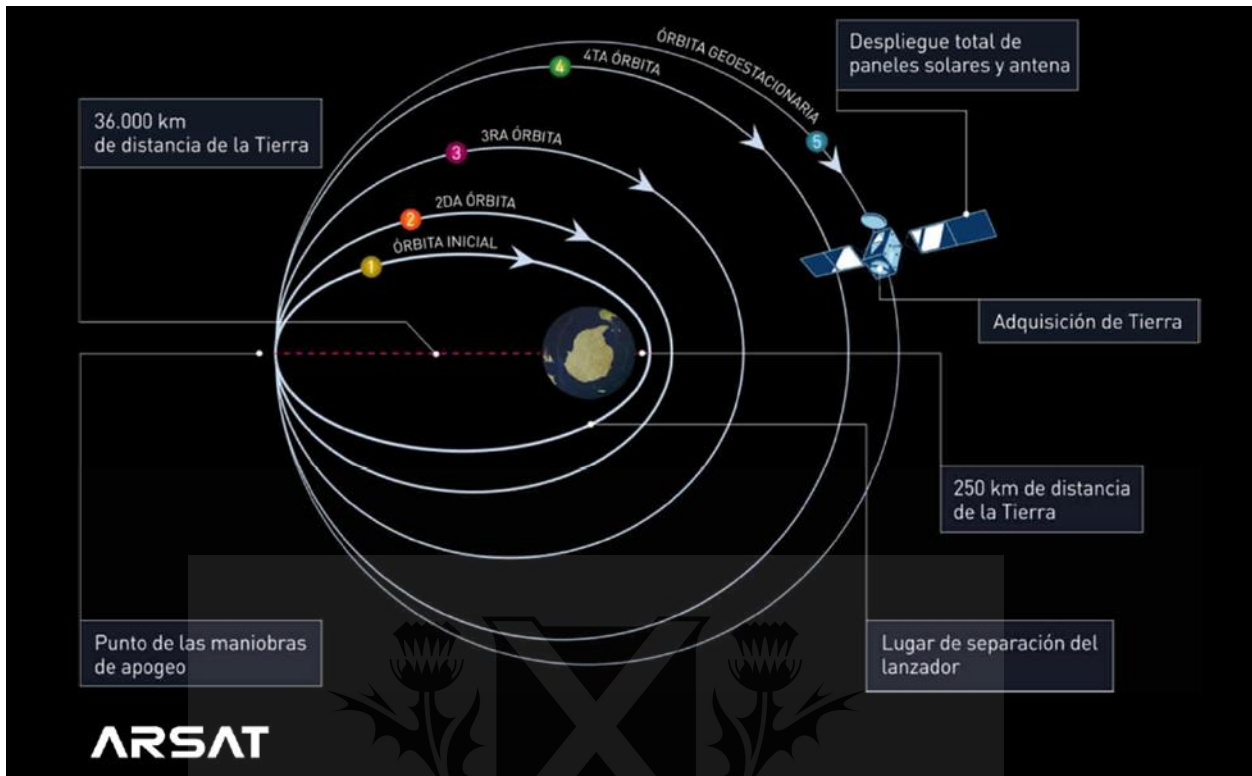


Ilustración 25: Infografía operaciones de LEOP³⁹

Este proceso es sumamente crítico, por tales razones se calcula y simula previamente.

Hay factores que son fundamentales: dirección, velocidad, cantidad de combustible, potencia, eficiencia del motor, etc.

Una vez que un satélite es puesto en órbita, hay que revisar todos los sistemas y desplegar los paneles solares para generar y almacenar la energía que le permitirá ejercer todas sus funcionalidades.

Debe permanecer en la órbita geoestacionaria y además nunca perder la orientación de las antenas las cuales tienen que apuntar hacia la Tierra.

Debemos tener en cuenta que el satélite se encuentra afectado por fuerzas y gravedades que los empujan de un lugar a otro. Para ello cuenta con sensores estelares y con relación a la Tierra, que se encuentran vinculados a un subsistema de propulsión que le permite hacer correcciones automáticas con respecto a la posición y la orientación.

³⁹ www.arsat.com.ar

El satélite debe respetar la ubicación para no generar colisiones o interferencias a otros sistemas satelitales. Debe hacer todas sus operaciones dentro de una caja imaginaria.

En cada una de las posiciones orbitales asignadas a la Argentina se podrían colocar hasta 3 satélites.

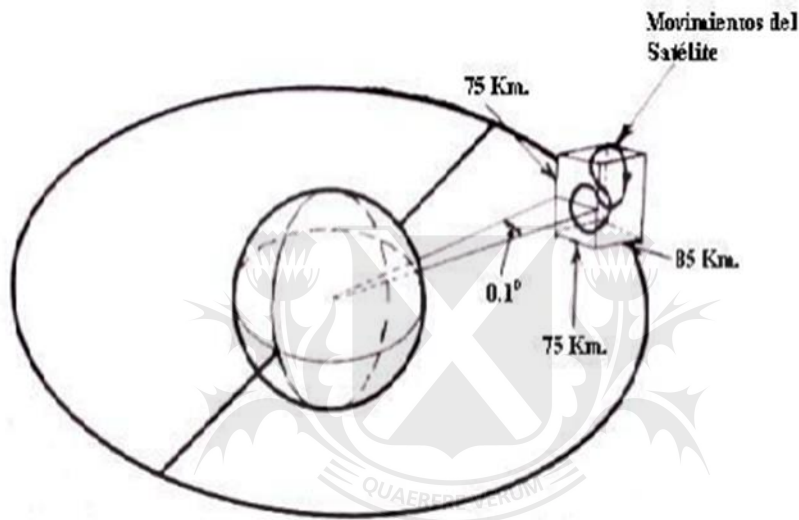


Ilustración 26: Infografía sobre el posicionamiento del satélite ⁴⁰

Todo esto ocurre bajo las fuerzas de:

1. El campo gravitacional de la Tierra
2. La atracción gravitacional del Sol y la Luna, que son de baja magnitud pero que de todas formas afectan
3. La presión de la radiación solar
4. Eclipses que no permite al satélite la carga eléctrica

Estas fuerzas y situaciones tienen como consecuencias desviaciones norte-sur (inclinación de la órbita) y este-oeste (progresión en longitud), considerando que las correcciones norte-sur generan un mayor gasto de combustible que las

⁴⁰ <https://es.slideshare.net/jeysonertz/sistema-de-comunicacionesviasatelite1>

correcciones este-oeste. El manejo eficiente de las perturbaciones tendrá relación directa con las funcionalidades y la vida útil del satélite.

2.6.- Aspectos Regulatorios

En este capítulo abordaré las implicancias regulatorias que tiene la utilización del espectro por parte de los sistemas satelitales de telecomunicaciones y la principal normativa relativa a la Actividad de ARSAT, dividiendo la materia en:

1. Aspectos Regulatorios Internacionales: referido al proceso de asignación de posiciones orbitales y frecuencias a los Estados.
2. Aspectos Regulatorios Nacionales: haciendo referencia a la normativa aplicable con relación al segmento terrestre y el segmento de vuelo, es decir el satélite. También las leyes, decretos constitutivos de ARSAT, fundamentales para entender su rol en el mercado de las telecomunicaciones.

2.6.1.- Introducción Técnica:

Para prestar los distintos servicios (Telefonía Móvil, Fija, Datos, internet, etc.), las empresas de Telecomunicaciones configuran redes, que a grandes rasgos utilizan dos medios esenciales de transmisión:

1. Sistemas de transmisión terrestres o cableados: Cables de Cobre, Cable coaxial, Fibra Óptica, cables submarinos, etc.
2. Sistemas inalámbricos los cuales utilizan el espectro radioeléctrico como un medio para la propagación de ondas electromagnéticas que son utilizadas por los distintos sistemas de telecomunicaciones.

Dichas ondas son un fenómeno físico producido por la combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes y que se propagan a través del

espacio, tanto en el aire como en el vacío, en todas direcciones llevando energía de un lugar a otro.

Las ondas electromagnéticas se caracterizan por dos variables:

1. Frecuencia de sus oscilaciones
2. Longitud de las mismas.

La frecuencia se refiere al número de oscilaciones que ocurren en un periodo de tiempo determinado y la unidad de medida de esa frecuencia es el Hertzio (Hz), que equivale a la cantidad de ciclos u oscilaciones que tiene una onda electromagnética durante un segundo, expresándose las frecuencias en:

1. Kilohercios (kHz) hasta 3000 kHz, inclusive;
2. Megahercios (MHz) por encima de 3 MHz hasta 3000 MHz;
3. Gigahercios (GHz) por encima de 3 GHz hasta 3000 GHz;

Las ondas electromagnéticas son propicias para usarse como medios de transmisión de los servicios de telecomunicaciones sólo cuando se encuentran en determinados rangos:

1. Espectro electromagnético: Es el conjunto de frecuencias de ondas electromagnéticas continuas en el rango de 3 Hz a 1025 Hz.
2. Espectro radioeléctrico: Es el segmento de frecuencias comprendido en el espectro electromagnético, ubicado en el rango de ondas electromagnéticas que van de 3 KHz a 3000 GHz.

El espectro radioeléctrico es una parte del espectro electromagnético y es precisamente en esa porción en donde operan las radios (AM y FM), las de televisión abierta (sistema analógico) y microondas, de telefonía celular, los sistemas satelitales, los radioaficionados, las comunicaciones vía Internet, los radiomensajes, las comunicaciones de aeronaves, buques, transporte terrestre, entre otros servicios de telecomunicaciones.

Como se ha señalado, las ondas del espectro radioeléctrico se propagan en el espacio y no respetan los límites jurisdiccionales de los Municipios, Provincias y Nación, por ello el control y la regulación es un aspecto importantísimo en materia de telecomunicaciones. También es sumamente importante la coordinación de las distintas entidades, para una gestión eficiente.

A modo de resumen de las características del espectro radioeléctrico se puede decir que:

- Es un recurso intangible
- No se extingue, pero es escaso, ya que puede llegar a saturarse.

Por tales motivos es necesaria una administración eficiente, de ahí la importancia de una administración efectiva y responsable del mismo, por parte del Estado o de organismos supranacionales. El Espectro Radioeléctrico es un recurso natural, que constituye un bien de dominio público, sobre el cual el Estado ejerce su soberanía.

Actualmente en nuestro país la demanda de espectro para la consolidación de servicios inalámbricos como los sistemas de comunicaciones móviles, las redes de televisión digital terrestre o los diversos sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha, es elevada, sin embargo hay que tomar en cuenta que no todas las porciones –o bandas– del mismo son aptas para cualquier servicio o sistema, sino que por el contrario, determinadas zonas del espectro están especialmente indicadas para proporcionar servicios concretos.

Entonces, para que dichos sistemas de comunicaciones puedan funcionar correctamente y sin interferir a otros, el espectro se divide y se atribuyen bandas específicas para la operación de los servicios mencionados. Sólo deben operar usuarios autorizados, entendiendo que dicha autorización permite garantizar el normal funcionamiento y calidad de los servicios que se prestan u operan haciendo uso del espectro. La operación de sistemas radioeléctricos debe hacerse dentro del régimen de legalidad vigente.

El trámite de autorización permite la normal coexistencia de las comunicaciones en el espectro radioeléctrico y da derecho a ser protegido por las

autoridades regulatorias de las interferencias producidas por usuarios en infracción, garantizando así la calidad de las comunicaciones.

2.6.2.- Regulación Internacional:

La Posición Orbital, más la banda de frecuencias que se usan, más la cobertura donde dará servicios se denomina "*Recurso Órbita - Espectro*".

Este conjunto es asignado a las diversas administraciones por un organismo dependiente de la ONU denominado Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), hoy en día las órbitas geoestacionarias están saturadas, razón por la cual los distintos países realizan acciones constantemente para alcanzar un uso racional de estos recursos.

Argentina, en la década de los años 90, obtuvo dos posiciones orbitales con sus respectivas asignaciones de frecuencias, 72° Oeste Nahuel C y 81° Oeste PPSAT1.

La primera (actualmente ubicada por el ARSAT-1) estuvo ocupada por los satélites Nahuel-1 y AMC-6, por lo que durante mucho tiempo (hasta el exitoso lanzamiento del ARSAT-1) estuvo en estado de notificación.

Por otro lado, 81° Oeste se encuentra ocupada por el ARSAT-2.

La defensa de estas posiciones orbitales es una cuestión de Estado, ya que las mismas son tan importantes como cualquier otro recurso natural no renovable o la soberanía sobre los cielos, las aguas y el territorio continental.

El trámite se compone de las siguientes etapas esenciales:

1. Anotación: El estado miembro remite a la UIT un pedido de asignación de frecuencias para cierta posición orbital. Este pedido se conoce como publicación anticipada de frecuencias correspondiéndole la denominación "API". Los pedidos API se mandan a través de circulares a todos los países interesados, los cuales analizan y realizan los cálculos de interferencias para fundar ante la UIT que la asignación no es invasiva de otras posiciones o frecuencias.

2. Coordinación: Una vez que la UIT analiza el pedido API lo gira a estado de coordinación, donde entra en un listado, con el objeto que sea analizado por los otros estados miembros, teniendo en cuenta la prioridad para la ocupación de esas frecuencias en determinada posición orbital. La solicitud pasa a un estado de coordinación, correspondiéndole la denominación “CR/C”.
Las asignaciones pueden estar en este estado en forma indefinida si es que interfiere a otras peticiones. Cuando los países terminan de coordinar las frecuencias y el resultado de éstas es positivo y tiene la mayor prioridad entre los miembros solicitantes, la asignación está en condiciones de ser utilizada.
3. Notificación: Cuando el Estado miembro pone en funcionamiento el satélite, por más de 90 días y notifica a la UIT, la misma decide que esta asignación de frecuencia pasará a ser efectiva siempre y cuando no afecte otros sistemas satelitales.
4. Suspensión: Cuando el estado miembro realiza un pedido de suspensión de emisión para luego reanudarlo utiliza la resolución 49 o similares y luego una “*diligencia debida*” para indicar que se reanuda la emisión. Este estado momentáneo puede durar tres años.
5. Baja: Cuando alguna administración no cumple con los plazos de la UIT, la misma puede hacer uso del artículo 13.6 del reglamento de radiocomunicaciones. Una vez notificada la administración y cumplidos los plazos se saca la asignación, pasa a estar vacante la asignación y se considera perdida la posición orbital.

En síntesis, una vez que se encuentra hecho el pedido de la POG, y se logra la coordinación, el país beneficiado debe poner en funcionamiento un satélite (funcionando de corrido por al menos 90 días) antes de 7 años del inicio de la asignación y que en caso de fallas totales o parciales se debe informar a la UIT (suspensión), reestableciendo el servicio en no más de tres años (Diligencia

Debida). Si no se cumple alguno de estos requisitos existe el riesgo de que asignen la posición orbital y la asignación de frecuencia a un país que utilice efectivamente la posición y las frecuencias.

2.6.3.- Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT)

La UIT es el organismo especializado de las Naciones Unidas para las Tecnologías de la Información y la Comunicación – TIC. Atribuye el espectro radioeléctrico y las órbitas de satélite a escala mundial, elaborando normas técnicas que garantizan la interconexión continua de las redes y las tecnologías, y el acceso a las TIC de las comunidades.

Como organización basada en la asociación público-privada desde su creación, la UIT cuenta en la actualidad con 193 países miembros y más de 700 entidades del sector privado e instituciones académicas. La UIT tiene su Sede en Ginebra (Suiza), y cuenta con 12 Oficinas regionales y de zona en todo el mundo.

Los Miembros de la UIT representan una sección transversal del sector mundial de las TIC, desde los mayores fabricantes y operadores del mundo hasta los pequeños actores innovadores que cuentan con tecnologías nuevas y emergentes, junto a las principales entidades de I+D e instituciones académicas.

Basada en el principio de la cooperación internacional entre los gobiernos (Estados Miembros) y el sector privado (Miembros de Sector, Asociados e Instituciones Académicas), la UIT es el primer foro mundial en el que las partes colaboran para lograr un consenso sobre una amplia gama de cuestiones que afectan a la futura orientación de la industria de las TIC.

El espectro radioeléctrico se divide en Bandas de Frecuencias, las que son atribuidas a los diferentes servicios / sistemas radioeléctricos. Tales atribuciones las efectúa la UIT en las Conferencias de Radiocomunicaciones y quedan recogidas en el Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias del Reglamento de Radiocomunicaciones.

Atribucion de Bandas para Nahuel C y PPSAT 1				
	Banda	Up Link	Down Link	Ancho de Banda
Nahuel C - 72° W	Ku extendida	13,75 GHz-14,00 GHz	11,45 GHz-11,70 GHz	500 MHz
	Ku	14,00 GHz-14,500 GHz	11,70 GHz-12,20 GHz	1000 MHz
PP-SAT 1 81° W	Ku extendida	13,75 GHz-14,00 GHz	11,45 GHz-11,70 GHz	500 MHz
	Ku	14,00 GHz-14,500 GHz	11,70 GHz-12,20 GHz	1000 MHz
	C			1000 MHz

Tabla 2: Atribución de Frecuencias a la República Argentina-UIT⁴¹

Las asignaciones se basan en los principios fundamentales del uso eficaz de los recursos orbitales/del espectro y el acceso equitativo a los mismos. Estos principios se consagran en el número 196 de la Constitución de la UIT (Artículo 44) en el que se estipula que:

En la utilización de bandas de frecuencias para los servicios de radiocomunicaciones, los Estados Miembros tendrán en cuenta que las frecuencias y las órbitas asociadas, incluida la órbita de los satélites geoestacionarios, son recursos naturales limitados que deben utilizarse de forma racional, eficaz y económica, de conformidad con lo establecido en el Reglamento de Radiocomunicaciones, para permitir el acceso equitativo a esas órbitas y a esas frecuencias a los diferentes países o grupos de países, teniendo en cuenta las necesidades especiales de los países en desarrollo y la situación geográfica de determinados países.

2.6.4.- Aspectos Regulatorios Argentinos:

La Ley Argentina Digital 27.078, en sus artículos 33 y 34, prevé que corresponde al Estado Nacional la administración, gestión y control de los recursos órbita-espectro correspondientes a redes satelitales, de conformidad con los tratados internacionales suscriptos y ratificados por el Estado Argentino, así

⁴¹ <http://www.itu.int/es/pages/default.aspx>

como el dictado de la reglamentación correspondiente a las autorizaciones para la prestación de facilidades satelitales.

Por otro lado tenemos el ENACOM (Ente Nacional de Comunicaciones), ente autárquico y descentralizado que funciona en el ámbito del Ministerio de Modernización de la Nación, cuyo objetivo es conducir el proceso de convergencia tecnológica y crear condiciones estables de mercado para garantizar el acceso de todos los ciudadanos, a los servicios de internet, telefonía fija y móvil, radio, postales y televisión.

Dicho organismo fue creado por el Decreto N° 267/15, el cual es continuador, a todos los efectos legales de la AUTORIDAD FEDERAL DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES creada por la ley 27.078 “Argentina Digital”.

2.6.5.- Licencia y Principal Normativa Argentina:

Todas las acciones a cargo de ARSAT se encuentran dentro del ámbito de las licencias de servicios de Telecomunicaciones, porque su actividad se refiere al desarrollo e Implementación de la infraestructura necesaria para brindar conectividad en todo el territorio argentino.

En tal sentido, la Resolución SECOM N° 222 del 22 de Diciembre de 2009 otorgó a ARSAT la Licencia Única de Servicios de Telecomunicaciones, que la habilitó a prestar al público todo tipo de servicio de telecomunicaciones, sea fijo o móvil, alámbrico o inalámbrico, nacional o internacional, con o sin infraestructura propia, en los términos del Anexo I del Decreto N° 764 de fecha 3 de septiembre de 2000.

Se registraron a nombre de ARSAT los siguientes servicios:

- Servicio de Valor Agregado (Internet)
- Servicio de Transmisión de Datos
- Servicio de Transporte de Señales de Radiodifusión

Para lograr su cometido, apeló a la convergencia de redes, con el objetivo de optimizar los sistemas alámbricos e inalámbricos de telecomunicaciones, utilizados para el transporte de mensajes de voz, texto, datos y video, incluso varios canales de radio y televisión.

La regulación de la actividad satelital se encuentra principalmente en el Reglamento General de Gestión y Servicios Satelitales, aprobado por la Resolución 3609/99 de la Secretaría de Comunicaciones.

El Reglamento establece los requisitos para autorizar a las empresas que proveerán facilidades satelitales en el Territorio Nacional y los satélites que brindarán ancho de banda.

Actualmente, la Secretaría de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones elaboró un proyecto de reglamento que fue publicado por el Boletín Oficial de la República Argentina, resolución 6-E/2017, y abrió un mecanismo de consulta pública sobre la base de lo estipulado por la resolución 57/1996 de la Ex Secretaría de Comunicaciones. Es inminente un cambio regulatorio en la materia.

Por otro lado, y con relación al segmento terreno, debo mencionar la Resolución SETC 10/95 la cual establece el Régimen de Derechos y Aranceles para estaciones, sistemas y servicios radioeléctricos. El régimen se funda en el uso del espectro radioeléctrico con la prestación de servicios de telecomunicaciones privados. Como valor de referencia utiliza la UNIDAD DE TASACION RADIOELECTRICA (U.T.R.) el cual equivale \$ 25,51 (Art. 7)

La infraestructura terrestre que utiliza el espectro debe cargarse al Sistema de Gestión del Espectro Satelital (SIGES). Procedimientos de autorización, puesta en servicio y declaración jurada de Estaciones Terrenas en el servicio fijo por satélite, tienen como finalidad, estandarizar la información a suministrar por los Permisarios de Servicios del espectro Satelital, mediante el uso de un Software de Gestión, que administra tanto información técnica como administrativa. Todo esto lo debiera hacer un representante técnico ingeniero, registrado ante el COPITEC (Consejo Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones, Electrónica y Computación).

2.6.6.- Derechos de aterrizaje - Regulación

Al momento de explotar los servicios provistos desde un satélite será fundamental analizar los asuntos regulatorios de cada país, el mercado de operadores satelitales se caracteriza por un mercado de libre competencia con barreras de entrada.

Estas barreras de entrada del mercado están dadas por la capacidad que tienen los estados de emitir sus propias reglamentaciones de acuerdo a lo normado por la UIT.

Naturalmente, si bien los precios en toda la región son similares, en los países con mayores restricciones de entrada los precios son mayores que en los países con escasa o nula restricción para ofrecer servicios.

Clasificando a los países latinoamericanos según sus restricciones para el acceso de operadores satelitales encontramos:

1. Países de “Cielos Abiertos” o Libre Competencia: Tienen escasa o nula regulación para que los operadores satelitales vendan sus servicios dentro del país, focalizan su reglamentación sobre los clientes en tierra y son ellos los que deben realizar los trámites para operar con la autoridad regulatoria. Puede citarse Chile.
2. Países de cielos de libre competencia con algunas restricciones: La autoridad de control establece restricciones como la inscripción y registro de las operaciones. Se puede cobrar un canon anual para la autorización a brindar el servicio y en algunos casos cobra tasas en función a las ventas anuales dentro del país. En este caso vale mencionar la República Oriental del Uruguay y los países centroamericanos.
En algunos países, para mejorar su poder de negociación, la autorización de un satélite u operador se subordina a un órgano supranacional como podría ser la Comunidad Andina de la Naciones (Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú).

3. Países de Cielos de libre competencia con barreras de entrada: La autoridad regulatoria establece restricciones de competencia en bandas de frecuencia específicas. Los operadores extranjeros deben abonar una tasa de control diferencial respecto a la que pagan los operadores nacionales. Las autorizaciones se entregan en particular por cada satélite (no por operador). La autoridad regulatoria da tratamiento diferencial a los sistemas satelitales nacionales y extranjeros otorgándoles distintos derechos e imponiendo otras obligaciones. En condiciones de igualdad, la preferencia es para el satélite nacional. Exige tratados de reciprocidad para sistemas satelitales extranjeros. Requiere la constitución de una sociedad en el país con mayoría societaria nacional, con sede y administración local. México, Brasil y Argentina serían ejemplos de este tipo de regulaciones.

Típicamente, los países con sistemas satelitales propios tienden a defender su industria nacional imponiendo mayores restricciones a la entrada.

Los derechos de aterrizaje consisten en la licencia/autorización que los distintos estados soberanos otorgan a los operadores de satélites para que puedan utilizar las facilidades satelitales en su territorio.

San Andrés

Capítulo III Desarrollo del Caso de Investigación

3.1.- Capacidades Tecnológicas Argentinas

En este capítulo, desarrollaremos los fundamentos y la evidencia, destinada a probar la conveniencia de que el Estado argentino siga invirtiendo recursos y aportando gestión al Sistema Satelital Geostacionario Argentino.

Encontrándose el proyecto supendido, nuestra consigna de trabajo está orientada a clarificar los argumentos y establecer los fundamentos destinados a demostrar la hipótesis planteada.

En primer lugar debemos aclarar que los países que gobiernan este tipo de tecnologías son muy pocos: Estados Unidos, Rusia, China, Japón, Israel, India y la Unión Europea, en la cual varios países trabajan en forma coordinada.

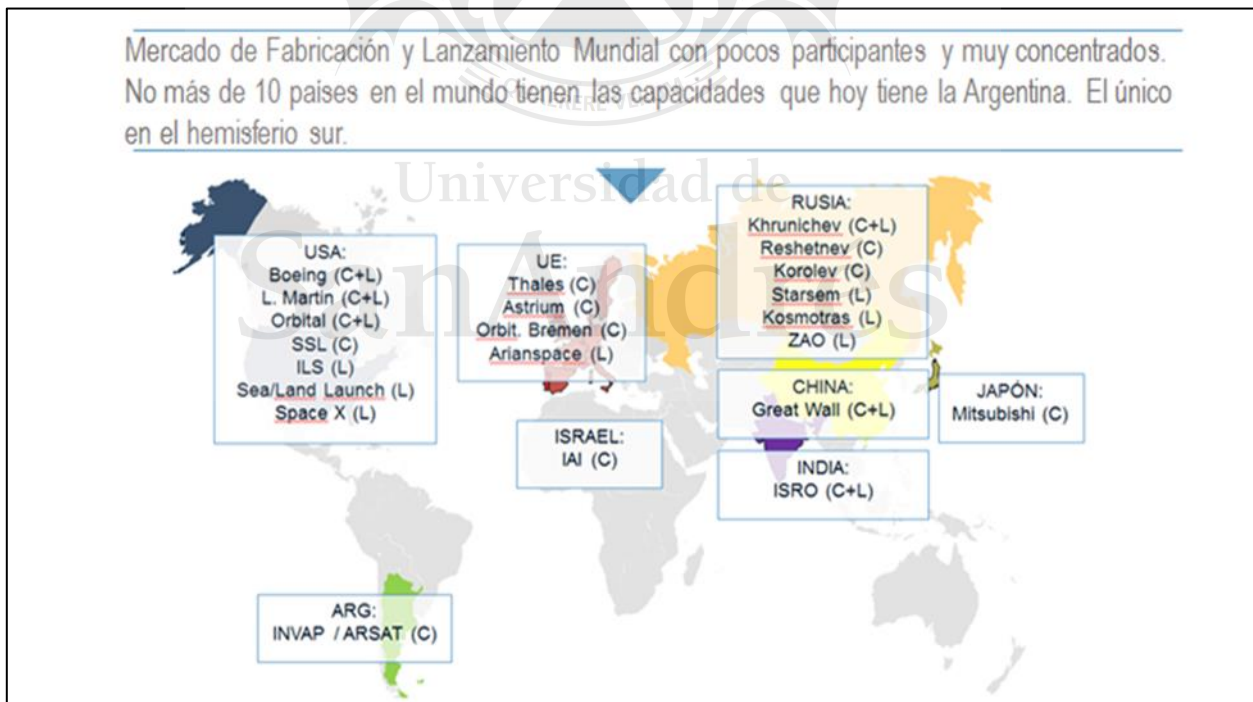


Ilustración 27: Países con capacidades para construir y lanzar Satélites (Plan Satelital Geostacionario Argentino 2015-2035, 2015, pág. 30)

Para entender la complejidad tecnológica de un proyecto de esta envergadura, es fundamental dividirlo en fases. Desde que se diseña el satélite

hasta que despliega sus paneles solares y es puesto en funciones, este tipo de proyectos espaciales, atraviesa 4 fases:

- Fase I: Definición del Sistema e Ingeniería Básica con el objeto de establecer las prestaciones y las funcionalidades del satélite, bajo un concepto preliminar. Tiene mucho que ver el aspecto comercial y estratégico del artefacto que se quiere producir.

La ingeniería básica comprende el diseño preliminar de cada uno de los elementos que forman el Segmento Espacial a partir de especificaciones técnicas establecidas a nivel sistema, subsistemas y componentes principales.

- Fase II: Ingeniería de Detalle: comprende la ingeniería, fabricación, integración y ensayos de los satélites. Siendo una obra inédita, en el caso del ARSAT-1 se produjo un satélite estructural y otro de vuelo.
- Fase III: Fabricación, Integración y Ensayos: En esta etapa se realiza la fabricación de módulos electrónicos, piezas estructurales, mecanismos y otros elementos terminados a partir de materiales brutos y componentes electrónicos y mecánicos.
- Fase IV: Campaña de Lanzamiento y Puesta en Servicio: Esta es la única etapa que no se puede desarrollar en Argentina. Los posibles lanzadores confiables de satélites geoestacionarios, son un grupo que se reduce a seis:
 - 1) Ariespace (Europa)
 - 2) Servicios de Internacionales de Lanzamiento de la Federación Rusa.
 - 3) Lockheed Martin (EEUU)
 - 4) Boeing (EEUU)
 - 5) Great Wall (China)
 - 6) Sea Launch (Pertenece a capitales de EEUU, Rusia, Noruega y Ucrania)

La industria de los lanzamientos está vinculada directamente con las capacidades bélicas y misilísticas de los diversos países. Es un área sumamente sensible y confidencial por lo tanto no hay datos certeros disponibles.

En el caso de la flota ARSAT, se adjudicaron los servicios de lanzamiento ArianeSpace la cual representa a entidades científicas, técnicas, financieras y políticas de 10 países europeos: Alemania, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Italia, Noruega, Holanda, Suecia y Suiza.

ArianeSpace fue fundada en 1980 como la primera compañía comercial de lanzamiento de satélites. Las razones de su elección se pueden resumir a la conveniencia del precio, la prestación de servicios en todo el mundo y sus altos grados de eficacia en las distintas misiones.

3.2.- Rentabilidad Económica

Previo a analizar la conveniencia económica del proyecto ARSAT-3 debo aclarar que la compra y venta de tecnologías espaciales se caracteriza por la intervención del Estado en las dos puntas del negocio, por un lado el Estado invierte en generar (I&D)⁴² estas tecnologías y más luego las utiliza en las distintas políticas: Ciencia, Comunicaciones, defensa, etc.

Siendo más precisos, en el área referida a los satélites geoestacionarios: por un lado el Estado invierte en el área Investigación y Desarrollo. Por otro lado, el mismo Estado compra facilidades satelitales, necesarias para implementar las diversas políticas: cobertura de acceso a Internet en las escuelas, servicio universal de acceso a las telecomunicaciones, distribución de contenidos educativos uniformes, acceso a telemedicina, comunicaciones de las FFAA y las FFSS, gobierno electrónico, etc.

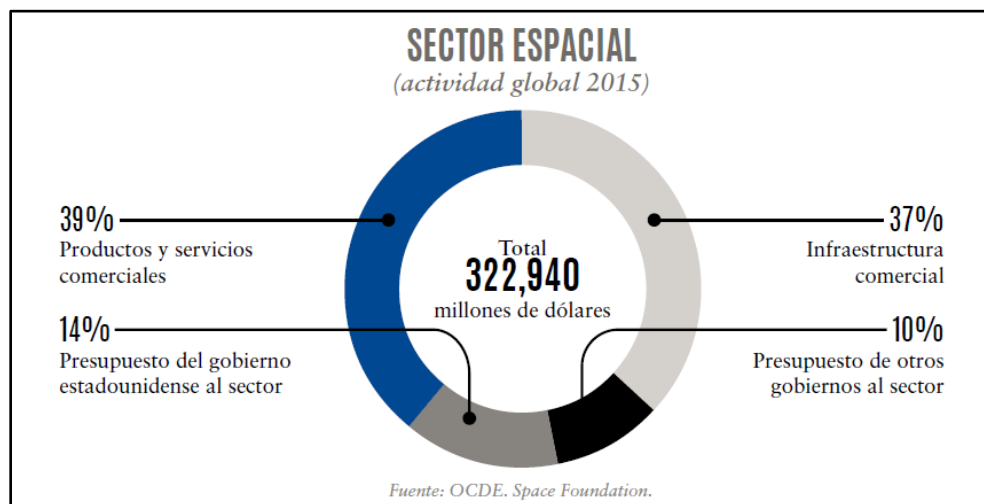
La presencia del Estado es destacada por los Economistas de la UBA y el CONICET cuando definen el ecosistema de la economía del espacio con los siguientes términos: *“(.)...En todos los países el rol del gobierno es esencial en los*

⁴² Abreviatura I+D o I&D, en inglés: “Research and Revelopment” abreviado R&D,

dos extremos de la cadena: en la provisión del financiamiento inicial para investigación y desarrollo y como principal demandante de muchos productos y servicios satelitales. Mientras que en el primer caso el gobierno ayuda a la emergencia de conocimiento socialmente útil que genera externalidades reales positivas (y que, por tanto, el mercado por sí solo no lograría proveer en cantidades suficientes), en el segundo la demanda estatal se orienta a proveer bienes públicos (vinculados por ejemplo a la prevención y control de catástrofes, el monitoreo del clima, la gestión de recursos naturales, etc.), que, nuevamente, el mercado no lograría desarrollar por sí solo por falta de rentabilidad privada.” (Ramos, Marzo 2017, pág. 13).

En este punto vale citar la autoridad espacial mexicana (Blat, 2017, pág. 27), que destaca “Las inversiones gubernamentales son uno de los mayores motores de la industria espacial global y las políticas públicas han sido fundamentales para guiar el desarrollo de las industrias espaciales nacionales. Los gobiernos también han sido promotores de acuerdos y actividades de cooperación internacional que impulsan el fortalecimiento de la industria.”

En el contexto global EEUU tiene un papel clave, las mayores inversiones gubernamentales en el sector provienen del gobierno estadounidense, que en 2014 invirtió 19,187 millones de dólares tan solo en programas espaciales del sector civil; le siguen los gobiernos de Rusia y China, con inversiones por 4,394 y 2,662 millones de dólares, respectivamente.

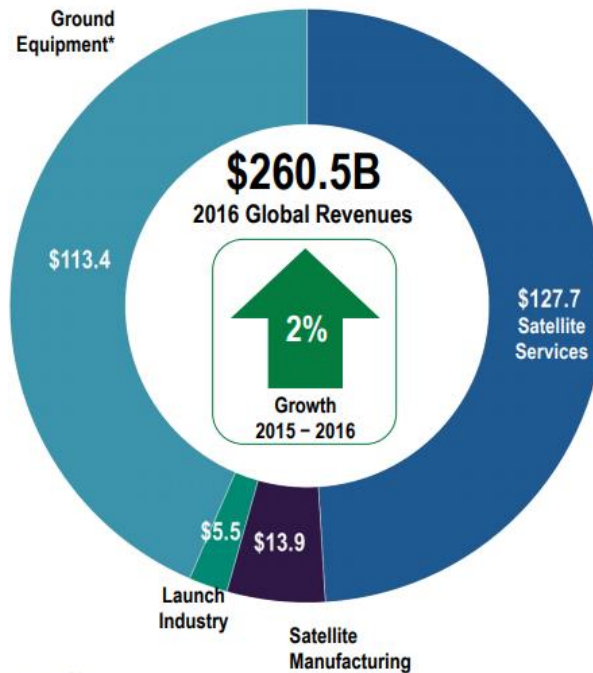


(Blat, 2017, pág. 23)

Ilustración 28: Infografía sobre el la actividad del sector satelital en el año 2015

En este contexto podemos afirmar que la vanguardia del gobierno estadounidense y su posición dominante, radica en que el sector privado es un socio de las distintas áreas gubernamentales (NASA o Secretaria de Defensa) en vez de un mero contratista, tal cual se explicará en el punto 3.3.1.

Para dimensionar el negocio, me remito al reporte elaborado por: “*The Satellite Industry Association*” (en adelante “SIA”) elaborado en el año 2016⁴³, con respecto al estado de la industria y del cual se desprende que los servicios satelitales es uno de los sectores que más ganancias genera en la industria espacial alcanzando los US\$ 128 B. en términos globales superando al segmento terrestre que alcanza los US\$ 117 B.

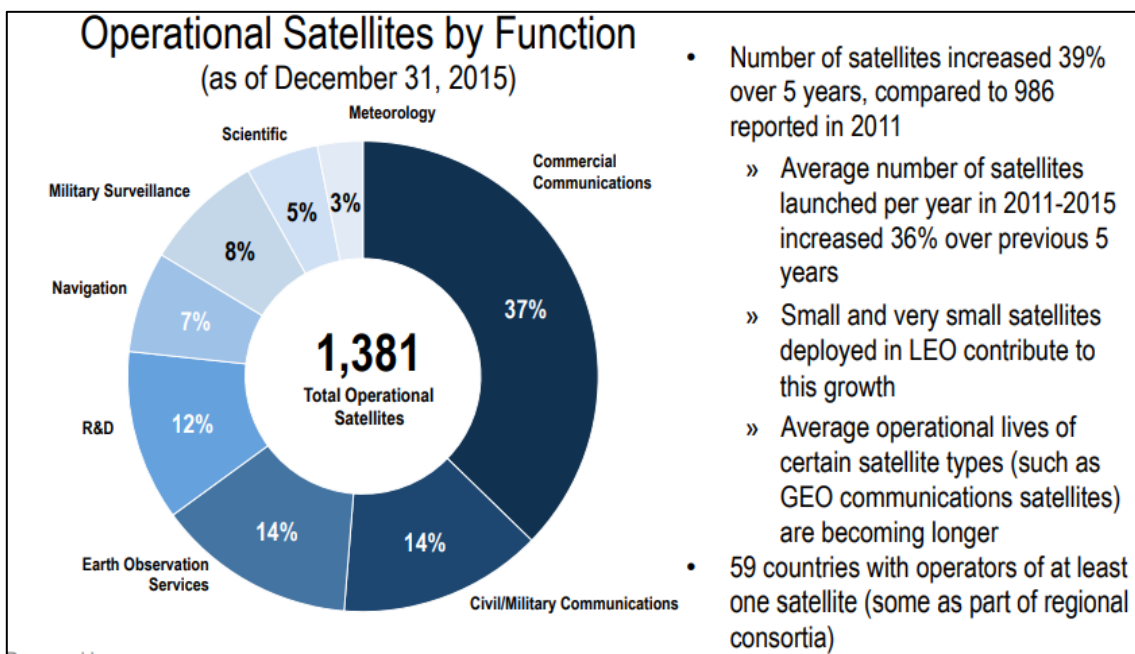


Infografía sobre el la actividad del segmento terrestre (Association)

Ilustración 29

⁴³ <http://www.sia.org/wp-content/uploads/2016/06/SSIR16-Pdf-Copy-for-Website-Compressed.pdf>

Si bien la industria espacial tiene muchas funcionalidades: Investigaciones astronómicas, GPS, meteorología, uso militar, mediciones de la Tierra y telecomunicaciones, esta tesis se ocupa de analizar la conveniencia económica y las potencialidades con respecto a los satélites geoestacionarios destinados a vender servicios de telecomunicaciones, los cuales representarían el 37 % de los satélites en vuelo, tal cual se desprende del reporte elaborado por SIA al 31 de diciembre de 2015.



Infografía sobre los distintos satélites lanzados entre el 2011 y el 2015

Ilustración 30

A diferencia de otros proyectos de infraestructura en los que el Estado invierte, este tipo de proyectos debe evaluarse desde un punto financiero porque la explotación comercial de satélites implica la venta de servicios a clientes privados e incluso la generación de divisas cuando son clientes extranjeros. En síntesis estamos hablando de un proyecto rentable económicamente.

En cuanto al ARSAT-3, el modelo de negocio de la provisión de enlaces satelitales, se genera en un mercado que tiene operadores regionales y globales, y se caracteriza por la estabilidad.

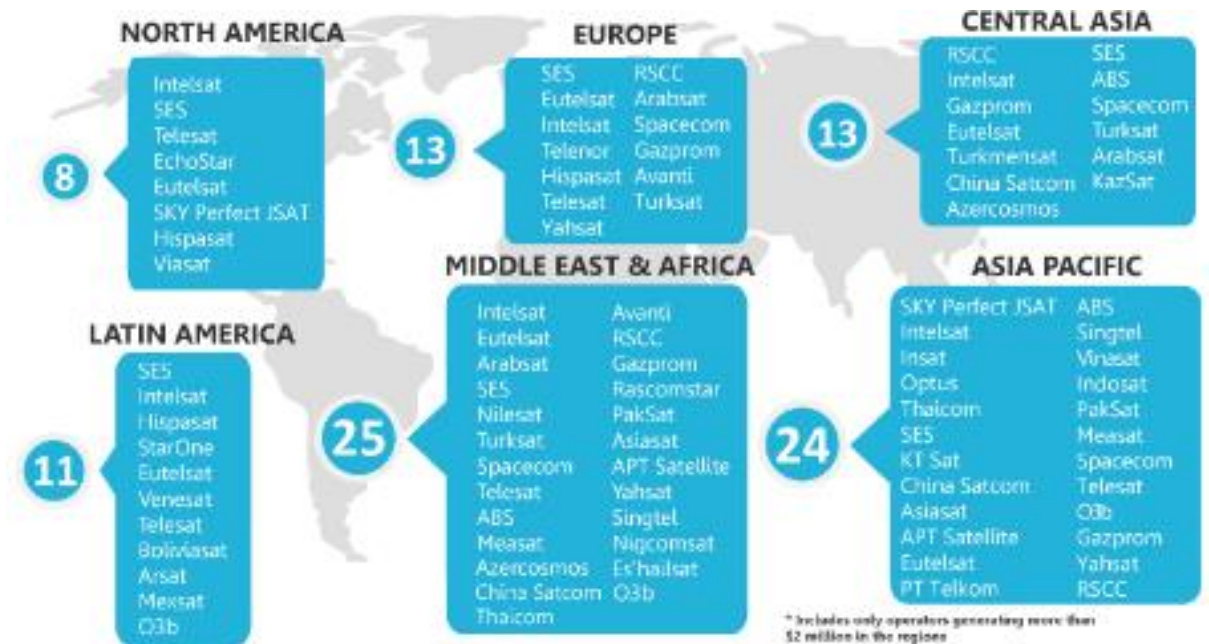


Ilustración 31: Reporte de Operadores Consultora Euroconsult. 2015.⁴⁴

Del cuadro se desprenden los principales operadores por continente y región. Con respecto ARSAT deberían actualizarse las autorizaciones conferidas por EEUU y Canadá para operar en dichos países a partir del año 2016, tal cual se analizó en el punto 2.6.4.

Una vez ubicada la nave en la posición orbital asignada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, y habiendo obtenido los derechos de aterrizaje, comienza la explotación comercial -venta de facilidades satelitales- las cuales pueden ser a través de un servicio firme o de uso ocasional.

Se define por la puesta en órbita y operación de los satélites geoestacionarios (GEO) bajo las mejores prácticas, a fin de poder proveer capacidad de retransmisión de señales radioeléctricas (ancho de banda satelital, Megahertz-MHz) a prestadores de servicios de telecomunicaciones, integradores y distribuidores de contenidos audiovisuales. Los satélites de ARSAT tienen una capacidad máxima de 1100 MHz.

⁴⁴ <http://www.euroconsult-ec.com/>

A título ilustrativo, la venta de facilidades se puede asimilar a un negocio inmobiliario. El edificio es el satélite y los clientes van alojando en él los distintos transponders, los cuales vendrían a ser los departamentos. Siempre se reservan MHz o capacidad ociosa, para poder cambiar clientes de transponder o para brindarles servicios adicionales.

Las principales ventajas operativas del uso de satélites pueden resumirse a:

- La rapidez de despliegue de las redes;
- Su costo independiente de las distancias a cubrir;
- La uniformidad de acceso al servicio dentro de la cobertura sobre la Tierra y;
- en las aplicaciones de distribución, un costo independiente del número de puntos de recepción desplegados. En comparación con los medios de transmisión terrestres, fibra óptica y radio-enlaces y cobre, el satélite provee disponibilidad inmediata.

3.2.1.- Principales servicios:

Del plan de comercialización de facilidades satelitales de ARSAT se desprenden los siguientes servicios:

1. Distribución de audio y video: Mediante un equipo de transmisión adecuado, se envía al satélite una señal radioeléctrica modulada por señales de televisión o audio (radio) las que, al ser amplificadas y retransmitidas a la Tierra, pueden ser captadas en cualquier lugar bajo el área de cobertura del satélite. Las aplicaciones más difundidas son las de distribución de señales de TV a cabeceras de cable, y las de servicio directo al hogar (DTH) o cliente final. Es un segmento en gran crecimiento en América Latina, al multiplicarse la cantidad de señales de temáticas diversas que buscan la distribución en los sistemas de cable, impulsadas por la digitalización.

2. Comunicaciones satelitales directas al usuario: Se trata de aquellas redes de comunicaciones satelitales IP, con acceso a un cliente final, corporativo o individual. La aplicación principal es brindar acceso a Internet en banda ancha en cualquier lugar bajo la cobertura del satélite. Los usos son aquellos equivalentes a los de un acceso de banda ancha terrestre. En las aplicaciones corporativas, el hecho de poder extender las redes internas de las empresas a cualquier ubicación física empuja la demanda de estas redes mediante el establecimiento de Redes Privadas Virtuales. Existe una demanda creciente de este tipo de servicios para cubrir necesidades de cobertura por parte del Estado, por ejemplo puestos móviles de la Dirección Nacional de Migraciones, AFIP, Gendarmería, Prefectura, etc.

3. Enlaces Troncales de Internet: Se utilizan para la concentración y transporte de grandes cantidades de datos para accesos a Internet. La distribución de Internet mantiene una demanda estable, puesto que la evolución de la oferta de enlaces de fibra óptica no ha acompañado al crecimiento de la demanda de ancho de banda de Internet y esto produce una mayor demanda de servicios satelitales.

4. Enlaces Troncales de Voz y datos no IP: Actualmente el principal factor de generación de demanda en este segmento es la transmisión hacia y desde celdas de telefonía celular. Este tipo de aplicación se beneficia enormemente con la rapidez de despliegue de las redes satelitales. Por ello, los enlaces troncales de circuitos de telefonía de larga distancia están en un proceso de migración a redes satelitales. Por otra parte, los enlaces de redes de datos no IP también se encuentran en proceso de reemplazo por las redes satelitales no IP.

Las características de las posiciones orbitales geoestacionarias y bandas asignadas a ARSAT permiten servir a los mercados de América del Norte, Central y del Sur y ser un operador regional.

Actualmente ARSAT tiene los derechos de aterrizaje en Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, Chile y Paraguay.

El servicio de ancho de banda se mide en MegaHertz (MHz) y se vende a integradores de servicios de telecomunicaciones que prestan servicios con valor agregado, distribuidores de contenidos audiovisuales, diversas industrias y usuarios finales.

3.2.2.- Mercado Argentino

El mercado argentino cambió abruptamente el año pasado a partir del ingreso de nuevos jugadores. Para analizar el mercado es fundamental tener en cuenta que durante el transcurso de los años 2016/17, el Ministerio de Comunicaciones ha autorizado nuevos "*Landing Rights*" a satélites extranjeros. Estas autorizaciones impactan directamente en la configuración del mercado. Los satélites autorizados en la Argentina son los siguientes:

N	Operador	Nombre satélite	Nombre Comercial	Posición Orbital W	Landing Rights	Año Reso
1	Intelsat	Intelsat 29e	IS-29e	50	RESOL-2017-1622-APN-MCO	2017
2	Intelsat	Intelsat 35	IS-35	95	Res. MINCOM N° 860E/2017	2017
3	Hispasat	Hispasat 30w5	Hispasar 1E	30	Res. MINCOM N° 623E/2017	2017
4	Hispamar	Amazonas 3		61	RESOL-2017-1409-APN-MCO	2017
5	Hispamar	Amazonas 2		61	RESOL-2017-1643-APN-MCO	2017
6	Intelsat	Intelsat 30	IS-30	95	Res. MINCOM N° 901E/2016	2016
7	Intelsat	Intelsat 31	IS-31	95	Res. MINCOM 951E/2016	2016
8	SES	NSS 806	NSS 806	47,5	Res. MINCOM N° 274E/2016	2016
9	Eutelsat	Eutelsat 117	Satmex8	117	Res. MINCOM N° 850E/2016	2016
10	Eutelsat	Eutelsat 113	Satmex6	113	Res. MINCOM N° 320E/2016	2016
11	Eutelsat	Eutelsat 115	Satmex 7	115	Res. MINCOM N° 851e/2016	2016
12	Hispasat	Hispasat 30w4	Hispasat 1D	30	Res. MINCOM N° 183E/2016	2016
13	DirectTV	Spaceway 2		99	Res. MINCOM N° 380E/2016 (Prueba Piloto)	2016
14	Intelsat	Intelsat 21	IS-21	58	Res. SC N° 10/2013	2013
15	Intelsat	Intelsat 23	IS-23	53	Res. SC N° 14/2013	2013
16	SES	SES 6		40,5	Res. SC N° 130/2011	2011
17	SES	SES 4	NSS 14	22	Res. SC N° 130/2011	2011
18	Intelsat	Intelsat 14	IS-14	45	Res. SC N° 51/2010	2010
19	Intelsat	Intelsat 11	IS-11	43	Res. SC N° 184/2009	2009
20	Intelsat	Galaxy 28	G-28	89	Res. SC N° 38/2007	2007
21	Intelsat	Intelsat 905	IS-905	24,5	Res. SC N° 331/2005	2005
22	Intelsat	Intelsat 907	IS-907	27,5	Res. SC N° 332/2005	2005
23	Intelsat	Intelsat 10-02	IS-1002	1	Res. SC N° 333/2005	2005
24	Intelsat	Intelsat 901	IS-901	18	Res. SC N° 203/2004	2004
25	Intelsat	Galaxy 3C	IS-3C	95	Res. SC N° 218/2002	2002
25	TELESAT	Anik F1		107,3	Res. SC N° 75/2001	2001
26	Hispasat	Hispasat-84W-1	Hispasat 1C	30	Resolución SC N° 442/2001	2001
27	SES	NSS 7	NSS 803	21,5°	Res. SC N° 346/2000	2000

Tabla 3

Satélites Autorizados en la República Argentina ⁴⁵

Actualmente, también hay que destacar la existencia de aproximadamente 13 solicitudes pendientes de autorización de satélites extranjeros.

Teniendo en cuenta las últimas autorizaciones, el precio del MHz, según nuestras estimaciones oscilaría entre los US\$ 2000/3000, acorde el volumen de ventas.

⁴⁵ - <http://www.infoleg.gob.ar>

3.2.3.- Mercado en América Latina, America del Norte y Europa.

Regionalmente, podemos estimar que el rango de precios de los servicios satelitales en América oscila entre los USD 2.000 y USD 4.000 por cada MHz mensual.

Esta variabilidad se explica por la calidad de servicio que pueden brindar las distintas posiciones orbitales, las características técnicas y las bandas de frecuencia de los distintos satélites.

Si bien la rentabilidad de los precios actuales es atractiva, hay regiones como Europa donde el rango de precios es aún mayor, rondando € 3000 a € 4000 por MHz por mes. Esto produce que se destine menos capacidad satelital hacia zonas como América Latina lo cual podría repercutir en una tendencia de aumento de los precios en esta región.

En el caso de América del Norte, el principal rubro de demanda lo constituye la distribución de video, las redes corporativas IP y el acceso a Internet directo al usuario. En esta región ya comienza a adquirir importancia el despliegue de los canales de televisión de alta definición, con el consecuente aumento de la capacidad demandada.

Este mercado se caracteriza por precios bajos que oscilan entre los US\$ 1400 y los US\$ 2500 y por contratos cuyo periodo operacional no superan los dos años. Estamos hablando de un mercado muy competitivo y dinámico con múltiples oferentes.

En términos globales, de todos los sectores que requieren facilidades satelitales, la industria televisiva cada vez requiere más ancho de banda -alta definición- tal cual se desprende del grafico que se presenta a continuación:

LAS NECESIDADES DE SERVICIOS DE VALOR AGREGADO CRECEN A NIVEL MUNDIAL

Gran Aumento de la demanda de HTS (Servicios de internet de gran capacidad) y Distribución de TV, incluido DTH.

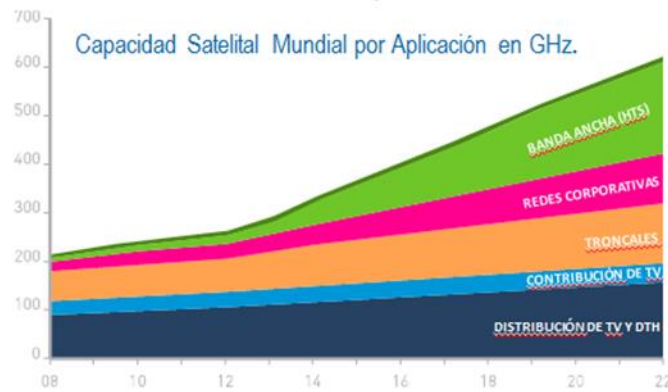


Gráfico 2: Demanda de Servicios de Valor Agregado (Plan Satelital Geostacionario Argentino 2015-2035, 2015, pág. 39)

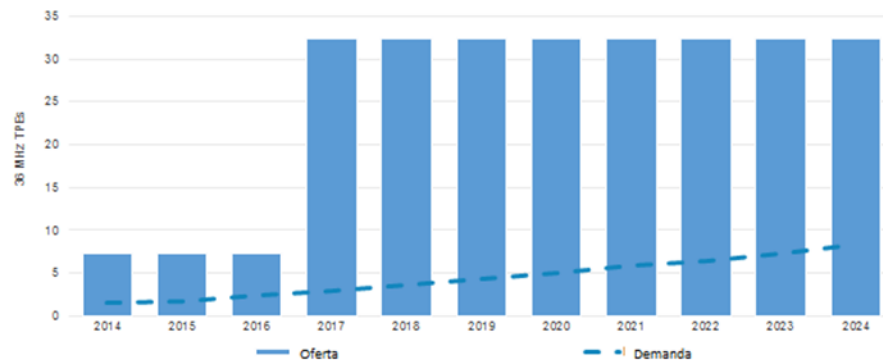
3.2.4.- Banda Ka – La nueva Tendencia.

La Banda Ka es un rango de frecuencias utilizado en las comunicaciones vía satélite y se presenta como una solución a las necesidades tecnológicas. También será una oportunidad de negocio para la provisión de servicios de Banda Ancha y TV directa al hogar.

Con la banda Ka, se está planteando una evolución de las arquitecturas de carga útil de los satélites para ofrecer servicios en todo lo que son servicios fijos en general, banda ancha, redes VSAT, backhaul, backbone, trunking, etc.

Mercado: Demanda y Oferta en banda KA

Oferta y Demanda de Capacidad en Banda Ka en Sudamérica



La demanda por servicios de banda ancha satelital están creciendo exponencialmente.

La oferta considera a los spot de prueba de Venesat, Tksat Hisparmar hasta 2016.

Fuente: NSR 2014

Gráfico 3: Demanda y Oferta de banda Ka (Gráfico extraído del Proyecto de Plan Satelital Geostacionario Argentino 2015-2035 sobre la base de información provista en el año 2014 por la consultora Northernm Sky Reserch)

La banda Ka se discutió mucho tiempo en América Latina. Actualmente dicha tecnología es una realidad: Los nueve haces puntuales del Satélite Amazonas 3, de Hisparmar, son dirigidos a las ciudades más grandes de América Latina, fue un pedido especial de Media Networks. La empresa es una unidad B2B de Telefónica.⁴⁶ Los 9 spots en banda Ka apuntan a diferentes megápolis y zonas periurbanas de América Latina como México DF (2 haces), Bogotá DF (Colombia), Piura (Perú), Santiago de Chile (Chile), Buenos Aires (Argentina), Sao Paulo, Rio de Janeiro y Brasilia (Brasil).

En términos globales debemos destacar:

- El satélite KA-SAT de Eutelsat ofrece servicios de conectividad de banda ancha en banda Ka en Europa mediante 82 haces que cubren completamente el continente europeo y parte del Norte de África. La capacidad total de KA-SAT es de 70 Gbps.
- ViaSat, operador satelital norteamericano, ha anunciado que cada uno de los 3 futuros satélites ViaSat-3 HTS en banda Ka que planea para proporcionar

⁴⁶ <https://www.hisparmar.com.br/frota-de-satelites/amazonas-3>

cobertura mundial en 2020 dispondrán de una capacidad total de 1 Tbps. En la actualidad, en Norteamérica, el satélite ViaSat-1, lanzado en 2011, dispone de una capacidad total de 140 Gbps mediante 72 haces en banda Ka (63 spots sobre EEUU y 9 spots sobre Canadá), con una inversión de 400 millones de dólares; ViaSat 2, proyectado para 2016, tendrá 2,5 veces la capacidad de ViaSat-1 y dispondrá de una capacidad de 350 Gbps, lo que requiere de una inversión de 625 millones de dólares.

- El operador de satélites Hughes Network Systems dispone del satélite EchoStar XVII/Jupiter-1 de tipo HTS en banda Ka que tiene una capacidad de 100 Gbps operando sobre Norteamérica. (Castejón, 2016, pág. 10)

3.2.5.- Aspectos financieros - Flujo de Fondos:

En un primer momento las tecnologías espaciales fueron utilizadas, solamente contemplando objetivos de seguridad o estratégicos; hoy en día el sector debe analizarse desde un punto de vista económico e incluso comercial. (OECD, 2014, pág. 16)

Uno de los objetivos de este trabajo es explicar la rentabilidad económica del proyecto, a través de un modelo que permita proyectar los futuros flujos de fondos del ARSAT-3 en banda Full Ka.

En primer termino voy a estimar los costos hundidos para saber cuanto invirtió el Estado en desarrollar la plataforma satelital geoestacionaria:

- I&D, Ensayos Segmento Terreno	US\$ 100.000.000
- ARSAT-1	US\$ 232.000.000
- ARSAT-2	<u>US\$ 225.000.000</u>
	US\$ 557.000.000

Estas cifras fueron extraídas del cuadro Número N° 3 del Contrato firmado por la Corporación Andina de Fomento y el Mnisterio de Economía, el cual

establece los costos preliminares y la forma de financiamiento del Sistema Satelital Geostacionario Argentino⁴⁷.

Vale aclarar que la plataforma satelital argentina en vuelo de los Satélites ARSAT-1 y ARSAT-2 fue conservadora y acotada en riesgos, con el objetivo primordial de volar satelites que presten funciones acorde a los niveles de servicios de la industria y que vendan servicios.

Para llevar a cabo los flujos de fondos, estimo ingresos que alcanzarían la suma de US\$ 20 MM anuales por cada satélite. Con fecha 30 de junio del año en curso el presidente de ARSAT, Rodrigo de Loredo anunció la venta total de la capacidad del satélite Arsat-2 y la facturación estimada.⁴⁸



Gráfico 4: Infografía sobre la venta de servicios del ARSAT-2⁴⁹

Según nuestros cálculos, y tomando en cuenta información pública, realizamos los flujos de fondos correspondientes a los satélites ARSAT-1 y 2 evaluando las siguientes condiciones:

- Plazo de Construcción: 5 años .
- El desembolso de Capitales se va incrementando hasta el momento del lanzamiento (ArianeSpace). Este es el servicio más importante porque alcanzaría el 40 % del precio de cada satélite y debe tercerizarse.

⁴⁷

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do;jsessionid=7CC9C5889F050E363C4E4275EA773?id=207407>

⁴⁸ <http://www.lanacion.com.ar/2038169-arsat-confirma-que-vendio-toda-la-capacidad-del-satelite-arsat-2>

⁴⁹ www.arsat.com.ar

- Explotación Comercial por 15 años en el caso del ARSAT-2.
- Este plazo se prolongó a 18 años en el caso del ARSAT-1 por la eficiencia alcanzada en las maniobras del LEOP.
- Capacidad Satelital: Tomamos como fundamento la generación de ingresos por la venta del 80% de la capacidad del satélite. Ese 20% restante se utilizaría para uso ocasional o para pedidos adicionales de los clientes.
- Tasa de descuento: 8 % durante la construcción/inversión y 6% mientras presta servicios.
- No hay Valor de recupero. Finalizada su vida útil el satélite se desorbita.
- No contemplamos los cambios en los precios del Mercado Argentino teniendo en cuenta los satélites autorizados a partir del año 2016.
- Hay mercados latentes, porque hay derechos de aterrizaje en trámite.
- El flujo se hace en millones de dólares.
- El Estado Nacional, Provincial y Municipal podría ser el principal cliente comprando una parte de los servicios.(Desde un 20% hasta un 50 % de la capacidad)

Bajo estas condiciones los flujos de fondos serian los siguientes:

ARSAT 1.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ARSAT 1 (232 MM)	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
Años	2 010	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019	2 020	2 021
Ingresos						20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000
Costos Operativos						-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000
EBIT						18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000
CAPEX Arsat 1	-10 000 000	-30 000 000	-50 000 000	-65 000 000	-77 000 000							
Flujo de Fondos	-10 000 000	-30 000 000	-50 000 000	-65 000 000	-77 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000
FFDesc	-10 000 000	-27 777 778	-42 866 941	-51 599 096	-56 597 299	13 450 647	12 689 290	11 971 028	11 293 423	10 654 172	10 051 106	9 482 175
FFDesc.Ac.	-10 000 000	-37 777 778	-80 644 719	-132 243 814	-188 841 113	-175 390 466	-162 701 176	-150 730 148	-139 436 726	-128 782 553	-118 731 447	-109 249 272

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
ARSAT 1 (232 MM)	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22
Años	2 022	2 023	2 024	2 025	2 026	2 027	2 028	2 029	2 030	2 031	2 032
Ingresos	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000
Costos Operativos	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000
EBIT	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000
CAPEX Arsat 1											
Flujo de Fondos	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000
FFDesc	8 945 449	8 439 102	7 961 417	7 510 771	7 085 633	6 684 560	6 306 188	5 949 234	5 612 485	5 294 797	4 995 092
FFDesc.Ac.	-100 303 823	-91 864 721	-83 903 303	-76 392 532	-69 306 899	-62 622 340	-56 316 151	-50 366 917	-44 754 432	-39 459 635	-34 464 543

Tabla 4

Flujo de Fondos del ARSAT-1

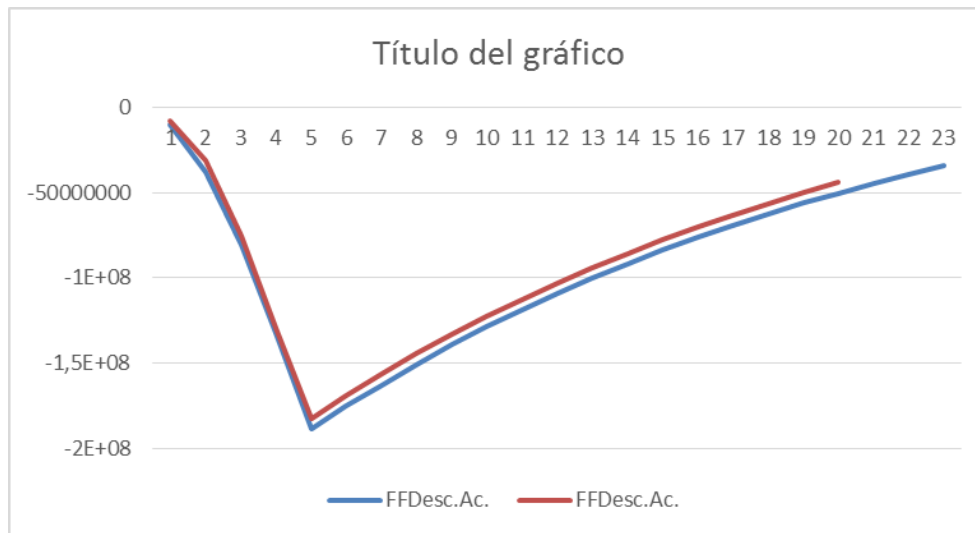
Por su parte el ARSAT 2:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ARSAT2(225 MM)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Años	2 018	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023	2 024	2 025	2 026	2 027
Ingresos						20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000
Costos Operativos						-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000
EBIT						18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000
CAPEX Arsat 1	-8 000 000	-25 000 000	-52 000 000	-68 000 000	-72 000 000					
Flujo de Fondos	-8 000 000	-25 000 000	-52 000 000	-68 000 000	-72 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000
FFDesc	-8 000 000	-23 148 148	-44 581 619	-53 980 592	-52 922 149	13 450 647	12 689 290	11 971 028	11 293 423	10 654 172
FFDesc.Ac.	-8 000 000	-31 148 148	-75 729 767	-129 710 359	-182 632 509	-169 181 862	-156 492 572	-144 521 544	-133 228 121	-122 573 949
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ARSAT2(225 MM)	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
Años	2 028	2 029	2 030	2 031	2 032	2 033	2 034	2 035	2 036	2 037
Ingresos	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000
Costos Operativos	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000
EBIT	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000
CAPEX Arsat 1										
Flujo de Fondos	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000
FFDesc	10 051 106	9 482 175	8 945 449	8 439 102	7 961 417	7 510 771	7 085 633	6 684 560	6 306 188	5 949 234
FFDesc.Ac.	-112 522 843	-103 040 668	-94 095 219	-85 656 117	-77 694 699	-70 183 928	-63 098 295	-56 413 736	-50 107 547	-44 158 313

Tabla 5

Flujo de Fondos del ARSAT-2

Tal cual se desprende del grafico elaborado a continuación, las plataformas del ARSAT-1 y 2, pudieron no ser atractivas en términos financieros. Sin embargo, fueron fundamentales para insertar a las empresas argentinas en esta industria:



Comportamiento del Flujo de Fondos en el caso del ARSAT 1 y 2.

Gráfico 5

3.2.6.- Proyecto ARSAT 3 – Nuevas tendencias :

La configuración del ARSAT-3 implicaría una mejora sustancial con respecto a las prestaciones y en la competitividad del artefacto porque se lo diseñaría en banda “Full Ka” bajo otro concepto: Satélites HTS (High Throughput Satellite).

Este proyecto implicaría, generar utilidades desde la plataforma desarrollada, tal cual lo demuestran los flujos de fondos realizados a continuación.

El Ing. Hjalmar Ruiz Tückler⁵⁰ explica: los satélites HTS funcionan bajo sistemas radiantes multihaz puntuales (lo mas parecido al funcionamiento de una linterna Halogena que puntualiza o expande la luz en cierto punto).

Los servicios se prestan a traves de spots, o zonas de cobertura geográfica, las cuales concentran el ancho de banda, medido en Mbps, sigla que fue desarrollada para identificar a la unidad de un megabit por segundo, la cual se emplea para cuantificar un caudal de datos que equivale a 1.000 kilobits por segundo o 1.000.000 bits por segundo⁵¹.

Estos satélites de alto rendimiento podrían ser apuntados a zonas o regiones donde no lleguen las infraestructuras terrestres. El uso de la banda Ka permite ofrecer servicios de acceso a internet de banda ancha con una velocidad de datos mayor que en banda Ku, ya que se dispone de un mayor ancho de banda y se puede hacer con antenas de pequeño tamaño, lo que favorece las instalaciones de los usuarios.

Al respecto el Ing. Tückler concluye: “()... *Una de las principales ventajas de los satélites HTS es la reducción del costo de la capacidad satelital disponible, por el hecho de que los transpondedores disponen de mucho más ancho de banda, en un incremento muy superior al costo adicional que ello implica. Los satélites HTS ofrecen una capacidad de transmisión de datos significativamente superior a los tradicionales satélites en banda Ku, mediante la aplicación de*

⁵⁰ <http://www.laprensa.com.ni/2016/09/24/economia/2105440-tecnologia-satelital-hts>

⁵¹ <https://definicion.de/mbps/>

diversas técnicas orientadas a prestar conectividad satelital de banda ancha similar a la ofrecida por los sistemas terrenales como xDSL o 3G y 4G. Esto mediante la reutilización de frecuencias, el uso de antenas altamente eficientes, el uso de haces spot muy estrechos y un aumento de la potencia de la plataforma satelital...”

Este tipo de tecnologías potenciaría las capacidades de los nuevos satélites en un 300/500% cambiando drásticamente las configuraciones actuales de mercado porque además permitirá arquitecturas flexibles, con posibilidad de ubicación de la capacidad y potencia a donde surja la demanda con coberturas con múltiples haces (multispot) con reutilización de frecuencias; misiones de muy alta capacidad.

Para respaldar nuestra postura sobre la importancia que tendrán los Satélites HTS en materia de conectividad, debo citar el estudio realizado por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid, en la cual analiza pormenorizadamente la materia bajo el siguiente título: *“Conectividad de banda ancha mediante satélites de nueva generación y su contribución al desarrollo digital de América Latina”*. (Castejón, 2016)

Dicho documento publicado en septiembre de 2016 concluye que la nueva generación de satélites HTS serán un enlace fundamental para las diversas estrategias destinadas a aumentar los índices de inclusión digital y disminuir la brecha digital. Estas nuevas tecnologías se caracterizarán por la reutilización de frecuencias, proveer los servicios en forma de Spots, logrando un aumento significativo de la oferta de servicios.

También determina que en un futuro cercano la banda ancha satelital será fundamental para satisfacer las distintas demandas y será parte de agendas digitales de los diversos países.

El estudio analiza el impacto socio-económico del despliegue de la banda ancha satelital relativos a: Chile, Colombia, Ecuador, México y Perú. Este punto será ampliado en el punto 3.4 “Conectividad”.

Para entender el crecimiento que tendrá la demanda de banda ancha satelital, nos remitimos a la presentación realizada por la empresa Israeli Gilat Satellite Networks, tomando como referencia los datos proporcionados por la consultora Northern Sky Research en noviembre de 2015⁵²:

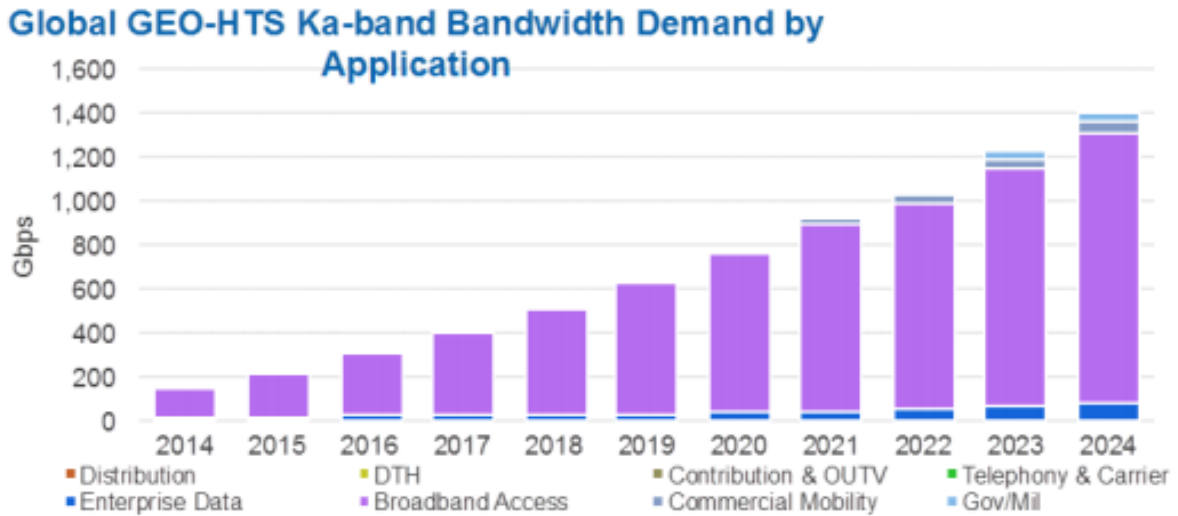


Gráfico 6: Crecimiento de la demanda de GBPS desde satélites HTS para la brindar el servicio de banda ancha.

⁵² <http://www.gilat.com/wp-content/uploads/2017/02/Gilat-Webinar-HTS-HTS-Revolution-is-Here-with-NSR.pdf>

Global Revenues for Leased GEO-HTS Bandwidth by Application

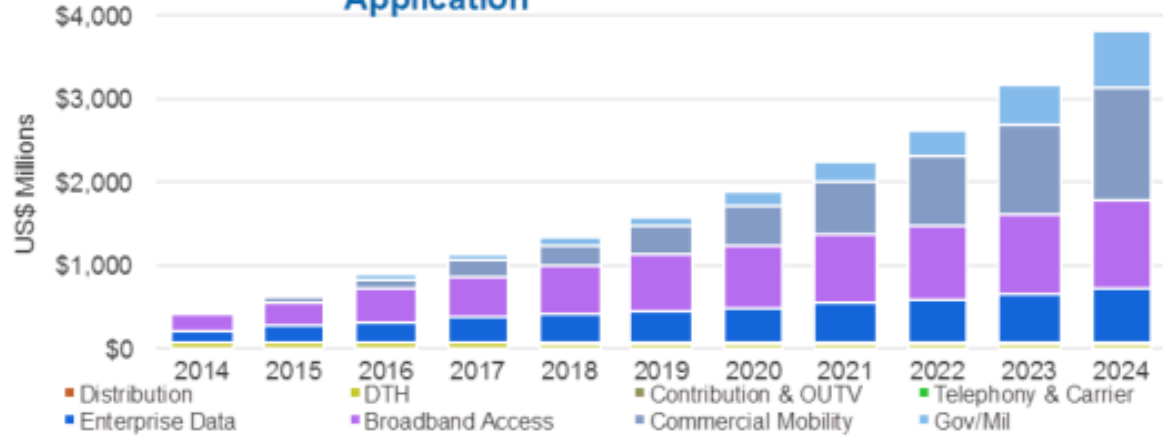


Gráfico 7: Ganancias globales por el alquiler de banda ancha satelital a los distintos clientes.

Global GEO-HTS for Wireless Backhaul Services by Region

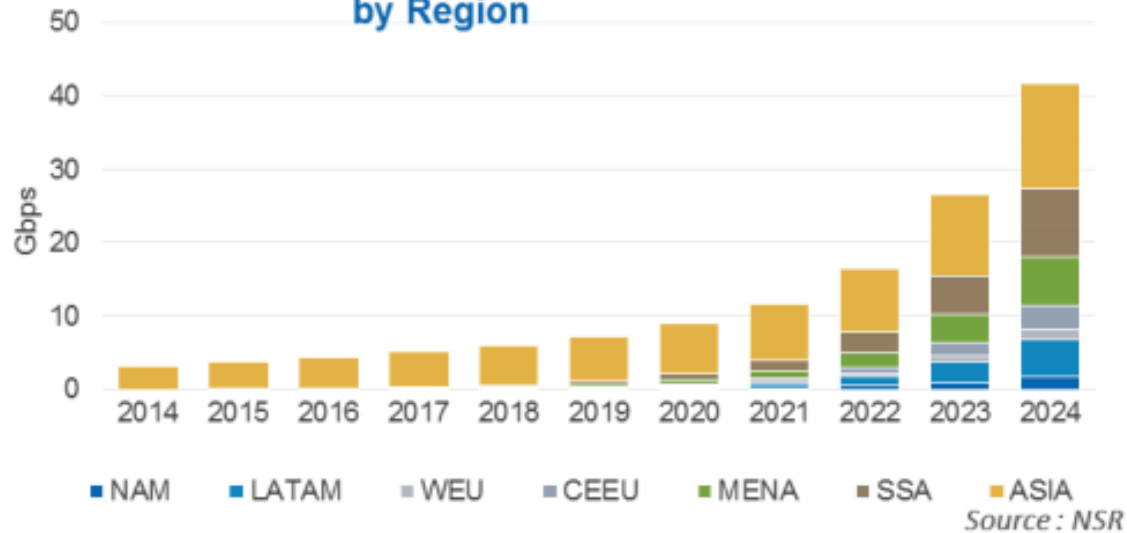


Gráfico 8: Explicación la demanda de banda ancha satelital para satisfacer el backhaul del despliegue del las redes de 4G y 5G. Destacamos el salto fenomenal a partir del año 2023 en LATAM, momento preciso en que estaría prestando funciones el ARSAT-3

Por otro lado, la consultora Euroconsult, pronostica que en el año 2023, la capacidad mundial que será utilizada a partir de los satélites HTS alcanzará los 1.300 Gbps, contra a los 107 Gbps actuales. En conclusión, LATAM será el centro de atención de los nuevos satélites HTS planificados para operar en banda Ka y ofrecer servicios de banda ancha satelital. (Castejón, 2016, pág. 11)

Tomando ciertas suposiciones, y con un criterio conservador, hicimos los posibles flujos de fondos con respecto al proyecto ARSAT-3, contemplando las siguientes circunstancias y variables:

- Plazo de Construcción: 4 años por ser ingeniería recurrente en la mayoría de los sistemas (un año menos que sus predecesores). El proyecto comenzaría en 2018.
- El desembolso de Capitales se va incrementando hasta el momento del lanzamiento (ArianeSpace). Este es el servicio más importante porque alcanzaría el 40 % del precio cada satélite y debe tercerizarse.
- Explotación Comercial por 15 años.
- Capacidad Satelital: Tomo como fundamento la generación de ingresos por la venta del 80% de la capacidad del satélite. Ese 20% restante se utilizaría para uso ocasional o para pedidos adicionales de los clientes.
- Ingresos: tomo valores lineales de precios de Latam y EEUU y los prolongo en el tiempo.
- Los flujos de fondos proyectados son dinámicos, pues los últimos 5 años de vida útil del satélite, consideramos una baja de los ingresos generados. Esto se debe al surgimiento de nuevos oferentes con tecnologías más eficientes.
- Contemplo 3 escenarios: A) Pesimista B) Moderado C) Optimista
- Costo del ARSAT-3: US\$230.000.000 tal cual se desprende de la Carta de Intención firmada por ARSAT y Hughes Network Systems LLC.⁵³
- Tasa de descuento: 8 % durante la construcción/Inversión Período 2018-2021 - 6% mientras presta servicios 2022-2036.
- No hay Valor de recupero: Finalizada la vida útil del satélite se desorbita.(End of Life.)
- No contemplo los cambios en los precios del Mercado Argentino teniendo en cuenta los satélites autorizados a partir del año 2016.

⁵³ <http://www.lanacion.com.ar/2044685-controversia-por-la-possible-asociacion-de-arsat-con-una-empresa-norteamericana>

- Hay mercados latentes, porque hay derechos de aterrizaje en trámite.

En este contexto consideramos fundamental analizar el proyecto ARSAT-3 desde un punto de vista financiero, identificando la inversión, los costos y los posibles ingresos que serán generados a través del tiempo para establecer su conveniencia.

Los posibles escenarios serían los siguientes:

- Escenario A: “Pesimista”: Para este caso contemplamos ingresos anuales por US\$ 25.000.000, los primeros 10 años, los últimos 5 por US\$ 20.000.000. Estos valores son bastantes similares a los generados por el ARSAT 1 y 2 respectivamente. El satélite ARSAT-3 será “HTS” por lo tanto tendrá un rendimiento que superará ostensiblemente las capacidades de sus antecesores, hasta un 500%.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ARSAT 3 (230 MM)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Años	2 018	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023	2 024	2 025	2 026	2 027
Ingresos					25 000 000	25 000 000	25 000 000	25 000 000	25 000 000	25 000 000
Costos Operativos					-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000
EBIT					23 000 000	23 000 000	23 000 000	23 000 000	23 000 000	23 000 000
CAPEX Arsat 1	-20 000 000	-50 000 000	-70 000 000	-90 000 000						
Flujo de Fondos	-20 000 000	-50 000 000	-70 000 000	-90 000 000	23 000 000	23 000 000	23 000 000	23 000 000	23 000 000	23 000 000
FFDesc	-20 000 000	-46 296 296	-60 013 717	-71 444 902	18 218 154	17 186 938	16 214 092	15 296 314	14 430 485	13 613 665
FFDesc.Ac.	-20 000 000	-66 296 296	-126 310 014	-197 754 915	-179 536 761	-162 349 823	-146 135 731	-130 839 417	-116 408 933	-102 795 268

	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ARSAT 3 (230 MM)	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19
Años	2 028	2 029	2 030	2 031	2 032	2 033	2 034	2 035	2 036
Ingresos	25 000 000	25 000 000	25 000 000	25 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000	20 000 000
Costos Operativos	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000
EBIT	23 000 000	23 000 000	23 000 000	23 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000
CAPEX Arsat 1									
Flujo de Fondos	23 000 000	23 000 000	23 000 000	23 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000	18 000 000
FFDesc	12 843 080	12 116 113	11 430 295	10 783 298	7 961 417	7 510 771	7 085 633	6 684 560	6 306 188
FFDesc.Ac.	-89 952 188	-77 836 075	-66 405 780	-55 622 482	-47 661 065	-40 150 294	-33 064 661	-26 380 101	-20 073 913

Tabla 6

Flujo de Fondos Pesimista del ARSAT-3

- Escenario B: “Conservador”: Contemplamos ingresos anuales por US\$ 35.000.000 los primeros 10 años, los últimos 5 por US\$ 30.000.000.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ARSAT 3 (230 MM)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Años	2 018	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023	2 024	2 025	2 026	2 027
Ingresos					35 000 000	35 000 000	35 000 000	35 000 000	35 000 000	35 000 000
Costos Operativos					-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000
EBIT					33 000 000	33 000 000	33 000 000	33 000 000	33 000 000	33 000 000
CAPEX Arsat 1	-20 000 000	-50 000 000	-70 000 000	-90 000 000						
Flujo de Fondos	-20 000 000	-50 000 000	-70 000 000	-90 000 000	33 000 000	33 000 000	33 000 000	33 000 000	33 000 000	33 000 000
FFDesc	-20 000 000	-46 296 296	-60 013 717	-71 444 902	26 139 091	24 659 520	23 263 698	21 946 885	20 704 608	19 532 649
FFDesc.Ac.	-20 000 000	-66 296 296	-126 310 014	-197 754 915	-171 615 825	-146 956 305	-123 692 607	-101 745 722	-81 041 114	-61 508 465

	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ARSAT 3 (230 MM)	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19
Años	2 028	2 029	2 030	2 031	2 032	2 033	2 034	2 035	2 036
Ingresos	35 000 000	35 000 000	35 000 000	35 000 000	30 000 000	30 000 000	30 000 000	30 000 000	30 000 000
Costos Operativos	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000
EBIT	33 000 000	33 000 000	33 000 000	33 000 000	28 000 000	28 000 000	28 000 000	28 000 000	28 000 000
CAPEX Arsat 1									
Flujo de Fondos	33 000 000	33 000 000	33 000 000	33 000 000	28 000 000	28 000 000	28 000 000	28 000 000	28 000 000
FFDesc	18 427 028	17 383 988	16 399 989	15 471 688	12 384 427	11 683 422	11 022 096	10 398 204	9 809 626
FFDesc.Ac.	-43 081 437	-25 697 449	-9 297 460	6 174 228	18 558 655	30 242 077	41 264 173	51 662 376	61 472 003

Tabla 7

Flujo de Fondos Conservador del ARSAT-3

Escenario C: "Optimista": Contemplamos ingresos anuales por US\$ 45.000.000 los primeros 10 años, los últimos 5 por US\$ 40.000.000.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ARSAT 3 (230 MM)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Años	2 018	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023	2 024	2 025	2 026	2 027
Ingresos					45 000 000	45 000 000	45 000 000	45 000 000	45 000 000	45 000 000
Costos Operativos					-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000
EBIT					43 000 000	43 000 000	43 000 000	43 000 000	43 000 000	43 000 000
CAPEX Arsat 1	-20 000 000	-50 000 000	-70 000 000	-90 000 000						
Flujo de Fondos	-20 000 000	-50 000 000	-70 000 000	-90 000 000	43 000 000	43 000 000	43 000 000	43 000 000	43 000 000	43 000 000
FFDesc	-20 000 000	-46 296 296	-60 013 717	-71 444 902	34 060 028	32 132 101	30 313 303	28 597 456	26 978 732	25 451 634
FFDesc.Ac.	-20 000 000	-66 296 296	-126 310 014	-197 754 915	-163 694 888	-131 562 786	-101 249 483	-72 652 027	-45 673 295	-20 221 661

	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ARSAT 3 (230 MM)	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19
Años	2 028	2 029	2 030	2 031	2 032	2 033	2 034	2 035	2 036
Ingresos	45 000 000	45 000 000	45 000 000	45 000 000	40 000 000	40 000 000	40 000 000	40 000 000	40 000 000
Costos Operativos	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000	-2 000 000
EBIT	43 000 000	43 000 000	43 000 000	43 000 000	38 000 000	38 000 000	38 000 000	38 000 000	38 000 000
CAPEX Arsat 1									
Flujo de Fondos	43 000 000	43 000 000	43 000 000	43 000 000	38 000 000	38 000 000	38 000 000	38 000 000	38 000 000
FFDesc	24 010 975	22 651 864	21 369 683	20 160 078	16 807 437	15 856 072	14 958 559	14 111 848	13 313 064
FFDesc.Ac.	3 789 314	26 441 178	47 810 860	67 970 938	84 778 375	100 634 447	115 593 006	129 704 854	143 017 918

Tabla 8

Flujo de Fondos Optimista del ARSAT-3

Resumen de los distintos Escenarios:

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Escenario A	-20000000	-66296296,3	-126310013,7	-197754915,4	-179536761,2	-162349823,2	-146135730,7	-130839417,1	-116408932,6	-102795267,9
Escenario B	-20000000	-66296296,3	-126310013,7	-197754915,4	-171615824,5	-146956304,8	-123692607	-101745722,2	-81041113,98	-61508464,68
Escenario C	-20000000	-66296296,3	-126310013,7	-197754915,4	-163694887,9	-131562786,5	-101249483,2	-72652027,33	-45673295,36	-20221661,43

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Escenario A	-89952188,06	-77836074,98	-66405779,62	-55622482,11	-47661064,75	-40150293,65	-33064660,55	-26380101,01	-20073912,77
Escenario B	-43081437,04	-25697448,71	-9297459,709	6174228,025	18558655,03	30242076,73	41264172,67	51662376,39	61472002,54
Escenario C	3789313,975	26441177,57	47810860,2	67970938,16	84778374,8	100634447,1	115593005,9	129704853,8	143017917,9

Tabla 9

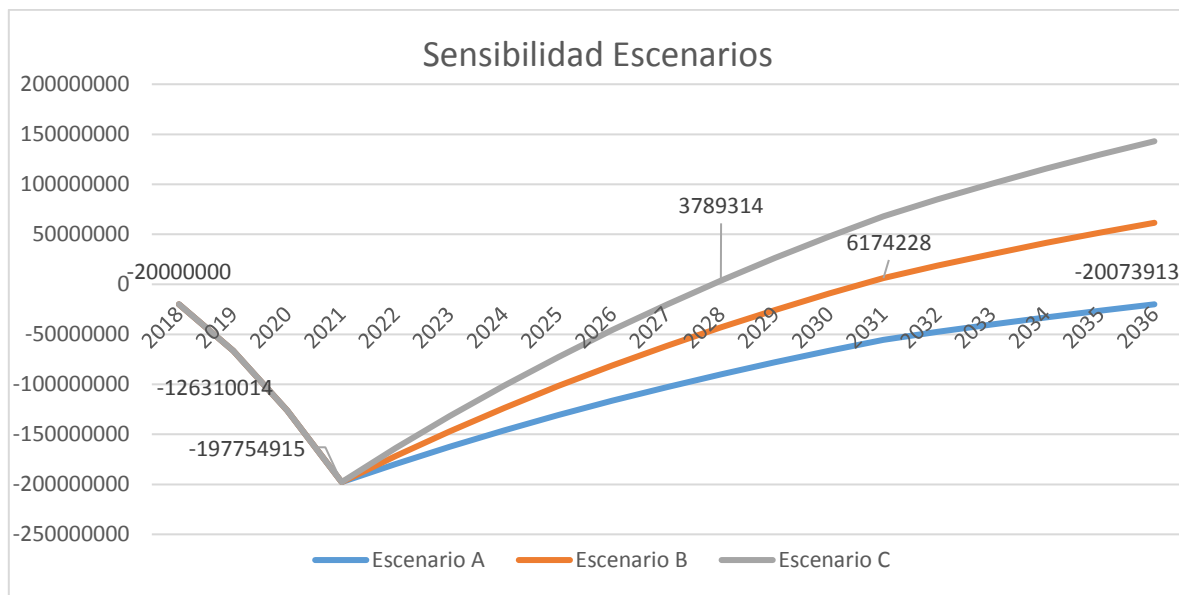
Resumen de los distintos escenarios del ARSAT-3

Según nuestros cálculos el proyecto ARSAT- 3 alcanzaría un valor actual de:

- **US\$ - 20.073.912** en el escenario A.
- **US\$ 61.472.002** en el escenario B.
- **US\$ 143.017.917** en el escenario C.

En conclusión, elaboramos flujos de fondos contemplando tres posibles escenarios, teniendo en cuenta los servicios que se prestarán desde el ARSAT-3. Considerando las capacidades tecnológicas arraigadas en Argentina, el valor consiste en comprar los distintos sistemas, combinarlos y transformarlos en satélites geoestacionarios. Más luego vender facilidades satelitales.

El comportamiento de los flujos en el tiempo sería el siguiente:



Análisis de Sensibilidad de los distintos escenarios del ARSAT-3
Gráfico 9

Según nuestros cálculos, en el escenario B recuperaríamos la inversión en el año 2029 y, en el año 2026 tomando en cuenta las variables del escenario optimista.

Para ello, el proyecto deberá buscar la mayor eficiencia en la combinación de los insumos y maximizar las ventas.

Será fundamental ser competitivos en términos regionales y apoyar el proyecto por parte del Estado en dos aspectos fundamentales:

- Mejorar las condiciones de financiamiento
- Obtener más “*Landing Rights*”, es decir ampliando mercados.

En síntesis, tomando datos verosímiles publicados, estudios de mercado y con un criterio conservador, nuestro objetivo es demostrar que los beneficios generados desde el ARSAT-3 serán superiores a los valores de la inversión realizada. Puede que haya proyectos de inversión más atractivos, pero este tipo de inversiones tiene otras aristas que serán analizadas a continuación.

3.3.- Aspectos Estratégicos

Las ciencias económicas muchas veces se definen en los libros como una disciplina que estudia la toma de decisiones sobre la administración de recursos escasos cuando existen necesidades múltiples o infinitas. La lógica económica es aplicable a este tipo de proyectos, aunque también deben analizarse desde un punto de vista estratégico y a nivel país, los factores expuestos en la presente tesis sobre el negocio de facilidades satelitales (Punto 3.2) y la oportunidad de vender tecnología en la modalidad “*Llave en Mano*” (Punto 2.1.1).

Al margen del negocio y los aspectos comerciales, la adquisición y el desarrollo de tecnologías espaciales sigue siendo un objetivo estratégico y conveniente, para numerosos países.

En este capítulo analizaré la conveniencia del proyecto desde un punto de vista estratégico para el país. Hay una constante en la economía espacial de todos los países: El Estado siempre tiene un rol protagónico en el financiamiento de proyectos espaciales, en alguna fase o momento y también es el que compra las tecnologías y los servicios que provee el sector espacial.

La democratización del sector espacial se está acelerando, principalmente por los efectos de la globalización, debemos tener en cuenta que en los años

cincuenta sólo dos naciones gobernaban las tecnologías espaciales, luego en los años 80 menos de 10 países tenían la capacidad de construir y lanzar elementos al espacio exterior. (OECD, 2014)

Este fenómeno es analizado a partir de dos fenómenos:

1. La globalización del sector: generándose cadenas de valor internacionales o regionales. Las cuales son fundamentales para afrontar las inversiones y mitigar los riesgos que implican los proyectos espaciales, tanto de uso civil o defensa.
2. La democratización de la industria espacial: En un primer momento solo accedían a las tecnologías de vuelo los países desarrollados y las potencias, hoy en día la mayoría de los países o incluso instituciones académicas pueden acceder a tecnologías espaciales “de estantería”.

Hoy en día la mayoría de los países asignan recursos a los diversos programas espaciales.

Tabla 2 Presupuestos públicos en el área espacial en PPA y por habitante (2013)

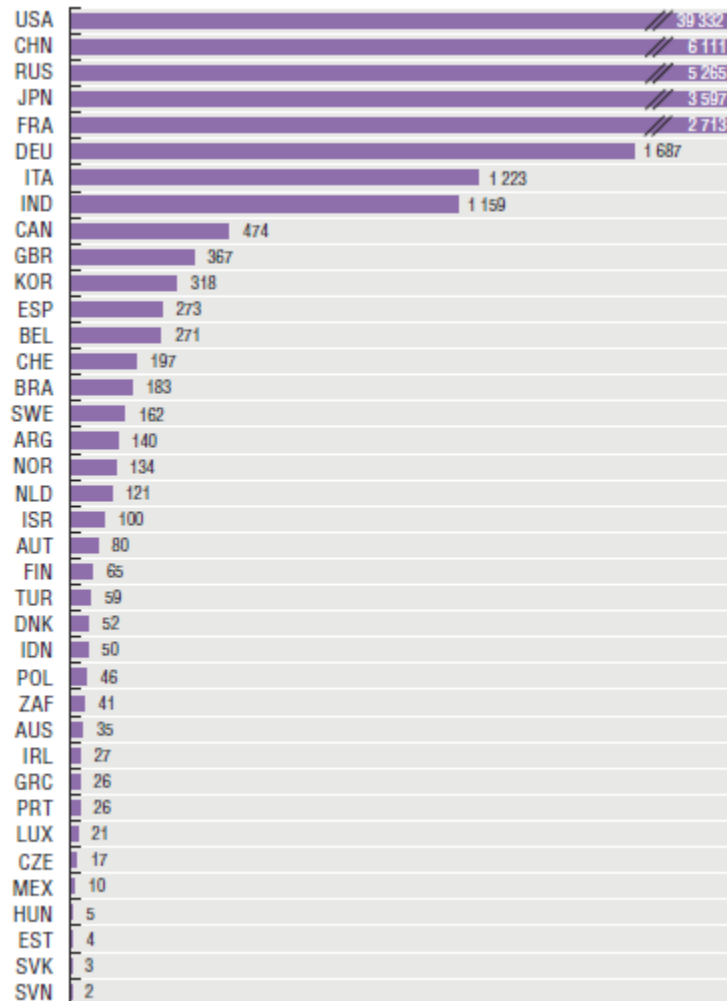
	En USD millones (PPA)	Per cápita	En USD millones (corrientes)
Estados Unidos	39.332	123,2	39.332
China	10.775	7,9	6.111
Federación Rusa	8.692	61,0	3.263
India	4.268	3,3	1.159
Japón	3.422	26,9	3.997
Francia	2.431	38,0	2.713
Alemania	1.627	20,1	1.687
Italia	1.223	20,7	1.223
Corea del Sur	411	8,2	318
Canadá	396	11,5	474
Gran Bretaña	339	5,3	367
España	303	6,7	273
Brasil	259	1,3	183
Bélgica	245	21,9	271
Indonesia	142	0,6	50
Suiza	133	16,6	197
Suecia	122	12,7	162
Holanda	110	6,6	121
Turquía	104	1,4	59
Noruega	89	18,5	134
Israel	89	11,1	100
Polonia	81	2,1	46
Sud África	76	1,5	41
Austria	73	8,6	80
Finlandia	54	9,9	65
Dinamarca	38	6,9	52
Portugal	32	3,0	26
Grecia	30	2,7	26
República Checa	25	2,5	17
Irlanda	25	5,6	27
Australia	25	1,1	35
Luxemburgo	17	34,5	21
Hungría	9	0,9	3
México	8	0,1	10
Estonia	5	4,0	4
Eslovaquia	5	0,9	3
Eslovenia	3	1,4	2
Argentina	s.d.	s.d.	140

Fuente: OECD (2014).

Tabla 10

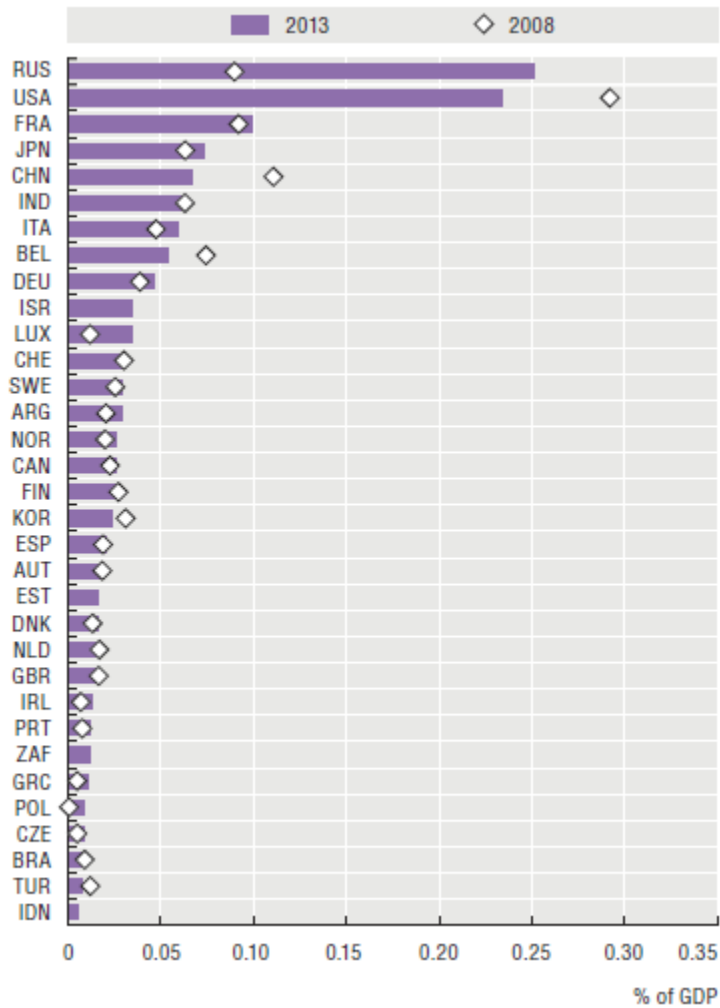
Presupuesto en el área Espacial de los diversos países (Ramos, Marzo 2017, pág. 15)

Para graficar la importancia que los diversos países asignan a la industria espacial, me remito a los presupuestos asignados en el año 2013 (OECD, 2014, pág. 43)



Comparación de los presupuestos de los distintos países en el área espacial
Gráfico 10

Tomando en cuenta el periodo 2008-2013, muchos países como Argentina, aumentaron el porcentual del PBI y los fondos asignados al área espacial: Rusia, Francia, Japón, Italia, Alemania entre los destacados (OECD, 2014, pág. 43):



Presupuestos 2008 y 2013 de los distintos países.

Gráfico 11

Si bien la tendencia a afectar presupuestos es clara en la mayoría de los países, para acreditar el valor estratégico y los múltiples usos de las tecnologías espaciales vale citar los informes realizados por los organismos especializados de dos países similares a la Argentina en cuanto al potencial, que pertenecen a la misma región y que son economías emergentes.

3.3.1.- Defensa Nacional: Los sistemas satelitales son un Activo Estratégico.

La industria espacial tiene dos posibles usos: Bélico y Civil. La mayoría de los países se caracterizan por una explotación dual, con el objetivo de optimizar recursos y cumplir con los diversos fines. Los satélites para comunicaciones representaron el 33% de las ventas realizadas, mientras que la vigilancia militar dio cuenta del 38% de los ingresos generados durante el año 2014. (Tecnología, Agosto 2016, pág. 5)

Argentina tiene una trayectoria de uso pacífico de las tecnologías espaciales, sin embargo considero que esta doctrina será puesta en discusión en los años venideros.

Históricamente las comunicaciones fueron siempre la columna vertebral de las Fuerzas Armadas en las batallas, guerras y operaciones militares. En el contexto actual, los satélites proveen los enlaces necesarios para dirigir los vehículos aéreos no tripulados, recolección de datos de inteligencia, para generar vigilancia y reconocimiento.

Las FFAA y las FFSS deben cumplir con sus responsabilidades en un mundo totalmente globalizado. Las amenazas y los flagelos que generan el crimen organizado, el terrorismo y el narcotráfico se multiplican en este contexto.

También debemos citar el concepto de “*Ciberguerra*”, el cual implica estudiar las capacidades tecnológicas y de comunicaciones del Estado, para lograr neutralizarlo en sus operaciones ofensivas, defensivas y planes para una recuperación rápida de las redes y la infraestructura.

Otrora, la industria metalúrgica y los hidrocarburos fueron determinantes para ganar las guerras en los últimos siglos. Hoy en día para que un Estado sea soberano y tenga capacidades defensivas y ofensivas para resguardar la Seguridad Nacional y la Seguridad Interior, deberá invertir en capacidades tecnológicas, generando ámbitos de investigación y desarrollo, es por ello que las tecnologías espaciales serán una herramienta fundamental y una industria básica para generar las aplicaciones necesarias.

En conclusión, entendemos que los satélites, las comunicaciones y la conectividad serán imprescindibles, para que las diversas fuerzas cumplan sus funciones en seguridad y defensa.

Las necesidades de disponer de mayores capacidades de redes de satélites se desprenden de los siguientes casos:

- Brasil: en el mes de mayo de 2017 Brasil lanzó un satélite para uso de datos militares y banda ancha y así dejará de alquilar servicios de compañías privadas.

El Satélite Geoestacionario de Defensa y Comunicaciones fue lanzado por el mismo cohete que la flota ARSAT: Ariane 5. El satélite, que tendrá una vida útil de 18 años, será integralmente controlado por Brasil y tuvo un costo de US\$ 800.000.000.

El satélite será controlado desde el Sexto Comando Aéreo Regional de Brasilia y cumplirá funciones de defensas y seguridad nacional. Esta estrategia puso como prioridad la defensa de la selva suramericana y los 8.000 kilómetros de litoral, donde se encuentran los mega yacimientos petroleros.⁵⁴

- Rusia: En marzo de del año 2015 lanzó el satélite militar Kosmos-2504 el cual sería un satélite de comunicaciones con la capacidad de neutralizar o de dejar fuera de servicio otros satélites.

Según la nota, “El Kosmos-2504, junto con el satélite análogo ruso Kosmos-2499, representa una amenaza para los sistemas espaciales estadounidenses, aseguran funcionarios del Pentágono”.⁵⁵

- Europa: Helios es el nombre de un programa multinacional de 4 satélites militares de teledetección generados por Francia, en los cuales participan España, Italia, Grecia y Bélgica.⁵⁶

⁵⁴ <http://www.telam.com.ar/notas/201705/187905-brasil-tiro-satelite-espacio.html>

⁵⁵ <http://www.russianspaceweb.com/Cosmos-2504.html>

⁵⁶ <http://spacenews.com/32557french-helios-2b-spy-sat-sends-back-first-test-images/>

- Reino Unido: Skynet es una familia de satélites militares, actualmente operados por Paradigm Secure Communications en nombre del Ministerio de Defensa del Reino Unido, que proporciona servicios de comunicación estratégicos a las tres ramas de las Fuerzas Armadas Británicas y a las fuerzas de la OTAN que participan en tareas de la coalición.⁵⁷
- EE.UU: El dominio de este país se desprende nítidamente del análisis histórico y las capacidades actuales de construcción y lanzamiento de todo tipo de naves espaciales. Las máximas autoridades de la Fuerza Aérea y el Departamento de Defensa, recientemente reconocieron que el espacio ultraterrestre será el nuevo teatro de operaciones de guerra, por tales razones la superioridad tecnológica será un aspecto clave. También destacan la asociación entre Gobierno e Industria como una sinergia indispensable para mantener el dominio de esta potencia en ambos ámbitos⁵⁸.

3.3.2.- Custodia de las posiciones orbitales:

Si bien en el punto 3.2.5 hice un análisis financiero con relación a los costos y los ingresos generados por los distintos satélites, la puesta en funciones en la posición orbital debe interpretarse también con el objetivo de asegurar los derechos de uso de los recursos órbita-espectro asignados a la República Argentina.

Las posiciones orbitales y sus bandas de frecuencia asociadas son, por su propia esencia, un recurso escaso y limitado que deben ser utilizadas en aras del interés público con miras al bien común, bajo rigurosas reglamentaciones internacionales.

⁵⁷ <http://www.bbc.com/news/science-environment-20781625>

⁵⁸ <http://spacenews.com/op-ed-recent-policies-position-statements-bring-promise-of-new-era-of-space-superiority/>

En caso de que ARSAT no use racionalmente los recursos asignados o efectivamente las posiciones orbitales, podrían representar una eventual pérdida para el Estado Nacional por parte la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

3.3.3.- Exportacion de Contenidos

Otro dato para afirmar que la demanda de facilidades satelitales y su importancia estratégica aumentará, es el rol de Argentina como un país que contribuye con contenidos para Hispanoamérica. Cabe citar los más importantes: ESPN, Disney Channel, Fox, Fox Sports, Warner Channel, TNT, MTV, Sony Entertainment Television, etc.

Contar con satélites en banda Ka será fundamental a medida que los contenidos vayan migrándose a niveles de mayor calidad como HD y 4G.

También en este punto es fundamental tener en cuenta la infinidad de productoras nacionales, el talento y la creatividad argentina en materia audiovisual, con reconocimiento internacional. Según (García, Diciembre de 2014, pág. 27), luego de haber realizado 30 entrevistas durante dos años con diversas productoras remarca que la penetración de los contenidos argentinos en otros países se motiva principalmente en la reconocida creatividad y habilidad de los productores argentinos para trabajar en equipo con presupuestos y tiempos muy acotados, y la experiencia de los productores en la adaptación de contenidos a otros mercados.

Las ventajas operacionales para emitir desde Argentina son determinantes porque ofrece excelentes ventajas a nivel técnico y recursos humanos especializados.

Esta es otra forma de generar intangibles monetizables que puedan impactar en la matriz productiva del país. Tener un satélite con pisada en todo el continente, una estación terrena en Benavidez, Provincia de Buenos Aires y un facilitador de redes como ARSAT, es una ventaja comparativa para generar, distribuir y por lo tanto vender contenidos a las tres Américas.

Fue muy difícil encontrar cifras actualizadas, razón por la cual debo citar a un especialista reconocido como Raúl Katz que con fecha 16 de mayo de 2016 en el diario La Nación expuso: *“Talento argentino, la exportación que no pasa por la Aduana: los servicios del conocimiento ganan terreno en la economía”*⁵⁹ Destaco que el año anterior la producción audiovisual generó ingresos para el país por US\$ 306 millones a través de Telefé, Turner, Disney, Fox y ESPN.

En este contexto, la inmediatez del despliegue del servicio satelital junto con la ventaja de la ubicuidad de la oferta en toda la zona de cobertura del mismo, coloca al satélite como primer candidato a ofertar contenidos (Música o videos) “online” en la región de América Latina.

Por su parte, desde del Centro de Estudios para Latino América destacan *“Los satélites HTS son tremendamente eficaces y competitivos para resolver la congestión en las redes troncales y en la última milla que provoca la distribución masiva de contenidos de música y vídeo online, servicios que están experimentando un crecimiento exponencial de la demanda en Internet. En este tipo de aplicaciones audiovisuales los satélites HTS pueden entregar vídeo online a velocidades de alta definición (10 Mbps) en cualquier zona del territorio cubierto. Las redes troncales y metropolitanas de los operadores terrestres se congestionan, de igual modo que los enlaces de las estaciones base de telefonía móvil. Los satélites, al ser una solución de última milla, no afrontan el problema de congestión de las redes troncales...”* (Castejón, 2016, pág. 65)

3.4.- Conectividad:

Volviendo al tema local, en la Argentina la conectividad es una herramienta fundamental para cualquier tipo de organización, sea privada, ONG o Estatal.

⁵⁹ <http://www.lanacion.com.ar/1894093-talento-argentino-la-exportacion-que-no-pasa-por-la-aduana-los-servicios-del-conocimiento-ganan-terreno-en-la-economia>

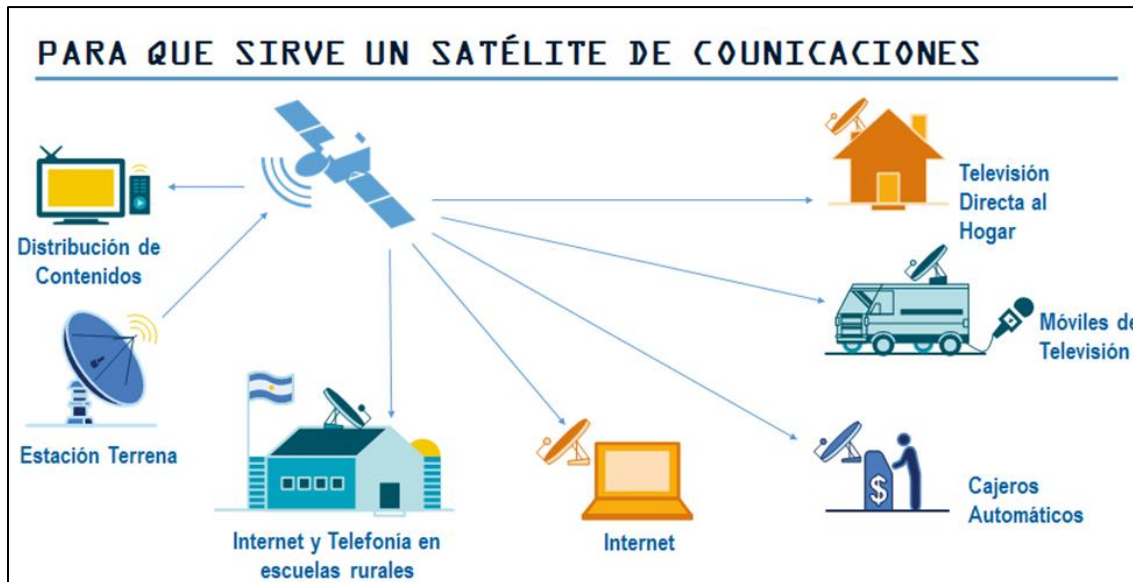


Ilustración 32: Funcionalidades de un Satélite⁶⁰

El Satélite ARSAT-3 será un medio fundamental para brindar el servicio de banda ancha en lugares remotos o alejados. La importancia de la banda ancha es destacada por Carlos Slim como el sistema nervioso de la civilización moderna, porque es el medio para acceder a la salud, educación, servicios de gobierno y otros. Asimismo vaticina que será el puente para que los países emergentes logren desarrollarse.

Si bien el mencionado Slim es un empresario referente de las telecomunicaciones, lo citamos como filántropo que asesora a la ITU y la Unesco en materia de desarrollo digital.⁶¹

También, para respaldar la importancia que tiene la banda ancha, debemos citar el informe realizado por la UIT y la Unesco con la participación de funcionarios de Alcatel Lucent, Cisco Systems, Ericsson, Eutelsat, Facebook, Huawei e Intel entre otros, los cuales afirman que el acceso a banda ancha es un requisito fundamental para el desarrollo de las economías emergentes.

Precisamente, en el capítulo 4, destaca el rol que tendrán los nuevos satélites para llevar servicios a zonas alejadas en forma instantánea a múltiples usuarios. (Njume-Ebong, 2015, pág. 56)

⁶⁰ (www.arsat.com.ar)

⁶¹ <http://www.broadbandcommission.org/commissioners/Pages/helu.aspx>

En este contexto, entendemos que las prestaciones del ARSAT-3 en full K, serán fundamentales para mejorar los servicios de conectividad por internet y federalizar los mismos con un rápido despliegue. El ARSAT-3 podría ser un medio fundamental para brindar servicios de internet satelital a través de la banda KA a usuarios que se encuentran en zonas en las cuales por su ubicación geográfica, no disponen de infraestructura de comunicación terrestre llámese fibra óptica, microonda y redes móviles para atender estos requerimientos.

Para ello vale repasar los datos publicados por Martin Kunic en www.Perfil.com⁶², en su carácter de Director Nacional de Fomento y Desarrollo del Ente Nacional de Comunicaciones cuando explica el desarrollo de internet y el proceso de convergencia tecnológica que está llevando a que las diferentes redes de teléfonos fijos, móviles, radio y TV sean servicios que se provean con tecnología IP. Los datos son:

- Argentina está entre los diez países con mayor extensión del mundo, pero con una densidad poblacional baja. Esto es un gran desafío para el acceso universal de internet de banda ancha.
- En sus 2,8 millones de km², Argentina cuenta con 3.520 localidades. Pero sólo el 5% de las localidades del país concentra el 77% de la población y el 98,2% de los accesos residenciales (fijos y móviles) a internet.
- Ese 5% representa sólo a las localidades de más de 30 mil habitantes.
- La enorme mayoría de las localidades de nuestro país cuentan con poca población, alrededor del 57% de ellas tienen menos de mil habitantes.
- Las conexiones fijas y móviles residenciales a internet (desde computadoras, tablets y celulares) se concentran en la ciudad y la provincia

⁶² <http://www.perfil.com/columnistas/que-no-se-corte-eh.phtml>

de Buenos Aires (54,4%), quedando Córdoba en segundo lugar (10,5%) y Santa Fe en tercero (7,3%).

- El 27,9% restante –más de un cuarto del total– se reparte en veinte provincias, lo que marca a las claras la imperiosa necesidad de federalizar el acceso a servicios de internet de banda ancha.

Con estos datos concluye: “...*Los desafíos tecnológicos que se presentan son múltiples. En primer lugar, hay alrededor de un 40% de población que no tiene acceso. Esa población está concentrada, fundamentalmente, en localidades pequeñas y medianas dispersas en el territorio. Por otro lado, mientras que el presente y futuro de las telecomunicaciones alámbricas es con fibra óptica más del 95% de los accesos fijos en Argentina son mediante ADSL (línea telefónica sobre red de cobre) y cable módem...*”

Si bien hay un plan en plena ejecución a cargo de ARSAT para que 1300 localidades accedan en 2018 a la red troncal de fibra óptica más extensa y de mayor capacidad del país: REFEOF, las facilidades satelitales son una herramienta fundamental para el desarrollo económico, la inclusión digital, disminuir la brecha digital, fortalecer las redes de las compañías de celulares, TELCOS, etc.

En tal sentido el ARSAT-3 en full Ka potenciaría el ancho de banda disponible, aumentaría las velocidades de transmisión y por consiguiente, ofrece un mejor servicio al consumidor final. Las frecuencias más altas de la banda Ka permiten a los abonados utilizar antenas más pequeñas y baratas.

Recientemente el director del ENACOM, parafraseando al dueño de Alibaba Jack Ma, enfatizó los problemas de conectividad en la Argentina: “...*lo único que me da lástima de Argentina es la velocidad de Internet y que sea tan costoso. Si eso no mejora el progreso se retrasará una generación.*”.

Con esta introducción el funcionario clarificó los problemas de conectividad de la Argentina⁶³ de la siguiente forma:

⁶³ https://www.clarin.com/opinion/internet-rapido-furioso_0_H1wjedYw-.html

1. Hay 21 millones de personas que viven en localidades de relativa alta densidad y altos ingresos que tienen acceso fijo a Internet pero en una buena proporción sufren problemas de calidad de servicio. El 67% de las localidades de más de 10 mil habitantes cuenta con velocidades menores a 6 Mbps mientras que en las localidades de menos de 10 mil habitantes el número se eleva a 82%. Con menos de 6Mbps se vuelve dificultoso ver una película en Netflix o un video en Youtube. Estamos lejos, en el top 10 mundial de países con mayor velocidad de Internet, el puntero, Corea del Sur, tiene una velocidad de 26 Mbps y el décimo, Letonia tiene 17 Mbps.
2. Existe un segmento de 15 millones de personas que no están conectadas pero que viven en localidades donde está disponible el servicio de banda ancha. Aquí hay problemas de calidad del servicio pero también hay falta de cobertura en barrios específicos e insuficiencia de poder adquisitivo para poder afrontar el costo del servicio.
3. Por último, hay 6 millones de personas sin servicio de banda ancha en sus localidades, especialmente en localidades con baja densidad y bajos ingresos relativos. Aquí hay problemas con la sostenibilidad del servicio y la falta de poder adquisitivo para poder afrontar costos. El 90% de las localidades sin internet tienen menos de 2.500 habitantes y, si consideramos las localidades de hasta 5 mil habitantes, podríamos decir que es allí donde se concentra casi la totalidad del problema (97% de localidades sin servicio de banda ancha).

En este contexto, el “Footprint” de un satélite HTS, será fundamental para aumentar los índices de conectividad, aumentar la inclusión digital y para disminuir la brecha digital. Me remito a la estrategia satelital aplicada en países similares a la Argentina, en cuanto a superficie y densidad poblacional: Chile, Colombia, Ecuador, México y Perú.

Podríamos resumir que la mayor parte de Latinoamérica se caracteriza por una gran dispersión de la población, con grandes zonas completamente despobladas o con población dispersa, combinadas con grandes conurbanizaciones, en torno a grandes ciudades como Río de Janeiro, Sao Paulo, Buenos Aires, México DF, Bogotá, Lima, Santiago, etc.

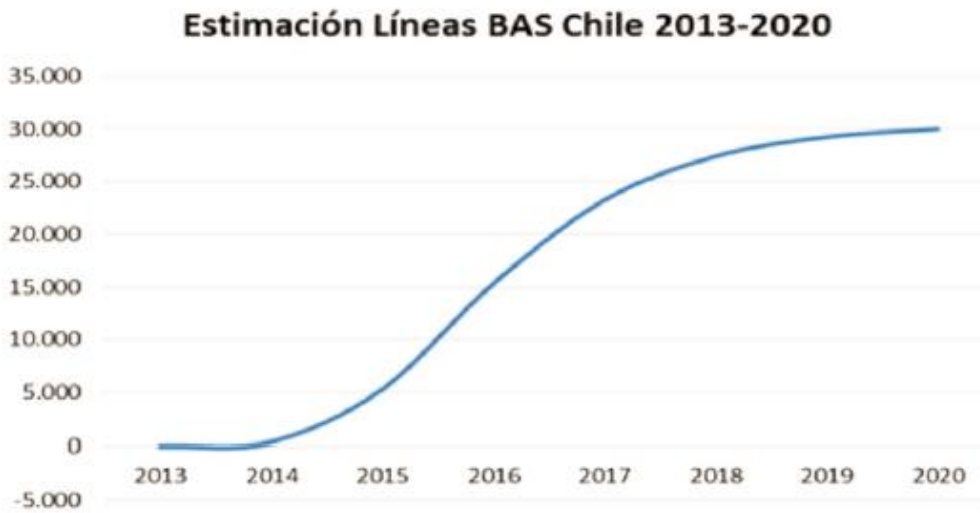
La eficiencia y la eficacia de los satélites HTS serán fundamentales para evitar iluminar zonas despobladas y enfocar los haces a zonas que no son alcanzadas por servicios de comunicaciones terrestres.

Vale repasar algunos resultados exhibidos por (Castejón, 2016) en cuanto a la utilización de la banda ancha satelital en los diversos países como un enlace fundamental dentro de la agenda digital de cada Estado. Las proyecciones de las líneas de BAS (Banda Ancha Satelital) para cada uno de los países del estudio, también implican puntos de acceso comunitarios o hotspots. O sea desde un punto se conectan varios usuarios finales que acceden a banda ancha.

Chile: El proyecto vio cumplidas sus metas de manera holgada y consiguió un cambio notable en la percepción del uso de Internet, provocando que se pasara de una penetración de banda ancha, fija más móvil, de 13,6 suscripciones cada 100 habitantes en 2009 a 40,2 en 2012. Con esta situación, al finalizar el año 2012, Chile ocupaba la posición 39 en el contexto internacional, según el índice NRI⁶⁴, posicionándose como el primer país de Latinoamérica en cuanto a aprovechamiento TIC. Estos valores se opacaron por excesivo coste de acceso y la pobre calidad del sistema educativo.

Sus objetivos son aumentar el número de conexiones de banda ancha para lograr una tasa de penetración, fija más móvil, de al menos 80 suscripciones cada 100 habitantes al finalizar el año 2020.

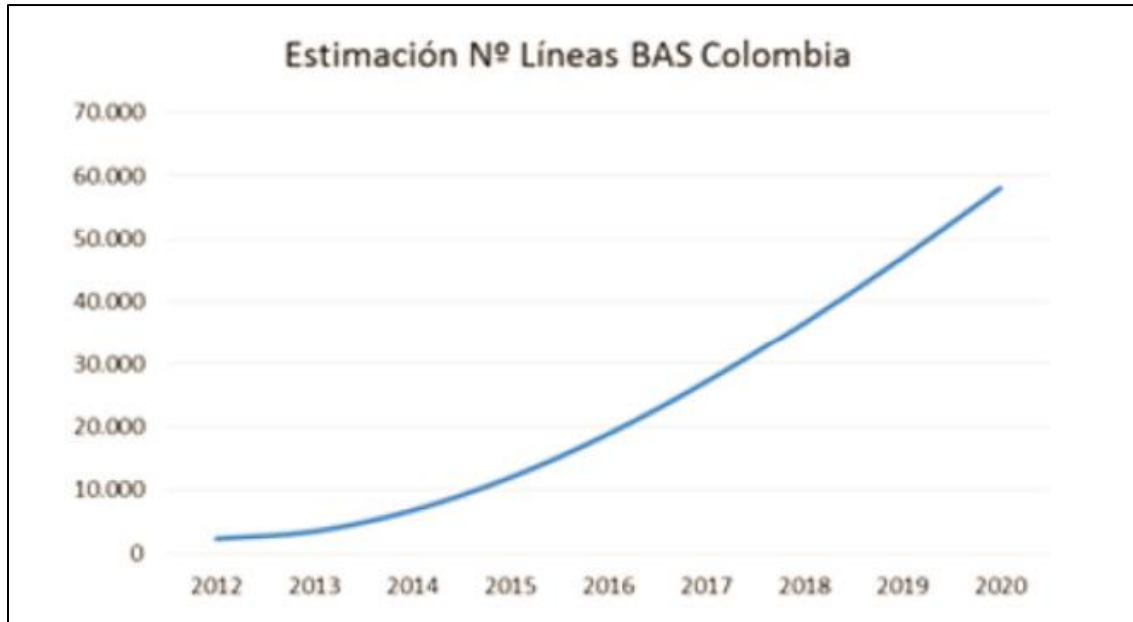
⁶⁴ "Networked Readiness Index (NRI)", medido anualmente por el Foro Económico Mundial desde 2001, mide la capacidad de los países para aprovechar las oportunidades que ofrecen las TIC.



Estimación Penetración de Banda Ancha Satelital en Chile (Castejón, 2016, pág. 141)

Gráfico 12

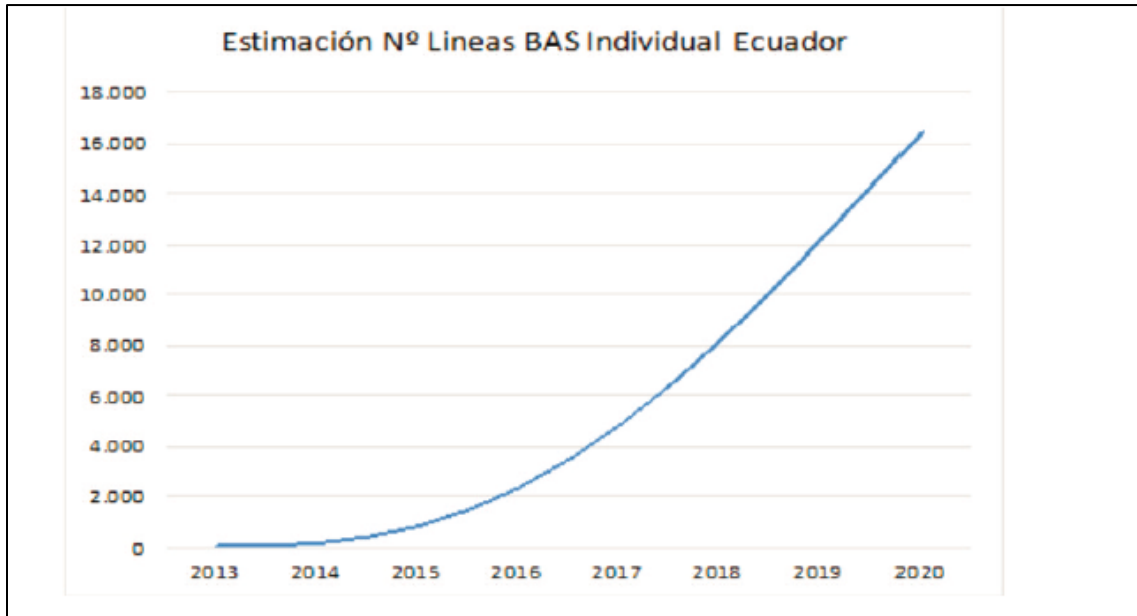
Colombia: En el año 2010, Colombia presentaba un rezago en penetración de Internet y de terminales para acceder, en comparación con otros países. Para revertir dicha situación, se lanzó el proyecto “Plan Vive Digital” cuyo objetivo era aumentar la penetración de banda ancha y otras variables asociadas, para así otorgar al país un mayor nivel de competitividad. Con relación a la banda ancha satelital, Colombia concentraba en 2013 el 6,93% del total de líneas de banda ancha de la región. Se estima una demanda en el país ligeramente superior a 58.000 conexiones satelitales al finalizar el año 2020 con la ayuda banda ancha.



Estimación Penetración de Banda Ancha Satelital en Colombia (Castejón, 2016, pág. 158)
Gráfico 13

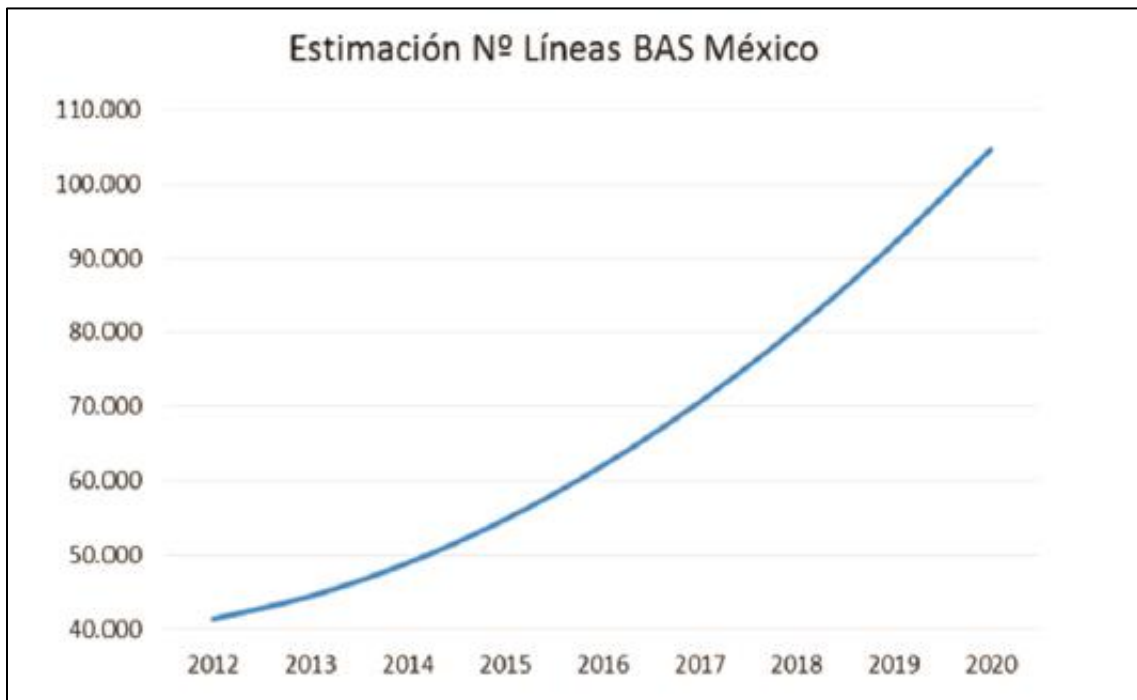
Ecuador: En el año 2011, el sector de las Telecomunicaciones en Ecuador, tenía grandes perspectivas de crecimiento, sin embargo se encontraba rezagado respecto a la media de penetración de los servicios TIC en Latinoamérica. La asequibilidad de los servicios, se posicionaba como uno de los principales problemas para la expansión de la banda ancha en el país.

Basándonos en el modelo de previsión del número de suscripciones de banda ancha satelital, descrito inicialmente, y teniendo en cuenta que Ecuador concentraba en 2013 el 2,15% del total de líneas de banda ancha de la región, se estima una demanda en el país ligeramente superior a 18.000 conexiones satelitales al finalizar el año 2020.



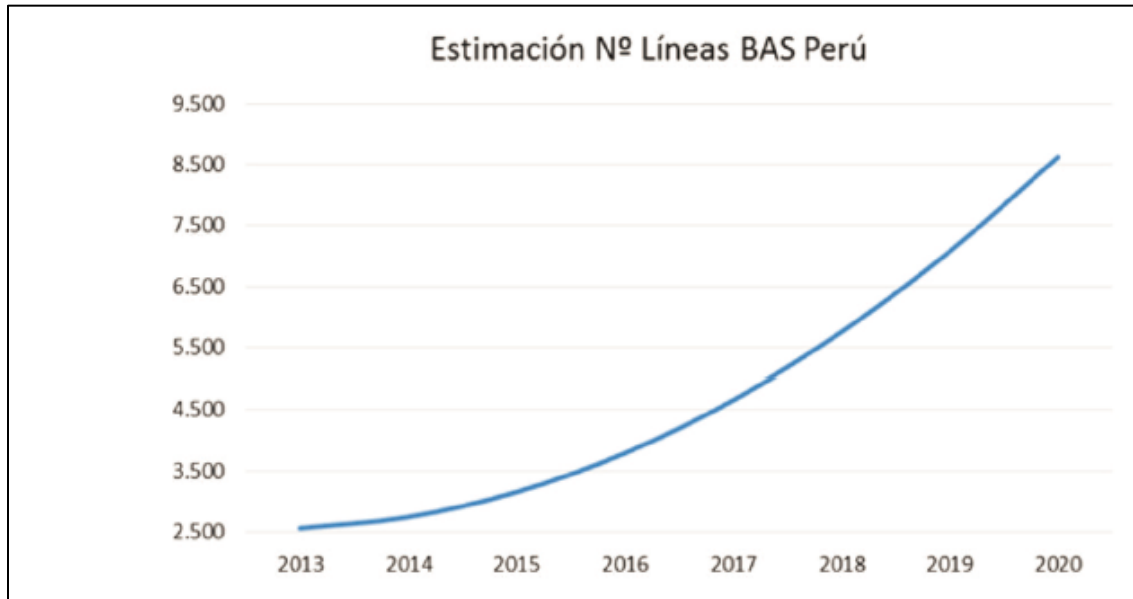
Estimación Penetración de Banda Ancha Satelital en Ecuador (Castejón, 2016, pág. 173)
Gráfico 14

México: Concentraba en 2013 el 12,5% del total de líneas de banda ancha de la región, se estima una demanda en el país cercana a 104.500 conexiones satelitales al finalizar el año 2020.



Estimación Penetración de Banda Ancha Satelital en México (Castejón, 2016, pág. 188)
Gráfico 15

Perú: Concentraba en 2013 el 1% del total de líneas de banda ancha de la región, se estima una demanda en el país cercana a 8.700 conexiones satelitales al finalizar el año 2020.



Estimación Penetración de Banda Ancha Satelital en Perú (Castejón, 2016, pág. 199)
Gráfico 16

3.5.- Externalidades:

Las diversas actividades económicas generan beneficios y costos que trascienden los actores principales que producen y consumen estos bienes y servicios.

Según Jean-Jacques Laffon⁶⁵ “()*...Las externalidades son efectos indirectos de las actividades de consumo o producción, es decir, los efectos sobre agentes distintos al originador de tal actividad que no funcionan a través del sistema de precios...*”

⁶⁵ <https://www.coursehero.com/file/p3tsp3g3/Una-externalidad-es-el-Efecto-negativo-o-positivo-de-la-producci%C3%B3n-o-consumo-de/>

Las externalidades positivas, se constatan cuando una empresa no recibe todos los beneficios de sus actividades, con lo cual otros —posiblemente la sociedad en general— se benefician sin pagar.

Para este capítulo es fundamental el aporte de Lorena Drewes y Guillermo Rus “*EL SECTOR ESPACIAL ARGENTINO Instituciones, empresas y desafíos 2014*”⁶⁶

El libro detalla los actores más importantes de la Industria Espacial Argentina:

1. CONAE
2. ARSAT
3. INVAP
4. CEATSA
5. VENG S.A

También describe las Instituciones públicas proveedoras:

- Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp), CONICET-
- Departamento de Tecnología de Materiales Compuestos, CNEA
- Departamento de Energía Solar, CNEA
- Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR), CONICET
- Grupo de Ensayos Mecánicos Aplicados (GEMA), UNLP

Empresas privadas proveedoras:

- ARSULTRA
- ASCENTIO
- DTA
- SADE
- MECÁNICA 14
- SUR

La mayor parte son PYMES con menos de 10 años de antigüedad que en su totalidad emplean de forma directa 300 personas, de las cuales más del 70%

⁶⁶ file:///C:/Users/aterrera/Downloads/el_sector_espacial_argentino_2013.pdf

son ingenieros o profesionales técnicos. Todas ellas desarrollaron productos de alto valor agregado, mientras que algunas de ellas se focalizan sólo en la actividad espacial, otras diversifican los sectores como la industria aeronáutica o automotriz.

El origen del nacimiento de muchas de estas empresas es el resultado de los mismos proyectos espaciales, que crecieron, formaron gente y motivaron la creación de nuevas empresas de base tecnológica que utilizan idénticos estándares de calidad que las empresas líderes del mundo de la industria espacial.

La presencia de una masa crítica de recursos humanos formados en el ámbito científico pero que en cierto momento han pasado a desempeñarse como emprendedores les otorgó una doble pertenencia que les ha permitido actuar como enlace entre ambos espacios conciliando las necesidades empresariales con oportunidades tecnológicas.

El libro citado resume las características más importantes de las empresas y luego se las presenta de manera individual con información detallada de los proyectos y desarrollos más destacados.

Las asignaciones de presupuesto por parte del Estado generaron todo este tejido industrial tecnológico. Estamos hablando de un sector de alto valor agregado, que impacta en diversos procesos productivos como el segmento automotriz y la industria aeronáutica, generando innovación tecnológica y que demanda formación constante.

Estamos hablando de una red de conocimiento, que mediante procesos no lineales o digitados, genera desarrollo tecnológico que pueden ser aplicados en otros procesos o proyectos. (Casas, 2001, pág. 26).

En conclusión, la industria espacial argentina aporta capital humano calificado y desarrolló un clúster de proveedores, socios y clientes, que genera derrames tecnológicos que benefician a la competitividad de otros sectores.

Todo este entramado de grandes empresas, Pymes e instituciones académicas debe analizarse desde la economía del conocimiento o "Knowledge Economy".

En este marco, el conocimiento es un recurso más en la cadena de producción, un activo intangible.

Las economías desarrolladas y muchas de las denominadas economías “emergentes” asignan un lugar central al proceso de innovación y a las políticas destinadas a promoverlo. Israel, Finlandia, Corea y la India son iconos de desarrollo económicos basados en innovación y tecnología. Varios autores analizan estos países como un ejemplo de crecimiento económico y de elevación del PBI per cápita tomando en cuenta el gasto que realizan los países en investigación y desarrollo. (Bezchinsky, octubre 2007)

La información son datos procesados y organizados bajo ciertas categorías. Por otro lado tenemos el conocimiento con sus distintas variables: métodos, modelos de ingeniería, formas de resolver problemas, saber usar herramientas de alta complejidad, etc.

Por su parte el Banco Mundial⁶⁷ reconoce al conocimiento como una fuente clave en el desarrollo económico. Se refiere a la “Revolución del Conocimiento” destacando que ciencia, tecnología e innovación son fundamentales para el crecimiento y competitividad de los distintos países, para ello será fundamental invertir en intangibles: educación, investigación, desarrollo de software, etc.

Para respaldar este punto el Banco Mundial presenta el ejemplo de Corea, Irlanda y Malasia entre varios, los cuales establecieron sus estrategias como países basados en la economía del conocimiento. A largo plazo, esta visión aumentó sus potencialidades, fortaleció sus economías generando formas más eficientes y más baratas de producir bienes y servicios.

La Economía del Conocimiento ha generado grandes cambios económicos y políticos. Para ilustrar estos párrafos me remito al caso de EEUU y Rusia: la Guerra Fría, la carrera armamentística...

El conocimiento es un activo intangible pero tiene las características de una mercancía: se genera, se adapta, se transmite, se deprecia y se vuelve obsoleto.

67

[Http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/WBI/WBIPROGRAMS/KFDLP/0,,contentMDK:20269026~menuPK:461205~pagePK:64156158~piPK:64152884~theSitePK:461198,00.html](http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/WBI/WBIPROGRAMS/KFDLP/0,,contentMDK:20269026~menuPK:461205~pagePK:64156158~piPK:64152884~theSitePK:461198,00.html)

Habiendo diseñado, ensamblado y testeado dos satélites geoestacionarios exitosamente, podemos concluir que el tejido industrial argentino, tiene el “Know how” y el “Know Who” para seguir desarrollando proyectos espaciales. En la sociedad del conocimiento, toda esta información e inteligencia son un activo estratégico que debe seguir gestionándose hacia nuevos proyectos.

La concreción del proyecto satelital geoestacionario condensó conocimiento codificado, modelos de ingeniería y modelos de vuelo. Todo ello está disponible para seguir generando valor.

Para entender la complejidad del proyecto presento las cifras esbozadas por el Ing. Andrés Rodríguez en su carácter de Jefe del ARSAT-1 en el mes de junio de 2015 en la ponencia realizada ante el Ministerio de Ciencia y Tecnología en el “Programa de Estudios sobre Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Desarrollo”⁶⁸.

“La construcción de un satélite geoestacionario implica:

1. +1.300.000 Horas Hombre
2. 700 Minutas de Reunión
3. +11.500 documentos generados
4. El satélite tiene más de 10 km de cable
5. 1031 m² de Fibra de Carbono
6. 4375 Insertos
7. 4784 Tornillos de titanio
8. Control Térmico: 166 mantas de vuelo”

Con respecto al Punto 1) el Ing. Rodríguez, manifestó que la cantidad de “*Horas Hombre*”, fue un dato provisto por INVAP, tomando como referencia los 500 técnicos e ingenieros que estuvieron afectados al proyecto.

En un panorama de incertidumbre y de falta de definición, es fundamental generar políticas concretas de apoyo a la industria espacial satelital. Se trata de un sector de alta importancia para la Argentina por el empleo que genera y por los encadenamientos que surgen con otras actividades productivas.

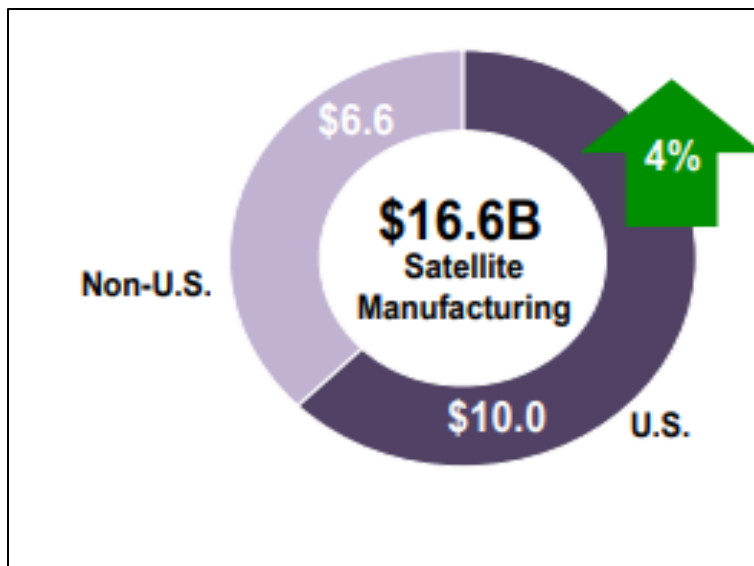
⁶⁸ http://www.mincyt.gob.ar/_post/descargar.php?idAdjuntoArchivo=40409

Si bien la plataforma satelital puede mejorarse en términos de competitividad, es decir producir satélites más livianos y baratos, con mayor carga útil y de forma más rápida, no se puede dejar de considerar el activo intangible que se compone por las habilidades, las experiencias y las relaciones con los numerosos clientes y proveedores.

3.6.- Oportunidad de Vender Tecnologías Espaciales:

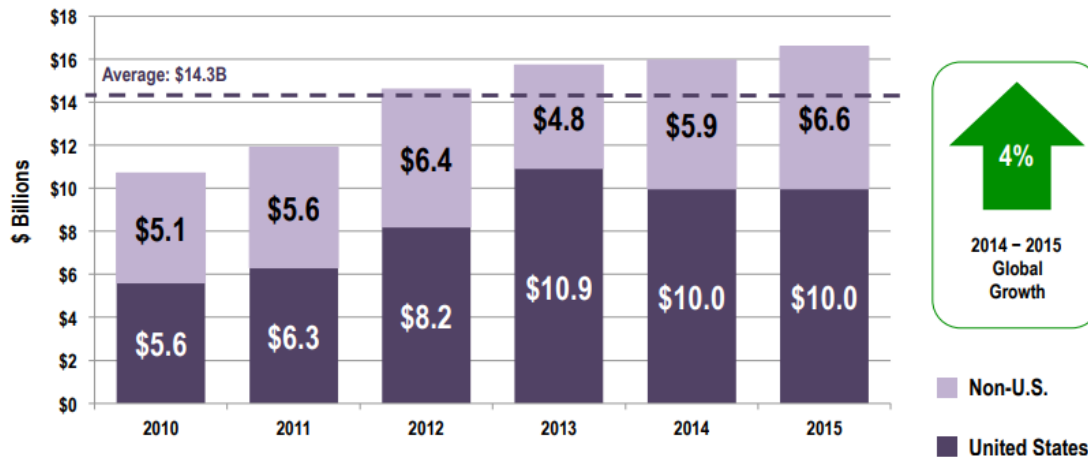
Teniendo en cuenta los antecedentes reseñados a nivel local y habiendo certificado que las plataformas desarrolladas en Argentina cumplen exitosamente los niveles de servicio en todo el continente americano. Esta situación genera una oportunidad para insertarse en el mercado de venta de plataformas satelitales.

Según las cifras publicadas por la SIA (Association) en junio de 2016, correspondientes al periodo 2015, la industria se encuentra en pleno crecimiento:



Crecimiento del Mercado Mundial de fabricación de Satélites
Ilustración 33

Esta tendencia se mantiene firme desde 2010 y con un claro predominio de los EE.UU.



Tendencia del Mercado Mundial de fabricación de Satélites
Gráfico 17

EEUU se consolidó en el mercado americano y global como el país que destina más recursos a la industria, tal cual se desprende del gráfico 6 cuando analizamos los países que más recursos asignan a los diversos programas espaciales.

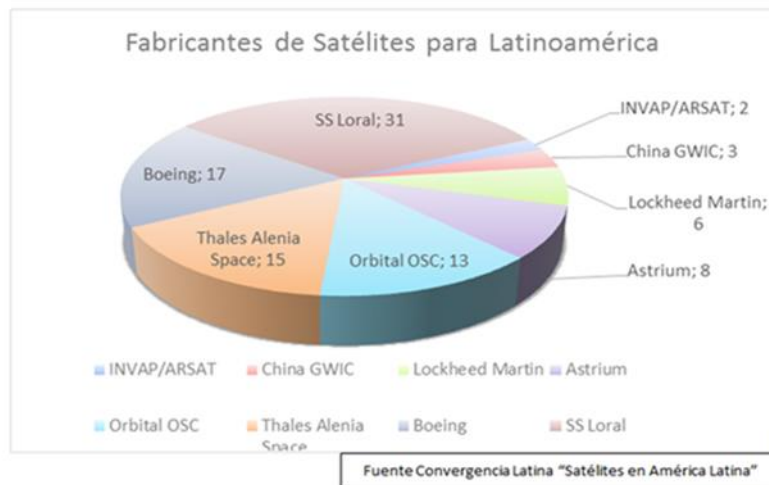
La industria satelital mundial en su conjunto, medida por sus ventas, se multiplicó por un factor de 2,3 en el período 2005-2014, presentando una tasa de crecimiento promedio del 10% anual. En 2014 la industria creció un 4%, por encima del crecimiento económico mundial (2,6%) y del crecimiento de la economía estadounidense (2,4%). Dentro de la industria, EEUU es el principal actor dando cuenta de una participación del 43% en promedio para los años 2009-2014. Hay que tener en cuenta que, el resto de los países viene creciendo en relación a su participación para los años referidos. En tal sentido, en el 2014, la industria creció en EEUU un 2% con respecto al año anterior, mientras que en el resto del mundo ésta creció un 6%.

Vale la analizar la posición dominante de EEUU, el cual posee una participación del 63% del mercado (en 2013 era del 69%). A nivel global la actividad reportó ingresos por 15,9 mil millones de dólares. Las ventas en 2014 crecieron un 1% con respecto al año anterior. Este bajo valor se debió a un número menor de ventas de satélites comerciales GEO (los más costosos), pero que fue parcialmente compensado por un aumento en el número de satélites

lanzados. En 2014, 208 satélites fueron lanzados, casi duplicando el número registrado en 2013. Los CubeSats lanzados constituyen el 63% del total, aunque representaron menos del 1% del total de las ventas, siendo su finalidad la observación de la Tierra. (Tecnología, Agosto 2016, pág. 5).

Las tecnologías espaciales se caracterizan por ser una industria riesgosa, que dependen de grandes capitales, conocimientos específicos y de planificación de largos procesos. Habida cuenta la capacidad instalada en la Argentina, en un mediano plazo podríamos vender plataformas satelitales a otros gobiernos o empresas. La experiencia ARSAT-INVAP solo ha repercutido en el mercado interno, sin embargo con una correcta estrategia, ambas instituciones podrían posicionarse en el mercado internacional. Este negocio se denomina: venta de proyectos satelitales “*Llave en Mano*”.

Vale repasar los proveedores de satélites para América Latina:



Fabricantes de Satélites para La América Latina
Gráfico 18

En Latinoamérica, hay operadores satelitales locales exitosos, pero ningún proyecto de fabricación de satélites geoestacionarios. Entre los operadores se destacan Star One (Brasil) y Satmex (México), establecidos ya hace varios años.

Según cifras de Euroconsult, empresa dedicada a realizar análisis del sector satelital, indican que de 2007 a 2016 las inversiones del sector satelital en América Latina sumaron cerca de US\$ 6000 MM y se estima que del presente

año al 2026 se presente un crecimiento de 60 por ciento para llegar a los US\$ 9500 MM.

En este contexto, es fundamental analizar los ingresos que genera la industria de construcción y lanzamiento de satélites.

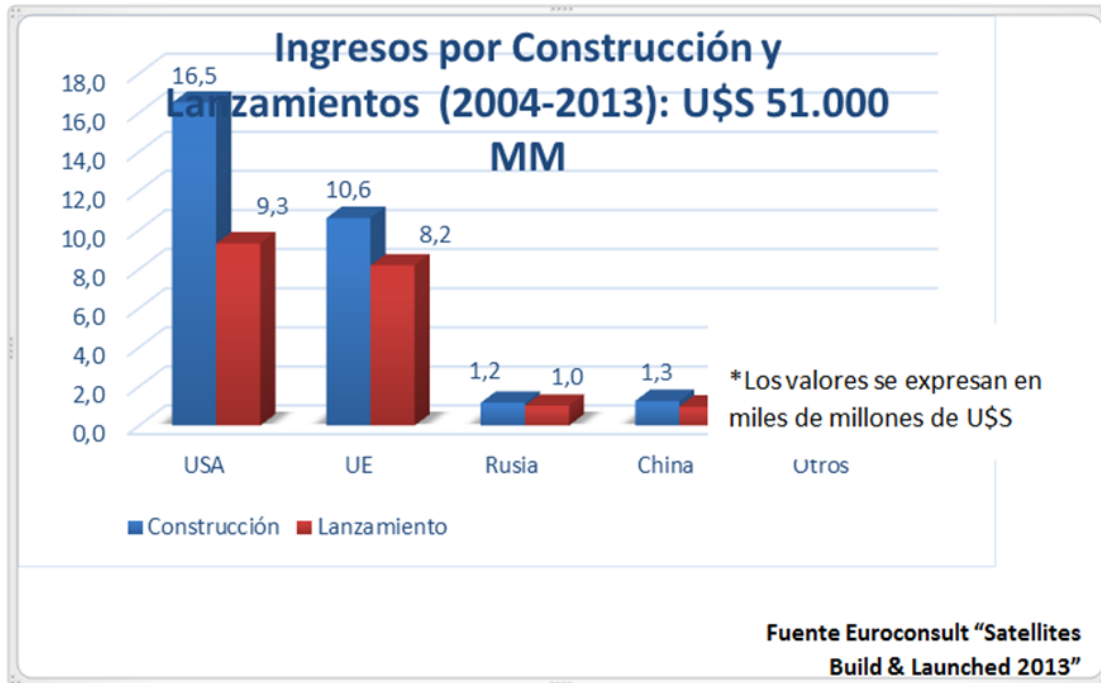


Gráfico 19: Ingresos por Construcción y Lanzamiento de Satélites según Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035)

Con respecto a las capacidades tecnológicas establecidas en Argentina debo citar al Dr. Pablo de León, como Ingeniero Aeroespacial, quien prestó funciones en la NASA y determinó que Argentina es el país más desarrollado en América Latina⁶⁹.

La plataforma satelital desarrollada por ARSAT es flexible y de riesgos acotados. Esta plataforma certificada en vuelo y probada puede competir por los contratos de provisión que se presenten en el futuro, generando ingresos por exportación de bienes de capital de alta tecnología.

El desarrollo de un satélite es una actividad altamente intensiva en conocimiento en el que prácticamente un 50% del valor es intangible (horas-

⁶⁹ Noveno Congreso Argentino de Tecnología Espacial 2017 realizado en Córdoba, 26-28 de abril de 2017.

hombre Ingeniero) y cuya producción se realiza de una manera casi artesanal por unidad y a pedido del cliente.

Por lo tanto no existen economías de escala significativas que permitan automatización de procesos o producciones masivas que típicamente permiten una reducción del costo marginal por el producto.

Según surge del capítulo anterior las necesidades de conectividad irán creciendo sostenidamente y por lo tanto aumentará la construcción y lanzamiento de satélites.

Otros indicadores para establecer el crecimiento de la industria es el número de solicitudes de coordinación sometido a la UIT, lo cual representa un síntoma del constante crecimiento de la demanda de satélites.

También debemos citar la actualización de la lista de administraciones y organismos que controlan la explotación de estaciones espaciales, una información que se ha de proporcionar obligatoriamente con las notificaciones de redes de satélites.

En la Hipótesis planteada, sostenemos que es fundamental la “*Gestión por parte del Estado*”. Esto implica, proactividad por parte de los Gobiernos y una visión compartida a lo largo del tiempo con el objetivo de mejorar la competitividad de la plataforma satelital argentina y así incursionar en otros mercados con el negocio de la venta de tecnologías espaciales.

Esta implicancia tiene que ver con las características particulares que reviste la industria:

- La información de la economía espacial no es transparente y pública. Generalmente es secreta y confidencial.
- Hay muchos insumos y artefactos tecnológicos que están sujetos a regulaciones muy rigurosas por su carácter dual, es decir pueden ser usados para uso civil o defensa.
- Capitales Intensivos.
- Altos costos de entrada.
- Intervención del Estado en las dos puntas del negocio.
- No aplica la economía de escala.

- Largo plazo.
- Activos intangibles logrados a través de inversión en Investigación y desarrollo.
- Personal altamente calificado.
- Riesgos Altos.
- La calidad de los procesos y los elementos es un factor clave, porque las naves en vuelo no se reparan.

En este contexto es fundamental la intervención del Estado, para mejorar el financiamiento de los proyectos y para realizar “Lobby”.

Esta condición es verificada en (Ramos, Marzo 2017, pág. 37) en una entrevista a los referentes de la industria satelital argentina de distintas organizaciones en los siguientes términos: “()...*Finalmente, de las entrevistas realizadas surge, como mencionamos antes, un consenso general sobre el rol determinante del Estado a la hora de vender satélites, servicios de lanzamientos y otros productos de la “economía del espacio” en el exterior. Esto se comprende considerando que los gobiernos conforman una parte sustantiva de la demanda de dichos bienes y servicios, los cuales se transan en un mercado con una oferta altamente concentrada, donde las transacciones usualmente involucran valores millonarios, y los productos comercializados son hechos a medida y a menudo tienen una importancia estratégica para los países. Así las cosas, las decisiones de compra casi siempre se terminan definiendo en los niveles más altos del gobierno. En este sentido, la posibilidad de exportar de la industria aeroespacial depende no solamente de los precios, nivel tecnológico y gestiones comerciales de las empresas locales, sino también del esfuerzo llevado adelante por las cancillerías y las presidencias del país oferente. Por lo que hemos recogido en el trabajo de campo, la efectividad de las relaciones diplomáticas en el caso argentino, si es que las hubo, ha sido muy escasa, ya que el país no ha logrado exportar tecnologías vinculadas a la “economía del espacio” aún...*”

Asimismo con respecto al financiamiento la obra citada destaca: “*En adición a las gestiones diplomáticas recién mencionadas, otro factor condicionante para la*

exportación es la presencia o ausencia de mecanismos de financiamiento a largo plazo para los compradores. Es así que en el caso de INVAP, durante las entrevistas realizadas, hemos recibido comentarios acerca de la pérdida de posibilidades de venta de satélites debido a la falta de este complemento financiero y la desventaja competitiva al enfrentarse con rivales que poseen un fuerte respaldo financiero por parte de sus gobiernos para promover estas gestiones comerciales.”

A modo de síntesis, el sector espacial argentino cuenta con capacidades competitivas a nivel tecnológico en el ámbito de los satélites geoestacionarios, suspendidas por una falta de acompañamiento por parte del Estado en tres áreas fundamentales:

1. Ausencia o debilidad de gestiones diplomáticas eficientes,
2. Carencia de respaldo financiero para la venta de productos y servicios en el exterior y;
3. Las discontinuidades presupuestarias que afectan el proceso de aprendizaje y desarrollo tecnológico en esta industria.

En conclusión, suspender o interrumpir el proceso de desarrollo del sistema satelital geoestacionario, podría ser considerado como la pérdida de una oportunidad. Económicamente el costo de oportunidad de una inversión es el valor descartado debido a la realización de la misma o también el coste de la no realización de la inversión.

Capítulo IV: Conclusión

Resumen de la Investigación

Mi idea fue hacer un análisis histórico a nivel global y como fueron los comienzos en Argentina, para entender las principales infraestructuras, empresas, organismos, centros de investigación y producción de tecnologías espaciales. En tal sentido, en Argentina proliferan distintas organizaciones capaces de producir tecnologías espaciales.

Dentro de todas ellas, los sistemas satelitales geoestacionarios conforman un enlace fundamental en las comunicaciones a distancia, teniendo en cuenta que permiten entregar servicios de telecomunicaciones a regiones y localidades aisladas o de difícil acceso y zonas donde el sector privado no ofrece cobertura por razones técnicas o porque su despliegue resulta económicamente inviable.

También uno de los objetivos principales de la tesis es difundir ideas, conceptos y datos precisos sobre las capacidades instaladas y las potencialidades que tenemos en la Argentina en la industria espacial, y su impacto en temas de política, economía y conectividad.

En un país como Argentina es necesario el crecimiento sostenido de los distintos soportes de conectividad territorial a nivel nacional. Vivimos en la Sociedad del Conocimiento, la infraestructura en telecomunicaciones será fundamental para aumentar la competitividad de las diversas regiones del país. En este contexto la pisada del satélite relativiza todas las distancias.

El objetivo principal de este trabajo fue sostener la conveniencia de seguir invirtiendo recursos y aportando gestión por parte del Gobierno, con el objeto de continuar desarrollando el sistema Satelital Geoestacionario Argentino. Las principales razones fueron desarrolladas:

- La rentabilidad económica del proyecto: Analizando el mercado local y regional y los tres posibles escenarios con respecto al comportamiento de los fondos desembolsados y los posibles ingresos del ARSAT-3.

- Haciendo mención a su impacto en materia de conectividad: el rol estratégico ARSAT, como un facilitador de redes fundamental para conectar un país geográficamente tan grande como Argentina.
- La presentación de los satélites HTS como un medio efectivo para incrementar la conectividad, la cual tiene relación directa con el desarrollo económico, tal cual se desprende de los casos: Colombia, México, Chile, Ecuador y Perú.
- Analizando el tejido tecnológico que se encuentra por debajo de los grandes jugadores locales de la industria espacial.
- Destacando la importancia del “*Know How*” y el “*Know Who*” adquirido en la materia, encuadrando el conocimiento como un activo estratégico que tiene externalidades positivas en otras industrias.
- Las implicancias de las tecnologías espaciales y las redes de telecomunicaciones satelitales con la Seguridad y la Defensa Nacional.
- La importancia del uso efectivo y racional de las posiciones orbitales asignadas a la República Argentina.
- Destacar la importancia de gobernar una red de telecomunicaciones para exportar intangibles desde la industria de contenidos de televisión. Entendemos que los satélites con “Footprint” en Latam serán fundamentales para brindar un servicio de *Broadcast* en extensas áreas donde los generadores de contenidos podrán ubicar comercialmente sus contenidos.

Recomendaciones:

Sobre la base de mi experiencia profesional y la materia investigada, realizo una serie de recomendaciones o líneas de acción para establecer una estrategia. La política de Estado debería consensuarse con los distintos sectores políticos, para que los proyectos sean sustentables y sostenibles en el tiempo. Una Ley inviable para el gobierno venidero no es una política de Estado.

- 1) Habiendo trabajado 7 años en ARSAT, entiendo que la gestión y el funcionamiento de la empresa deben desacoplarse de la coyuntura política argentina. He constatado que los cambios a nivel ministerial/gobierno repercuten en forma directa en el *management* de la empresa. Bajo todos los signos, los cambios políticos implicaron sustituciones abruptas del Directorio, el Presidente, y las Gerencias esenciales para el desenvolvimiento de la compañía, como podrían ser el CEO, CFO, COO, CLO y otras áreas importantes.

Estos cambios ocurren a nivel gerencial y con relación a los mandos medios también. Estas reglas de juego, son aceptadas por todos e implican que cuando asumen sus funciones y responsabilidades, la visión es siempre a corto y mediano plazo. Hay que considerar, también un periodo de aprendizaje y adaptación de los funcionarios a cargo que -según mi entender- dura un año. Todo esto sin importar las competencias y el profesionalismo que muchos funcionarios ostentan previamente a asumir sus funciones.

- 2) Teniendo en cuenta el punto anterior y las características internacionales de la industria espacial es fundamental establecer la seguridad jurídica en la materia con la intención de generar inversiones y así lograr que ingresen al país capitales y nuevas tecnologías.

En tal sentido la ley 27.328 de contratos de Participación Público-Privada (PPP), es una herramienta fundamental para atraer inversiones que empujen los diversos sectores productivos de la Argentina.

Según el decreto 118/17, el régimen apunta a "desarrollar proyectos en los campos de infraestructura, vivienda, actividades y servicios, inversión productiva, **investigación aplicada y/o innovación tecnológica**". (Lo destacado me pertenece).

También debo mencionar que el estatuto social permitiría a ARSAT asociarse con otros actores de las cadenas de valor internacionales de la industria espacial para afrontar nuevos proyectos. Asociarse con terceros sería una herramienta muy importante para acelerar los procesos y para la adquisición de nuevas tecnologías espaciales.

- 3) Más allá de las cuestiones tecnológicas, las responsabilidades y los servicios a cargo, ARSAT podría asumir un nuevo rol o una nueva visión a futuro. En este punto me baso en las ideas del Dr. Daniel Ryan del ITBA el cual en numerosos trabajos relaciona directamente la ciencia y la política. Destaca la importancia de ciertas instituciones y actores que actúan en la intersección entre la ciencia y la política pública: "*boundary organizations*" -"organizaciones puentes" o de "*knowledge brokers*", los cuales funcionarían como catalizadores del conocimiento. En términos del Dr. Ryan: "(...)...Este tipo de actores se caracterizan por actuar como facilitadores y articuladores de las necesidades y lógicas propias del mundo de la ciencia y de la política, trabajando con distintas disciplinas, campos temáticos y sectores y facilitando la coproducción del conocimiento entre investigadores y usuarios de los resultados de la investigación....". Las técnicas, las capacidades tecnológicas y el profesionalismo adquiridos en ARSAT, podrían transferirse a universidades, centros de investigación, empresas, organismos del Estado, etc.

A tales fines, crearía una "*Unidad de Vinculación*" dentro de ARSAT que tendría la función de ser un "*Brooker del Conocimiento*" que fomente el intercambio de información con otras organizaciones incipientes, la innovación, intercambio de experiencias, cursos específicos, etc.

4) Creación de una Agencia Espacial. Argentina tiene una historia y capacidades tecnológicas certificadas y en funcionamiento en la industria. Es fundamental una estrategia a largo plazo y coordinación de los diversos actores: Empresas, Organismos de Gobierno, proveedores, instituciones científicas por una agencia u organismo nacional. Dicho órgano técnico debería contemplar los distintos intereses y fijar prioridades. Esta agencia tendría la responsabilidad de recabar información a nivel nacional e internacional. Debemos implementar un tablero de control y fomentar la colaboración a nivel científico, estatal e industrial con el objetivo de sostener y continuar potenciando las capacidades científico-tecnológicas existentes en ARSAT, INVAP, CEATSA, CONAE, VENG y otros organismos y empresas PYMES que han participado de los dos primeros proyectos de satélites geoestacionarios de Latinoamérica.

5) Para que la industria espacial latinoamericana sea sustentable y mitigar riesgos, es fundamental una integración regional para potenciar las capacidades en forma conjunta. Brasil, México y Argentina deben liderar este proceso e incluir a los demás países. Todo ello para generar mayor competitividad de la región y para multiplicar los servicios.

La integración regional es fundamental según se depende de: *“()...A su vez, como ocurrió en otras industrias, se ha ido produciendo un proceso de fragmentación geográfica de la cadena productiva, en parte gracias al incremento del número de misiones espaciales conjuntas entre distintos países y/o agencias espaciales. La profundización en las cadenas globales de valor se ha direccionado en tres dimensiones: la geográfica (cada vez se involucran más países en la producción y provisión de bienes y servicios vinculados a la “economía del espacio”), la sectorial (crecientemente dichos productos y servicios se fabrican en procesos articulados global o regionalmente), y la funcional (dicha articulación, aunque de manera más incipiente, también abarca a los procesos de I+D e innovación).”* (Ramos, Marzo 2017, pág. 14)

Debería elevarse la cuestión a Cancillería y así establecer la temática en las diversas agendas bilaterales y multilaterales.

Recordemos que el Estado siempre está en los dos extremos de la industria espacial. Cuando la OECD analiza los distintos productos y servicios ofrecidos por la industria espacial, la participación pública no es tan considerable en el caso de los países cuyas industrias ya se encuentran desarrolladas (OECD, 2014, pág. 18). En tal sentido, será fundamental agregar capitales y tecnologías del sector privado para potenciar las capacidades arraigadas en Argentina.

En este punto me remito al caso europeo. Deberíamos formar consorcios para abordar proyectos más ambiciosos que mejoren la matriz productiva latinoamericana y al mismo tiempo aportar soluciones de conectividad concretas. Llego a esta recomendación teniendo en cuenta el caso de Intelsat, Eutelsat e Imarsat: en un principio pertenecían al Estado, más luego fueron consorcios mixtos y luego empresas transnacionales.

El conglomerado de empresas e instituciones que aportan a la industria espacial debe capitalizarse a nivel regional, Argentina podría liderar la región, para ellos sería fundamental establecer la cooperación de los distintos Estados. Llego a esta idea teniendo en cuenta el ejemplo de Europa que en 2007 logró consensuar una política regional generando la competitividad y sustentabilidad de las distintas empresas aeroespaciales desde cada uno de los países. Todos estos operadores están integrados verticalmente y horizontalmente, generando sinergias e interoperabilidad que se plasman en los distintos programas espaciales, de investigación, o infraestructuras necesarias para proveer soluciones a la región.

Aparte de la red de satélites geoestacionarios y proyectos espaciales conjuntos, misiones tripuladas, uno de los principales logros fue el desarrollo del sistema de navegación (GPS) denominado “Galileo”.

Todo ello se logró sobre la base de la creación de agencias espaciales nacionales y un órgano rector denominado Agencia Espacial Europea. Si bien estamos hablando de un tema netamente tecnológico/científico para plasmar todos estos resultados fue necesaria una gran vocación y una determinación política para generar todos estos resultados.

En síntesis: Es inviable que Argentina tenga éxito en forma aislada en la industria espacial.

Bibliografía:

- Association, S. I. (s.f.). *The Satellite Industry Association (SIA)*.
Obtenido de <http://www.sia.org/wp-content/uploads/2017/07/SIA-SSIR-2017.pdf>
- Baker, D., *The Rocket. The History and Development of Rocket and Missile Technology*, New Cavendish Books, Lóndres, 1978.
- BBC. (9 de agosto de 2017). *BBC*.
Obtenido de <http://www.bbc.com/news/science-environment-20781625>
- Bezchinsky, G. R.-G. (octubre 2007). “*Economía del Conocimiento, Innovación y Políticas Públicas en la Argentina*”. Escuela de Política y Gobierno - Univerisad de San Martín.
- Blat, C. E.-J. (2017). *PLAN DE ÓRBITA 2.0 - MAPA DE RUTA DEL SECTOR ESPACIAL MEXICANO*. Ciudad de México.
- Carrillo Jorge y Hualde Alfredo “*Potencialidades y limitaciones de sectores dinámicos de alto valor Agregado*”
- Castejón, L. (2016). En C. d. Latina., “*Conectividad de banda ancha mediante satélites de nueva generación y su contribución al Desarrollo Digital de América Latina*”. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación.
- Chudnovsky Daniel: “*El contexto Económico en la nueva adopción de Tecnologías*” Revista del derecho Industrial. Año 1989
- Drewes Lorena y Rus Guillermo “*Sector Espacial Argentino. Instituciones Empresas y Desafíos*”. 1ed. Agosto de 2014.

- Dungan T. D. *V-2: A Combat History of the First Ballistic Missile (Weapons in History)* Hardcover – October 4, 2005
- García, E. P.-F. (Diciembre de 2014). *“El desarrollo del mercado audiovisual en Argentina: una industria de exportación”*. CABA.
- Hualde Alfredo y Carrillo Jorge. Con la colaboración de Ricardo Domínguez. *“Diagnóstico de la industria aeroespacial en Baja California. Características productivas y requerimientos actuales y potenciales de capital humano”*.
- López Andrés - Pascuini Paulo - Ramos Adrián *“Al Infinito y Más Allá- Una Exploración sobre la Economía Espacial en Argentina”* IIEP-BAIRES (UBA- CONICET) Marzo, 2017
- Nochteef Hugo *“El nuevo paradigma tecnológico y la asimetría Norte-Sur”*.
- OECD, T. S. (2014). *The Space Economy at a Glance*. En *The Space Economy at a Glance 2014*, OECD Publishing.
- (P.E.N.), D. 2. (s.f.). *Infoleg*.
Obtenido de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do;jsessionid=66670758A9C609FEF70AAD4294818497?id=207407>
- Libro: *Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035 Una visión, Una Realidad, Un legado*. Publicado por ARSAT en el año 2015.
- *Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035, Anexo Ley 27.208 (2015)*. *Space News*. (9 de agosto de 2017).
Obtenido de <http://spacenews.com/32557french-helios-2b-spy-sat-sends-back-first-test-images/>

- Ramos, A. L.-P.-A. (Marzo 2017). "*Al infinito y más allá - Una Exploración sobre la Economía Espacial en Argentina*". CABA: IIEP-BAIRES (UBA- CONICET).
- Santos-Reyes, A. S.-S.-J. (Ejemplar 14. Enero-junio de 2016). *DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SATÉLITES*. ESIME, Zacatenco, Instituto Politécnico Nacional, 5.
- *TELAM*. (s.f.).
Obtenido de <http://www.telam.com.ar/notas/201705/187905-brasil-tiro-satelite-espacio.html>
- Web, R. E. (9 de agosto de 2017).
Obtenido de <http://www.russianspaceweb.com/Cosmos-2504.html>

Páginas Web:

- www.invap.com.ar
- [Anexo Ley 27.208 Ley de Desarrollo de la Industria Satelital
http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/254823/ley27208.pdf](http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/254823/ley27208.pdf)
- <http://www.historiasiglo20.org/TEXT/versalles2.htm>
- <http://www.lasegundaguerra.com/viewtopic.php?t=13258>
- <https://www.apuntesdehistoria.net/operacion-paperclip/>
- https://www.biografiasyvidas.com/biografia/b/braun_von.htm
- https://www.clarin.com/viajes/peenemunde-museo-cohetes-segunda-guerra-mundial_0_Hk5DLvbS-.html
- <http://www.lagaceta.com.ar/nota/205558/actualidad/perra-laika-murio-calor-panico-siete-horas-despues-viajar-al-espacio.html>
- <http://www.paralibros.com/passim/p20-spc/pg2069ap.htm>
- www.conae.gov.ar
- <http://www.satmagazine.com/story.php?number=768488682>
- http://vc.airvectors.net/tamrc_06.html

- <https://www.nasa.gov/topics/technology/features/telstar.html>
- <https://www.nasa.gov/topics/technology/features/telstar.html>
- http://space.skyrocket.de/doc_sdat/anik-a.htm
- <http://space.jpl.nasa.gov/msl/Programs/westar.html>
- http://space.skyrocket.de/doc_sdat/marisat-1.htm
- www.arsat.com.ar
- <https://orbitasinchronicageoestacionaria.wikispaces.com/LA+ORBITA+GEOESTACIONARIA>
- http://centros.edu.xunta.es/iesoteropedrayo.ourense/dptos/fq/2_BACH_FIS/tema_01_gravitacion.pdf
- <http://aulasat.wikispaces.com/Satelites+y+orbitas>
- <https://ciudadanomurdoch.wordpress.com/2011/11/25/murdoch-y-la-tv-por-satelite/>
- <https://www.itu.int/itu-news/manager/display.asp?lang=es&year=2008&issue=03&ipage=Arthur-C>
- <https://orbitasinchronicageoestacionaria.wikispaces.com/LA+ORBITA+GEOESTACIONARIAAlarke&ext=html>
- <https://storify.com/david1394/la-historia-de-los-satelites>
- <http://www.edupedia.ec/index.php/temas/geografia/del-ecuador/espacio-aereo-orbita-geoestacionaria>
- <https://www.aero.upm.es/departamentos/economia/investiga/informe2003/archivos.html/4.9.htm>
- <http://www.astronoo.com/es/articulos/orbita-geoestacionaria.html>
- https://cronicaglobal.lespanol.com/economia/social-economia/sener-participa-en-el-diseno-de-un-dispositivo-para_68583_102.html
- http://www.catalonia.org/cartografia/Clase_10/Orbitas_Satelitarias.html
- <https://es.slideshare.net/jeysonezrt/sistema-de-comunicacionesviasatelite1>
- <http://www.itu.int/es/pages/default.aspx>
- <http://www.sia.org/wp-content/uploads/2016/06/SSIR16-Pdf-Copy-for-Website-Compressed.pdf>
- <http://www.euroconsult-ec.com/>
- <http://www.infoleg.gob.ar/>
- <https://www.hispamar.com.br/frota-de-satelites/amazonas-3>

- <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do;jsessionid=7CC9C5889F050E363C4E4275EA773?id=207407>
- <http://www.lanacion.com.ar/2038169-arsat-confirma-que-vendio-toda-la-capacidad-del-satelite-arsat-2>
- <http://www.laprensa.com.ni/2016/09/24/economia/2105440-tecnologia-satelital-hts>
- <https://definicion.de/mbps/>
- <http://www.gilat.com/wp-content/uploads/2017/02/Gilat-Webinar-HTS-HTS-Revolution-is-Here-with-NSR.pdf>
- <http://www.lanacion.com.ar/2044685-controversia-por-la-possible-asociacion-de-arsat-con-una-empresa-norteamericana>
- <http://www.telam.com.ar/notas/201705/187905-brasil-tiro-satelite-espacio.html>
- <http://www.russianspaceweb.com/Cosmos-2504.html>
- <http://spacenews.com/32557french-helios-2b-spy-sat-sends-back-first-test-images/>
- <http://www.bbc.com/news/science-environment-20781625>
- <http://spacenews.com/op-ed-recent-policies-position-statements-bring-promise-of-new-era-of-space-superiority/>
- <http://www.lanacion.com.ar/1894093-talento-argentino-la-exportacion-que-no-pasa-por-la-aduana-los-servicios-del-conocimiento-ganan-terreno-en-la-economia>
- <http://www.broadbandcommission.org/commissioners/Pages/helu.aspx>
- <http://www.perfil.com/columnistas/que-no-se-corte-eh.phtml>
- https://www.clarin.com/opinion/internet-rapido-furioso_0_H1wjedYw-.html
- [Networked Readiness Index \(NRI\)](#), medido anualmente por el Foro Económico Mundial desde 2001, mide la capacidad de los países para aprovechar las oportunidades que ofrecen las TIC.
- file:///C:/Users/aterrera/Downloads/el_sector_espacial_argentino_2013.pdf
- <Http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/WBI/WBIPROGRAMS/KFDLP/0,,contentMDK:20269026~menuPK:461205~pagePK:64156158~piPK:64152884~theSitePK:461198,00.html>
- <http://www.mincyt.gob.ar/post/descargar.php?idAdjuntoArchivo=40409>
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/celeste/kepler3/kepler3.html>