



*Ministerio de Ciencia, Tecnología  
e Innovación Productiva*

**PROGRAMA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA IV  
(AR-L1181): COMPONENTE PROYECTOS PARA EL  
DESARROLLO DE SECTORES EMERGENTES (PDSE)**

**PERFIL DE PROYECTO: DESARROLLOS SATELITALES  
(PDSE SATÉLITES)**

**Agosto 2016**

## Contenido

<b><u>1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN .....</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b><u>2. INTERVENCIÓN PROPUESTA.....</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b><u>3. OBJETIVOS, LÍNEAS DE ACCIÓN Y COMPONENTES.....</u></b>	<b><u>6</u></b>
<b><u>4. IMPACTOS, RESULTADOS Y PRODUCTOS ESPERADOS .....</u></b>	<b><u>11</u></b>
<b><u>5. COSTOS .....</u></b>	<b><u>12</u></b>
<b><u>6. RIESGOS .....</u></b>	<b><u>13</u></b>
<b><u>7. SOSTENIBILIDAD .....</u></b>	<b><u>14</u></b>
<b><u>8. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN Y EJECUCIÓN .....</u></b>	<b><u>14</u></b>
<b><u>9. ACTORES CLAVE.....</u></b>	<b><u>17</u></b>
<b><u>10. MATRIZ DE RESULTADOS.....</u></b>	<b><u>18</u></b>
<b><u>ANEXO I - DETALLE DE PARTES .....</u></b>	<b><u>19</u></b>
<b><u>ANEXO II – DETALLE DE INVESTIGACIONES .....</u></b>	<b><u>25</u></b>
<b><u>ANEXO III - ANÁLISIS ECONÓMICO .....</u></b>	<b><u>30</u></b>
<b><u>ANEXO IV – ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD.....</u></b>	<b><u>35</u></b>

## **ABREVIATURAS**

AAENDE	Asociación Argentina de Ensayos No Destructivos y Estructurales
ANPCYT	Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica
ARSAT	Empresa Argentina de Soluciones Satelitales Sociedad Anónima
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAN	Controller Area Network
CAPP(s)	Consortio(s) Asociativo(s) Público Privado
CArAE	Cámara Argentina Aeronáutica y Aeroespacial
CDR	Critical Design Review
CETT	Centro Espacial Teófilo Tabanera
CONAE	Comisión Nacional de Actividades Espaciales
CPU	Unidad Central de Procesamiento
CTSat	Consejo Tecnológico para el Desarrollo Satelital
DC-DC	Convertidor de Corriente Continua
EBW	Electron Beam Welding
EEUU	Estados Unidos
EOL	Fin de Vida Útil
EQM	Engineering Qualification Model o Modelo de Calificación.
FOB	Free On Board o Libre a Bordo
FONARSEC	Fondo Argentino Sectorial
FSW	Friction Stir Welding
FTS	Flight Termination System FTS.o Sistema de Finalización de Vuelo
GEO	Órbita Geoestacionaria
GNC	Gas Natural Comprimido
GNSS	Sistemas Globales de Navegación por Satélite
I+D	Investigación y Desarrollo
I/O	Input/Output o Entrada/Salida
ITAR	International Traffic Arms Regulations
IW	Inertial Welding
LEO	Low Earth Orbit u Órbita Terrestre Baja
MinCyT	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación Argentina
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OBC	Computadora de a Bordo
PDR	Preliminary Design Review
PDSE	Proyecto de Desarrollo de Sectores Emergentes
PyMEs	Pequeñas y Medianas Empresas
RAM	Memoria de Acceso Aleatorio
RF	Radiofrecuencia

ROM	Memoria de Sólo Lectura
RRHH	Recursos Humanos
SAOCOM	Satélite Argentino de Observación con Microondas
SAR	Radar de Apertura Sintética
SARE	Satélites de Alta Resolución
SOC	System-on-a-chip
SRR	System Requirement Review
SSPCTIP	Subsecretaría de Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva
UNLP	Universidad Nacional de La Plata
USD	Dólar Estadounidense

## **1. Antecedentes y Justificación**

Un Estado moderno que requiere una administración ágil y eficiente de sus recursos, que desee asegurar el bienestar y calidad de vida de su población, optimizar su desarrollo económico, explotar sus recursos en forma sustentable y preservar sus riquezas para las generaciones futuras, debe, entre otras cosas, lograr el dominio completo de las tecnologías espaciales. En este marco de desarrollo espacial, Argentina, del mismo modo que los principales países del mundo con planes avanzados de acceso al espacio, debe poder construir y poner en marcha sus satélites.

El camino hacia el dominio de esta tecnología, que requiere de conocimientos y desarrollos avanzados y del cumplimiento de estrictas normas de calidad, empuja a los ámbitos científicos, técnicos e industriales hacia altos niveles de excelencia que luego se propagan a otros sectores. Dadas las características particulares del sector espacial en cuanto al alto riesgo tecnológico y elevada inversión asociada, obliga a los sectores públicos su promoción a fin de generar mayor involucramiento del sector privado, generando un ecosistema de desarrollo balanceado y fomentando la generación de conocimiento y mayores externalidades asociadas.

Los resultados de la aplicación de nuevas tecnologías en todos los países que tienen actividades espaciales significativas, han impulsado desarrollos de muy alto valor agregado en su cadena productiva. Argentina se encuentra en dicho grupo selecto de países proponiéndose el desafío de continuar avanzando en el sector dando lugar a su consolidación como “País Espacial” al mismo tiempo que apuntando al crecimiento y creación de nuevas empresas.

### **1.1. Antecedentes**

En términos agregados, la industria satelital mundial en su conjunto, medida por sus ventas<sup>1</sup>, 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. Sin embargo, el resto de los países viene creciendo en relación a su participación para los años referidos. De hecho, 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%.

La industria satelital en su conjunto está compuesta por 4 subsectores:

---

<sup>1</sup> Fuente: SIA. Satellite Industry Report 2015.

(I) Servicios satelitales. Es el segmento más grande. Sus ventas aumentaron un 4% en 2014 con respecto al año anterior. Los servicios a consumidores<sup>2</sup> son el principal factor propulsor de la industria satelital. Los servicios satelitales comprenden todas las prestaciones que estos pueden brindar. Se clasifican según su finalidad en: servicios para consumidores, fijos, móvil, y observación de la Tierra. El segmento consumidor -TV, radio y banda ancha satelital- domina el mercado; mientras que observaciones de la Tierra, tiene el menor peso relativo dentro de la actividad.

(II) Fabricación de satélites. La fabricación de satélites se encuentra ampliamente dominada por 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<sup>3</sup>. 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<sup>4</sup> (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<sup>5</sup> lanzados constituyen el 63% del total, aunque representaron menos del 1% del total de las ventas, siendo su finalidad la observación de la Tierra<sup>6</sup>. Los satélites para comunicaciones representaron el 33% de las ventas realizadas, mientras que la vigilancia militar dio cuenta del 38% de los ingresos generados.

(III) Industria de lanzamiento. Comprende todas aquellas actividades relacionadas con la puesta en órbita de los satélites. El número de lanzamientos comerciales a nivel mundial en 2014 fue de 73, mientras que en el 2013 se realizaron 62 lanzamientos. Las ventas de estos servicios aumentaron un 9% a nivel mundial en 2014 comparado con el año anterior, cuyas ventas habían disminuido un 7%. Estas ventas provinieron especialmente de una mayor cantidad de lanzamientos de satélites comerciales de Europa y EEUU. Estados Unidos posee la participación más importante en los ingresos generados por lanzamientos comerciales (41%), con un 34%

---

<sup>2</sup> Los servicios a consumidores incluyen la TV, radio y banda ancha satelital, así como los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) autónomos y en sistemas "in-vehicle".

<sup>3</sup> OECD, 2014. Los ingresos de esta actividad son registrados en el año en que se realiza el lanzamiento.

<sup>4</sup> Geostationary orbit u órbita geoestacionaria.

<sup>5</sup> Los CubeSats son un tipo de satélites desarrollados principalmente por universidades e institutos de investigación para el testeo de desarrollos (componentes) para la sector espacial o para cierto tipo de investigación en esa área. No requieren gran inversión, ya que sus componentes son del mismo tipo utilizados para la industria electrónica comercial, su tamaño es muy pequeño (en general de 10x10x11.35 cm) así como su masa (que puede llegar a pesar hasta 10 kg) y están destinados a la órbita baja terrestre (LEO).

<sup>6</sup> No se incluyen aquí los satélites construidos por el gobierno ni las Universidades siendo estas últimas las pioneras y principales productoras de los CubeSats. De hecho, actualmente, las empresas desarrolladoras de este tipo de tecnologías, presentan diferencias en cuanto a los tradicionales CubeSats.

provinendo de satélites lanzados por el propio gobierno de EEUU<sup>7</sup>. Las órdenes de compra de servicios para lanzar satélites en 2014 sumaron un total de 22, contra las 32 de 2013. El 50% de estas órdenes fueron ganadas por EEUU, lo que denota un incremento del 83% con respecto a las ganadas el año anterior. Los proveedores de Rusia experimentaron un descenso marcado en las órdenes ganadas debido a falta de confianza y el conflicto con Ucrania<sup>8</sup>.

(IV) Equipo terrestre. Los ingresos de este sector aumentaron un 5% en 2014, donde el aumento se dio en el equipamiento de redes<sup>9</sup> y a consumidores mientras que el consumo de Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) permaneció estable<sup>10</sup>.

## **1.2. Justificación**

La Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) es por Decreto de creación<sup>11</sup> “el organismo del Estado Nacional con capacidad para actuar pública y privadamente, en los órdenes científico, técnico, industrial, comercial, administrativo y financiero y con competencia para proponer las políticas de promoción y ejecución de las actividades en el área espacial con fines pacíficos en todo el ámbito de la República Argentina”.

Por dicho Decreto se asigna a la CONAE la misión de proponer y ejecutar un Plan Espacial Nacional, que tiene el carácter de Plan Estratégico para las actividades espaciales y que en el año 2005 fue establecido como política de prioridad nacional<sup>12</sup>.

El objetivo fundamental del Plan Espacial Nacional es el del desarrollo del conocimiento y la tecnología en el campo espacial necesarios para que los sectores sociales, económicos y productivos del país tengan acceso a la información y avance tecnológico de dicho origen para incrementar su productividad y competitividad, impulsar el desarrollo de la industria nacional y, ampliar su ámbito de participación a nivel internacional con el aporte de alto valor agregado en su cadena productiva.

En el presente año el Poder Ejecutivo Nacional dispuso que la CONAE pase a funcionar conservando todas sus funciones y estructura bajo la órbita del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCyT)<sup>13</sup>.

---

<sup>7</sup> OECD, 2014.

<sup>8</sup> OECD, 2014.

<sup>9</sup> El equipamiento de redes incluye las plataformas de comunicación, Monitoreo Satelital (VSAT), Centro de Control de la Red (NOCs) y el equipo para la captación electrónica de noticias (SNG).

<sup>10</sup> OECD, 2014.

<sup>11</sup> Decreto Nro. 995/91, Creación de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales.

<sup>12</sup> Decreto Nro. 532/05.

<sup>13</sup> Decreto Nro. 242/16.

Tres factores han gravitado en la creación de la industria satelital en la Argentina: la actividad espacial previa, el conocimiento adquirido de técnicos e ingenieros argentinos y, la política de Estado que apuntala al sector a través de la ejecución del Plan Espacial Nacional, específicamente a través del Curso de Acción “Sistemas Satelitales” el cual establece la estrategia de promoción de las misiones satelitales propias.

En relación a la existencia de una industria espacial previa, la CONAE lleva desarrolladas cuatro misiones satelitales, SAC-A, SAC-B, SAC-C y SAC-D/Aquarius, todos con su unidad de control en el Centro Espacial Teófilo Tabanera (CETT)<sup>14</sup> de la agencia espacial.

Para el desarrollo de sus satélites, la CONAE ha contratado a INVAP, sociedad del Estado de la provincia de Río Negro, dedicada al diseño y construcción de sistemas tecnológicos complejos. INVAP posee actualmente más de 40 años de trayectoria en el mercado nacional y un cuarto de siglo en el ámbito internacional.

En el sector de la tecnología espacial, INVAP es la única empresa argentina calificada por la NASA<sup>15</sup> para la realización de proyectos espaciales y ha demostrado su capacidad para el diseño y construcción de satélites de observación de la Tierra. INVAP se encarga del diseño, fabricación, montaje, integración de plataformas y, cargas útiles satelitales. INVAP también fue seleccionada por ARSAT<sup>16</sup> como su principal contratista para sus satélites.

Respecto de las PyMEs específicas del sector satelital, las mismas actúan como proveedores de partes e insumos principalmente de INVAP, existiendo alto potencial de crecimiento del sector asociado al desarrollo de nuevos componentes y partes nacionales. Es en este sector específico donde el impulso del sector público puede generar un importante crecimiento a través de acuerdos colaborativos como el que se presenta en este documento.

Respondiendo a la necesidad de implementar el Plan Espacial Nacional, la CONAE se encuentra actualmente desarrollando la serie SAOCOM (Satélite Argentino de Observación con Microondas), satélites de 3 toneladas que portarán complejos radares de apertura sintética (SAR) y cuyas antenas, una vez desplegadas, alcanzarán los 10 metros de longitud y 35 metros<sup>2</sup> de superficie activa. El objetivo principal de esta misión es la observación de la tierra por medio de microondas, para la optimización de las actividades socio económicas y estudios científicos. El principal beneficio de la utilización de las

---

<sup>14</sup> Ubicado en la provincia de Córdoba.

<sup>15</sup> National Aeronautics and Space Administration (NASA) (USA).

<sup>16</sup> Empresa Argentina de Soluciones Satelitales Sociedad Anónima.



microondas es que su funcionalidad es independiente de la iluminación solar y no se ve afectada por la presencia de nubes en la atmósfera.

En paralelo a estos desarrollos satelitales monolíticos, la CONAE está avanzando en el desarrollo de una nueva serie de satélites y también lanzadores, que cambiarán la presencia en el espacio del país. Estos nuevos satélites, denominados SARE (Satélites de Alta Revisita), tendrán la característica de ser satélites livianos empleando el concepto de arquitectura segmentada, es decir, una constelación de satélites intercomunicados cuyos instrumentos funcionan como uno solo, con la capacidad de adaptarse rápidamente ante nuevas circunstancias o requerimientos que no estaban previstos durante la concepción inicial del sistema. Esto es una diferencia esencial con los satélites tradicionales, que congelan sus características de diseño pero tardan entre 6 y 10 años entre su concepción y puesta en operación. Un conjunto de satélites trabajando en forma coordinada aumenta la confiabilidad de la constelación y crea un sistema adaptable que puede ser reparado, mejorado y expandido mediante la incorporación de más segmentos. Así, por ejemplo, usando un conjunto de satélites volando en formación será posible crear un radar de apertura sintética SAR que sea reconfigurable con las características requeridas por una variedad de misiones diferentes, desde un radar satelital hasta un localizador de objeto en movimiento.

Respecto del lanzador, la CONAE se encuentra en etapa de desarrollo de un lanzador para satélites de hasta 250 Kg para orbitas polares, denominado Tronador II, cuya construcción está en manos de la empresa estatal VENG S.A. dedicado a dar soporte a las actividades espaciales de la CONAE. Vale mencionar que actualmente sólo 10 países en el mundo cuentan con sistemas de lanzamiento propio.

El desarrollo del lanzador satelital Tronador II y luego el Tronador III se justifica en el hecho de que por la precisión de inyección requerida y por la disponibilidad que se requiere de los mismos, se hace necesario resolver el acceso al espacio con un lanzador propio.

## **2. Intervención Propuesta**

Teniendo en consideración que el desarrollo del sector espacial en general está asociado a políticas de estado de largo plazo, y si bien en los antecedentes planteados quedan enunciados los importantes logros de la industria satelital argentina, la misma se encuentra en una etapa de iniciación. De acuerdo a esto el presente Proyecto Estratégico “Desarrollo de Partes Nacionales para Satélites” propone apoyar el Plan Espacial Nacional, fomentando el crecimiento de las PyMEs especializadas del sector y generando nuevo conocimiento

científico, tecnológico e industrial, promoviendo así el crecimiento de la soberanía espacial argentina.

Se considera que esta intervención cuenta con valor estratégico y logístico, logrando sustitución de importaciones e independencia de tiempos de mercado para aprovisionamiento.

A su vez, dadas las condiciones de capacidad industrial y el potencial científico nacional, este proyecto cuenta con gran potencial técnico y económico para las PyMEs especializadas del sector. Asimismo, se espera abarcar un conjunto de desarrollos, diversificando los productos y disminuyendo así el riesgo de falla por la no concreción de alguno de ellos.

La industria nacional a fortalecer cuenta con las condiciones para su sustentabilidad, toda vez que existe una relación favorable entre el costo estimado para el desarrollo y los costos y volúmenes asociados a las provisiones recurrentes requeridas por el Plan Espacial Nacional.

Por último, se espera generar un efecto derrame en otras áreas industriales y productivas al potenciar la diversificación de cada desarrollo en cuanto a su evolución en nuevos productos dentro del área espacial o para otras industrias y su potencial exportador como producto cerrado.

Se adjunta como ANEXO III un análisis económico realizado en base a cada uno de los componentes a desarrollar.

### **3. Objetivos, líneas de acción y componentes.**

#### **3.1. Objetivo general**

Fortalecer la industria satelital nacional.

#### **3.2. Objetivo específico**

Generar capacidades para el desarrollo de partes nacionales de satélites a través de (I) el desarrollo de prototipos experimentales que actúen de base de conocimiento para su posterior producción final dentro del sector satelital, (II) el aumento de los niveles de generación de conocimiento científico específico del sector satelital, (III) el apoyo en las capacidades para la formulación y gerenciamiento de las actividades propias de este proyecto.

### **3.3. Líneas de acción**

#### **3.3.1. Línea 1: Desarrollo de prototipos experimentales**

Esta línea de acción consiste en el desarrollo de prototipos experimentales, su ingeniería de base y de detalle para la posterior producción final de partes para satélites y lanzadores, asociadas fundamentalmente al desarrollo de la Arquitectura Segmentada SARE.

Los productos a desarrollar en el marco de este proyecto fueron seleccionados en base a una serie de criterios relacionados con su aporte al Plan Espacial Nacional, principalmente a la arquitectura segmentada (programa SARE) y su despliegue en órbita (lanzadores Tronador II y III). Se tuvo en cuenta el monto total de la operatoria de manera que abarque un conjunto de desarrollos, diversificando los productos y diluyendo el riesgo de falla en la concreción de alguno de ellos.

Otro factor importante que se consideró es el valor estratégico y logístico dentro del Plan Espacial Nacional, esto significa poder definir los requerimientos específicos y controlar los tiempos de provisión e incluso manejar modificaciones de diseño y contingencias en el proceso de producción con mayor libertad y eficiencia.

También se consideró la factibilidad técnica, programática y presupuestaria, a partir de la madurez del sector industrial para estos desarrollos y la complejidad de los mismos.

Por último, se consideró el potencial de diversificación de cada desarrollo en cuanto a su evolución en nuevos productos dentro del área espacial o para otras industrias y su potencial exportador como producto cerrado.

En base a estos criterios, las partes seleccionadas son, entre otras, las siguientes:

- Componente 1: Gimbal
- Componente 2: Módulo de CPU para Computadora de a Bordo (OBC)
- Componente 3: Módulo de I/O para Computadora de a Bordo (OBC)
- Componente 4: Detonadores y Actuadores piro-mecánicos de Aplicación Espacial
- Componente 5: Baterías para Satélites

Se adjunta como ANEXO I un detalle técnico de cada uno de los componentes, de acuerdo a los requisitos de ingeniería requeridos por la CONAE.

### **3.3.1.1. Componente 1: Gimbal**

Este mecanismo es responsable de apuntar una antena de haz de apertura estrecha y de alta ganancia hacia otra antena (de un satélite o una estación terrena) durante la pasada en la que se establece el enlace de transferencia de datos de ciencia obtenidos por un satélite.

Las capacidades obtenidas mediante el desarrollo de estos mecanismos pueden ser utilizadas en otras aplicaciones para satélites (motores para giro de paneles solares, dispositivos para orientación de toberas) y en otras industrias como ser la energía solar o la robótica.

### **3.3.1.2. Componente 2: Módulo de CPU para Computadora de a Bordo (OBC)**

La computadora de a bordo es un componente clave de los satélites. La familia de computadoras propuesta cumple tanto las funciones de gestión de comandos y telemetría como las de almacenamiento de datos y control de actitud y órbita.

Mantener la provisión de la computadora de a bordo de las misiones nacionales es estratégico para poder sostener una industria espacial autónoma y competitiva, que pueda satisfacer las necesidades específicas de nuestro país y derivar en una actividad exportadora.

### **3.3.1.3. Componente 3: Módulo de I/O (entrada/salida) para Computadora de a Bordo (OBC)**

Los módulos de Entrada/Salida extienden las capacidades de la computadora de a bordo para realizar funciones genéricas, como medición de temperaturas, tensiones y corrientes, lectura de status, comandos de pulso, etc.

Los beneficios de este desarrollo redundarán en la capacidad de adquirir mayor independencia tecnológica, además de poder resolver provisiones problemáticas por temas de regulaciones de importación y exportación basadas en el ITAR<sup>17</sup>. Por otro lado, se dispondrá de tiempos de disponibilidad más controlados, lo cual permite independizarse de los tiempos de los proveedores internacionales.

### **3.3.1.4. Componente 4: Detonadores y Actuadores Piro-Mecánicos de aplicación Espacial**

Los dispositivos pirotécnico explosivos de uso espacial se utilizan en dos grandes familias de subsistemas: (I) Sistemas de terminación de vuelo,

---

<sup>17</sup> International Traffic Arms Regulations (ITAR),

encargados de interrumpir el vuelo del vehículo en caso de una falla catastrófica y de esta forma mantener seguras personas y bienes y (II) Sistemas de separación, despliegue y corte de estructuras y vínculos mecánicos.

### **3.3.1.5. Componente 5: Baterías para Satélites**

Los satélites utilizan, en su mayoría, energía provista por paneles solares. Durante un período de la órbita se pueden producir “eclipses” y se pierde la generación de energía por parte del panel solar. Durante estos períodos el satélite utiliza energía almacenada en una batería.

El proyecto consiste en desarrollar el proceso de integración de celdas para producir baterías para ser usadas en aplicaciones espaciales, y en particular para los satélites de la Arquitectura Segmentada.

### **3.3.2. Línea 2: Investigación de partes satelitales**

Desarrollar en el país la investigación, propiciando el aumento de los conocimientos científicos, tecnológicos e industriales y las innovaciones asociadas, necesarias para la fabricación de partes satelitales en concordancia al Plan Espacial Nacional.

En base a la madurez del sector y el potencial específico de cada área de investigación se han definido una serie de investigaciones orientadas a fin de promover la generación de estos nuevos conocimientos científicos y tecnológicos de aplicación en la industria satelital.

Las investigaciones seleccionadas son, entre otras:

- Recipientes Ultralivianos tipo V
- Pulvimetalurgia
- Material Carbón-Carbón

Se adjunta en el ANEXO II mayor detalle técnico de las investigaciones seleccionadas.

#### **3.3.2.1. Recipientes Ultralivianos tipo V**

Los tanques tipo V, 100% construidos en materiales compuestos reforzados con fibras, representan la evolución natural de las tecnologías actualmente utilizadas (tanques tipo III y tipo IV), y pueden lograr una disminución de un 25% con respecto a los tipo III, lo que genera una mayor capacidad de carga útil para el satélite.

En cuanto al impacto industrial de esta investigación debe mencionarse que esta tecnología es el estado del arte en cuanto a eficiencia en peso de

recipientes a presión, generando una base de conocimiento que en los próximos años se difundirá al almacenamiento de gases a presión para la industria del transporte.

### **3.3.2.2. Pulvimetalurgia**

El mayor atractivo de la Pulvimetalurgia es la capacidad de fabricar piezas de formas complejas con excelentes tolerancias y de alta calidad, a un costo relativamente bajo. En resumen, la Pulvimetalurgia toma polvos metálicos con ciertas características como forma, tamaño y empaquetamiento, densidad relativa, para luego crear una figura de alta dureza y precisión. La Pulvimetalurgia abarca las etapas que comprenden desde la obtención de polvos metálicos hasta las piezas acabadas.

### **3.3.2.3. Material Carbón-Carbón**

Los materiales compuestos carbono-carbono son aquellos en los que tejidos de fibras de carbono son impregnados con precursores derivados del petróleo, que al ser pirolizados permiten obtener un material 100% de base carbono, con bajo peso y alta resistencia mecánica. Una tercera propiedad es su muy alta resistencia térmica (pueden mantener sus propiedades mecánicas por encima de los 2000 °C), lo que hace a estos materiales ideales para su empleo en la industria aeroespacial para sistemas de protección térmica.

El propósito de esta investigación orientada es sentar las primeras bases de conocimiento en carbón-carbón para luego evolucionar en el futuro a la fabricación de piezas y transferencia tecnológica al sector industrial nacional.

### **3.3.3. Línea 3: Apoyo a las capacidades de formulación y gerenciamiento**

Con el objetivo de incrementar las capacidades de gestión, las que comprenden diseño, implementación, seguimiento y difusión, es necesario (I) apoyar al MinCyT dotándolo de personal con capacidad de gestión que participe en todo el ciclo de vida del proyecto, desde las primeras actividades de formulación hasta la implementación, monitoreo y evaluación, (II) la contratación de consultorías técnicas que brinden los insumos necesarios para las convocatorias, (III) organizar eventos y talleres de difusión, (IV) realizar piezas audiovisuales de difusión y adquirir material de promoción del proyecto y (V) contratar consultorías para el monitoreo del proyecto y para realizar auditorías al mismo.

#### **4. Impactos, Resultados y Productos Esperados**

De acuerdo a los objetivos definidos, a partir de este Proyecto Estratégico se espera incrementar las capacidades de la industria espacial argentina para dar respuesta a las necesidades del Plan Espacial Nacional. Este incremento debe estar asociado al volumen de mano de obra especializada del sector, al nivel de conocimiento científico e industrial, al volumen de partes nacionales en los satélites desarrollados, al volumen de exportaciones de partes y/o conocimientos del segmento satelital.

A través de los desarrollos de los prototipos y la generación de las ingenierías de base y de detalle a obtener como resultado de la ejecución del proyecto se espera contar con una sólida base a fin de poder fabricar productos que serán de aplicación directa tanto en los futuros satélites (proyectos SAOCOM y SARE) como en su despliegue en órbita a través del lanzador nacional (proyectos Tronador II y III). De este modo, se espera que las empresas vinculadas a este Proyecto Estratégico se transformen en proveedores de la CONAE y/o de INVAP en el desarrollo de los servicios satelitales.

Además de estos productos, se espera que las empresas que los desarrollen adquieran una capacidad de desarrollo y evolución sobre los mismos que les permita diversificar esta oferta, ya sea con alternativas evolutivas de estos productos o con nuevos productos dentro de estas líneas de desarrollo.

Por otro lado, este proyecto le permitirá a la Argentina tener un mayor control sobre las especificaciones y los tiempos de provisión de los productos involucrados, al margen del ahorro de divisas y el balance económico que puedan implicar.

A través de las investigaciones orientadas en las áreas específicas detalladas se espera incrementar el nivel de conocimiento científico e industrial a fin de que ese conocimiento pueda actuar de base para el desarrollo nacional de futuras partes satelitales, generando así un círculo virtuoso de Investigación y Desarrollo.

En particular, se espera que el desarrollo del Gimbal oriente a las empresas locales hacia la provisión de mecanismos de precisión adecuados para operar en el ambiente espacial y con el grado de confiabilidad que se requiere. Este tipo de mecanismos de apuntamiento podrían adaptarse a una diversidad de usos en el sector como orientación de propulsores, apuntamiento de cargas útiles, giro de paneles solares, mecanismos de despliegue y otros. Por otro lado, estas capacidades podrían habilitar provisiones dentro de estas líneas de desarrollo de mecanismos de alta precisión y performance en otras áreas de la industria como podrían ser la robótica o la aeronáutica.

Los módulos de CPU y de Entrada/Salida son dos componentes fundamentales de una computadora de a bordo (OBC) y ésta a su vez es el cerebro de todo satélite, con lo cual es fundamental para un país que pretenda desarrollar un sector espacial autónomo y activo contar con este producto desarrollado localmente. En este contexto se espera que estos desarrollos ayuden a modernizar la línea de OBC que se usarán para todas las misiones futuras (SARE, SAOCOM e incluso misiones geoestacionarias).

Respecto a los detonadores y actuadores piro-mecánicos se espera incrementar las capacidades de la industria local para poder abarcar en el futuro el desarrollo y provisión de todos los dispositivos piro-mecánicos asociados a los proyectos del sector espacial, principalmente en lo referente a los lanzadores Tronador II y III.

Por último, con el desarrollo de una batería de vuelo nacional se espera sustituir las importaciones de las mismas para mejorar las alternativas de configuración, las posibilidades de adaptarlas a las necesidades de cada misión y, la posibilidad de mejorar los tiempos de provisión de las mismas. Por otro lado, se espera generar el conocimiento operativo de celdas y baterías de Li-ion en una empresa local que podría derivar en desarrollos de baterías para usos especiales fuera del sector espacial.

## 5. Costos

El presente Proyecto Estratégico, se encuentra enmarcado en los fondos del Préstamo AR-L1181, que pertenece a la partida de fondos de PIT IV, correspondiendo al Subcomponente 4 - Proyectos Tecnológicos para el Desarrollo de Sectores Estratégicos.

El monto total estipulado es de USD 7.500.000 para todo el proyecto estratégico, siendo USD 6.000.000 aportados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y USD 1.500.000 aportados por los Consorcios Asociativos Público-Privados (CAPPs) responsables de la ejecución de las Líneas de Acción 1 y 2.

El presupuesto estimado por cada línea de acción se detalla en el siguiente cuadro, estimándose un plazo total máximo de ejecución presupuestaria de entre 3 y 4 años.

Líneas de acción	Monto (USD)
<b>Línea 1: Desarrollo de prototipos experimentales</b>	
Componente 1: Gimbal	
Componente 2: Módulo de CPU	



Componente 3: Módulo de I/O	
Componente 4: Actuadores Piro-Mecánicos	
Componente 5: Baterías	
<b>Línea 2: Investigación de partes satelitales</b>	
Investigaciones Orientadas	
<b>Línea 3: Apoyo a las capacidades de formulación y gerenciamiento</b>	
Apoyo a las capacidades de formulación y gerenciamiento	

## 6. Riesgos

Los riesgos asociados al presente Proyecto Estratégico pueden dividirse en tres grandes grupos: Riesgos Técnicos, asociados a las exigencias técnicas propias del segmento satelital, Riesgos de Ejecución, asociados al contexto en el cual está inmerso el proyecto y Riesgos Ambientales y Sociales.

### 6.1. Riesgos Técnicos

El riesgo técnico en el sentido global del proyecto está mitigado por la diversificación en desarrollos independientes, de esta manera, si alguno de los desarrollos enfrenta inconvenientes insalvables que le impidan cumplir con sus objetivos, el impacto sobre la operatoria es parcial (aprox. 20% para cada Línea de Acción si se considera el mismo peso para cada componente/investigación).

A su vez, desde el punto de vista del Plan Espacial Nacional, se presenta una matriz de percepción de riesgos técnicos, programáticos y presupuestarios sobre cada uno de los componentes a desarrollar:

	Técnico		Programático		Presupuestario	
	Probabilidad	Impacto	Probabilidad	Impacto	Probabilidad	Impacto
Gimbal	M	B	B	B	B	B
Módulo CPU	B	A	M	M	B	B
Módulo I/O	B	M	M	B	B	B
Piro-mecanismos	B	M	B	M	B	M
Batería	M	B	B	B	B	B

(B= Bajo, M= Medio, A=Alto)

En referencia a las investigaciones orientadas, los riesgos técnicos están asociados a la no obtención de resultados concretos favorables por lo que se han utilizado criterios de selección de las investigaciones a desarrollar buscando minimizar estos riesgos.

## **6.2. Riesgos de Ejecución**

Los Riesgos de Ejecución del proyecto están asociados a las variables de contexto que lo pueden afectar de forma directa e indirecta entre las que se pueden mencionar (I) continuidad del Plan Espacial Nacional o políticas atinentes al sector satelital, (II) factores económicos externos que imposibiliten, afecten o demoren la normal ejecución del proyecto, (III) condiciones industriales en general que afecten el interés del sector en el proyecto.

Dadas las características exógenas de estos riesgos, si bien son considerados, no se realiza análisis específico de los mismos.

## **6.3. Riesgos Ambientales y Sociales**

No se presentan situaciones de riesgos ambientales y sociales para las líneas de acción del presente proyecto.

## **7. Sostenibilidad**

Se ha realizado un análisis de sostenibilidad de las partes a desarrollar el cual sugiere un potencial de mercado tanto de demanda directa por parte de la CONAE como también por parte de otros organismos nacionales o internacionales.

En el ANEXO IV puede verse el detalle de este análisis.

## **8. Plan de Implementación y Ejecución**

### **8.1. Plan de implementación**

El MinCyT, a través de la Subsecretaría de Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SSPCTIP) y de la Dirección Nacional de Proyectos Estratégicos será el responsable formulación y monitoreo del PDSE SATÉLITES. La Dirección Nacional contará con un equipo de coordinación del proyecto, compuesto por un líder de proyecto (PM) y un equipo de apoyo en gestión. El mismo conformará dentro de la Dirección mencionada, la unidad ejecutora del proyecto y se encargará de contratar los consultores necesarios para el seguimiento y auditoría de línea 1 y 2.

Por otro lado, la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) por medio del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) se encargará de la conformación de las bases y condiciones, así como también de la apertura de las convocatorias, para los llamados correspondientes a las líneas 1 y 2. El Ministerio pondrá a disposición el equipo de técnicos al servicio de los

procesos de consulta y de evaluación si fueran necesarios, durante la apertura de la convocatoria.

Otros actores relevantes serán los CAPPs, encargados de los desarrollos de cada uno de los componentes y de las investigaciones orientadas. Los mismos estarán conformados por, al menos, una empresa privada y una institución pública de origen nacional que aportará el desarrollo y seguimiento de I+D a cada componente.

El documento PR-4297 del BID (Propuesta de préstamo individual para el “Programa de Innovación Tecnológica IV”) en el apartado 2.5 Riesgos Técnicos, propone la actuación de un Consejo Técnico Sectorial, como una acción de mitigación para dar seguimiento y orientación estratégica y facilitar la coordinación pública y privada. Este Consejo, denominado en adelante Consejo Tecnológico para el Desarrollo Satelital (CTSAt), estará conformado por representantes del sector público (CONAE, Ministerio de Producción, INVAP), del sector privado (Asociación Argentina de Ensayos No Destructivos y Estructurales (AAENDE), Cámara Argentina Aeronáutica y Aeroespacial (CArAE)) y del sector académico (Universidad Nacional de La Plata (UNLP)). De acuerdo a esto, el presente Perfil de Proyecto se presentará a dicho Consejo para su discusión y validación.

## 8.2. Ejecución

De acuerdo a la estructura de trabajo de los proyectos ejecutados por la Dirección Nacional de Proyectos Estratégicos, los mismos se desarrollan en 3 fases que van desde la generación de la idea proyecto, hasta la finalización de la implementación de todas sus líneas de acción.

A los fines de este Proyecto, las tareas alcanzadas dentro de la Fase 1 conciernen a la formulación del Perfil de Proyecto de cada una de las intervenciones y cuyo responsable es la SSPCTIP y la Dirección Nacional de Proyectos Estratégicos, a través del equipo de gestión; la Fase 2 corresponde a la etapa de elaboración de las bases y condiciones de la convocatoria y selección de los CAPPs y es implementada por la ANPCYT y, la Fase 3 comprende la ejecución de las diferentes líneas de acción y es ejecutada por los CAPPs y coordinada y dirigida por la SSPCTIP.

Con respecto a los tiempos correspondientes a la Fase 3 de cada línea de acción, se detalla un cronograma estimativo a continuación:

Líneas de acción	2016	2017	2018	2019
Línea 1: Desarrollo de prototipos experimentales				
Componente 1: Gimbal				

Componente 2: Módulo de CPU				
Componente 3: Módulo de I/O				
Componente 4: Actuadores Piro-Mecánicos				
Componente 5: Baterías				
<b>Línea 2: Investigación de partes satelitales</b>				
Investigaciones Orientadas				
<b>Línea 3: Apoyo a las capacidades de formulación y gerenciamiento</b>				
Apoyo a las capacidades de formulación y gerenciamiento				

### 8.2.1. Ejecución Línea 1: Desarrollo de Partes

El desarrollo de partes para aplicación espacial requiere de un riguroso seguimiento del proyecto en sus distintas fases, particularmente cuando se trata, además, de desarrollo de proveedores de estas partes.

Habitualmente los proyectos espaciales, y esto es aplicable al desarrollo de sus partes, requieren de una planificación detallada en la que se establecen “puntos de detención obligatorios” en momentos claves del mismo. Estos momentos se definen de acuerdo a las características del desarrollo en cuestión y consisten en revisiones técnicas realizadas por comités de especialistas externos quienes, en base a la documentación que el proyecto tiene preestablecido entregar en esa instancia y a las presentaciones detalladas que los responsables del proyecto realizan en forma presencial durante las jornadas de revisión, hacen finalmente un debate interno y posteriormente consensuan un informe que es elevado a Dirección del Proyecto con las recomendaciones correspondientes.

Las revisiones que los diferentes CAPPs deberán cumplir para cada uno de los componentes a desarrollar de la Línea de Acción 1 son los siguientes:

- a) SRR (System Requirement Review): 1 a 2 meses después del inicio. Se verifica la adecuada comprensión de la integridad de los requerimientos a nivel sistema, y que el enfoque técnico preliminar es adecuado para poder satisfacerlos.
- b) PDR (Preliminary Design Review): unos 6 a 9 meses después del SRR. Se revisa la Ingeniería Básica del proyecto.
- c) CDR (Critical Design Review): final del desarrollo, considerado como está planteado en este caso. Aquí se revisa la Ingeniería de Detalle, se verifica la funcionalidad de los prototipos construidos conforme a las especificaciones, y que los procedimientos de verificación de los requerimientos fueron adecuados.

Cada una de estas revisiones, así como todo cambio de requerimiento técnico que pudiera surgir a lo largo del desarrollo del proyecto, deberá contar con la

validación formal por parte la CONAE. Se considera que el seguimiento de estas tres revisiones representa una herramienta de gestión efectiva del avance del desarrollo, que el CDR aprobado da por concluido el proyecto de manera satisfactoria y que la documentación entregada conjuntamente con los modelos/prototipos construidos habilita la fabricación de los modelos de calificación y vuelo según corresponda.

## 9. Actores clave

Con el objetivo de generar el máximo impacto socio-económico y minimizar los riesgos de ejecución de los objetivos del Proyecto, se han identificado y se trabaja en forma activa con los actores clave.

En este sentido, se trabajará junto a los actores institucionales más relevantes con el fin de dotar estas acciones de un marco que otorgue garantías institucionales de apoyo y sostenibilidad del proyecto, así como con los actores privados y públicos que conformen los CAPPs.

Se detalla a continuación los actores relevados:

Actor	Relación con el Proyecto
Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Subsecretaría de Políticas en CTIP	Patrocinador e impulsor del Proyecto Estratégico. Organismo Director del Proyecto Estratégico
CONAE	Usuario final de las partes a desarrollar y de las investigaciones orientadas, objetivos del proyecto
Ministerio de Producción	Integrante del CTSat.
INVAP	Principal proveedor satelital de CONAE. Integrante del CTSat.
CArAE – Cámara Argentina Aeronáutica y Espacial	Cámara Argentina que nuclea a PyMEs del sector aeronáutico y espacial. Integrante del CTSat.
AAENDE – Asociación Argentina de Ensayos No Destructivos y Estructurales	Asociación Argentina que nuclea a todos los actores vinculados a actividades de ensayos de materiales. Integrante del CTSat.
UNLP - Universidad Nacional de La Plata	Universidad Nacional con gran experiencia en desarrollo de proyectos del sector satelital en conjunto con CONAE. Integrante del CTSat.
PyMEs del sector satelital	Empresas del sector satelital con interés en participar de los CAPPs.

## 10. Matriz de Resultados

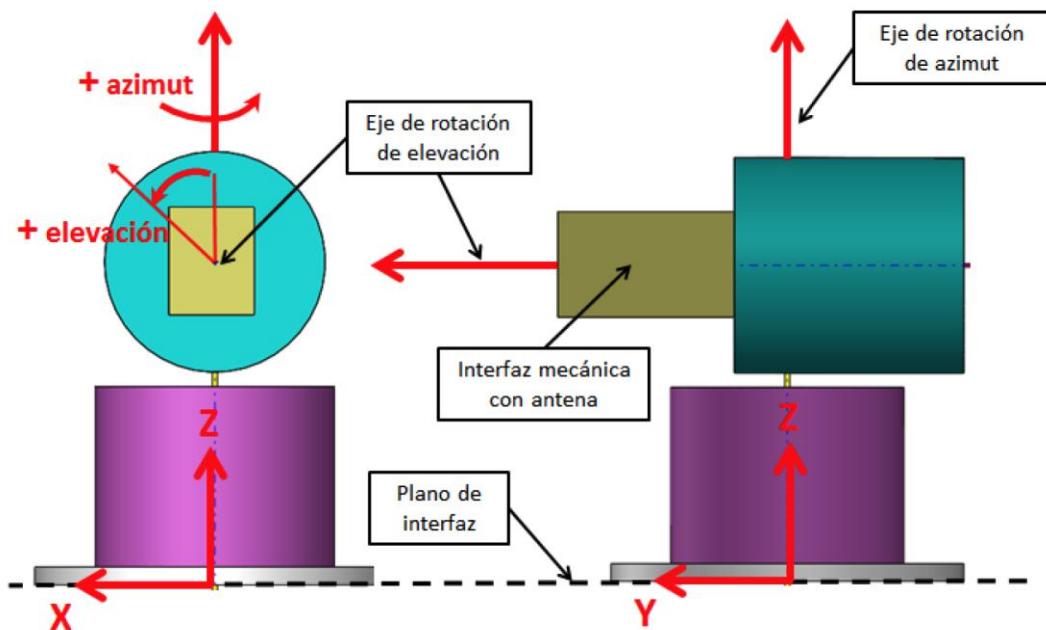
<b>MATRIZ DE RESULTADOS: PSDE DESARROLLOS SATELITALES</b>			
<b>Meta del Proyecto</b>	<b>Fortalecer la Industria Satelital Nacional</b>		
<b>Componente</b>	<b>Meta</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fuente de verificación</b>
<b>Línea de Acción 1: Desarrollo de Prototipos Experimentales</b>			
Objetivo: Desarrollar prototipos experimentales que actúen de base de conocimiento para su posterior producción en el sector satelital			
<b>RESULTADOS</b>			
Desarrollo de prototipo experimental: GIMBAL	1	Prototipo experimental con su correspondiente ingeniería de base y de detalle que permita su producción final	Informe final CDR (Critical Design Review) validado y aprobado por la CONAE
Desarrollo de prototipo experimental: MODULO DE CPU	1	Prototipo experimental con su correspondiente ingeniería de base y de detalle que permita su producción final	Informe final CDR (Critical Design Review) validado y aprobado por la CONAE
Desarrollo de prototipo experimental: MODULO DE I/O	1	Prototipo experimental con su correspondiente ingeniería de base y de detalle que permita su producción final	Informe final CDR (Critical Design Review) validado y aprobado por la CONAE
Desarrollo de prototipo experimental: ACTUADORES PIROMECANICOS	1	Prototipo experimental con su correspondiente ingeniería de base y de detalle que permita su producción final	Informe final CDR (Critical Design Review) validado y aprobado por la CONAE
Desarrollo de prototipo experimental: BATERIAS PARA SATELITES	1	Prototipo experimental con su correspondiente ingeniería de base y de detalle que permita su producción final	Informe final CDR (Critical Design Review) validado y aprobado por la CONAE
Empleos directos e indirectos generados por las empresas vinculadas con el proyecto	Crecimiento	Cantidad de empleo directo e indirecto generado desde el inicio del proyecto	Informes de RRHH de las empresas vinculadas
Inversión asociada	Crecimiento	Monto de las inversiones asociadas al desarrollo del proyecto	Informe de Inversión de los CAPPs
Desarrollos comerciales generados	Crecimiento	Montos asociados a nuevas actividades económicas desarrolladas como externalidades	Informe de ventas de las empresas asociadas a los CAPPs
<b>Línea de Acción 2: Desarrollo de Investigaciones Orientadas</b>			
Objetivo: Aumentar los niveles de generación de conocimiento científico específicos del sector satelital			
<b>RESULTADOS</b>			
Investigación: RECIPIENTES ULTRALIVIANOS TIPO V	1	Prototipo funcional optimizado, con caracterización final.	Informes de seguimiento. Informes de auditoría Informe final de evaluación
Investigación: PULVIMETALURGIA	1	Dominio de la técnica de la metalurgia de polvos, en la formulación, fabricación y procesamiento	Informes de seguimiento. Informes de auditoría Informe final de evaluación
Investigación: MATERIAL CARBÓN-CARBÓN	1	Técnicas de obtención, condiciones de procesamiento y aplicaciones	Informes de seguimiento. Informes de auditoría Informe final de evaluación
Recursos Humanos relacionados a actividades de investigación	Crecimiento	Cantidad y calificación de RRHH asignados a tareas de Investigación Desarrollo e Innovación	Informes de RRHH de las empresas vinculadas
Capacitación	Crecimiento	Cantidad de RRHH capacitados y horas de capacitación	Informes de RRHH de las empresas vinculadas
Patentes solicitadas y obtenidas vinculadas al proyecto	Crecimiento	Cantidad de patentes solicitadas y obtenidas por los CAPPs.	Informe de Patentes
<b>Línea de Acción 3: Apoyo a las capacidades de formulación y gerenciamiento</b>			
Objetivo: incrementar las capacidades de gestión, incluyendo en ella el diseño, implementación, seguimiento y difusión			
<b>RESULTADOS</b>			
Gestión del proyecto	1	Capacidades suficientes para la gestión del PSDE	Informes de seguimiento
Seguimiento y Auditorías	1	Capacidad de seguimiento y auditorías de los componentes I y II del PSDE	Informes de auditoría

## ANEXO I - DETALLE DE PARTES

### (I) Gimbal - Mecanismo de apuntamiento de antenas

Este mecanismo es responsable de apuntar una antena de haz de apertura estrecha y de alta ganancia hacia otra antena (de un satélite o una estación terrena) durante la pasada en la que se establece el enlace de transferencia de datos de ciencia obtenidos por un satélite.

Se detalla a continuación un esquema de coordenadas y ejes de rotación esperados del sistema:



El sistema deberá responder a las siguientes definiciones:

- a. Dos unidades idénticas de actuación rotativa (azimut y elevación) compuestas por:
  - i. Motor paso a paso con tren de engranajes planetarios integrados.
  - ii. Engranaje cilíndrico recto con piñón anti backlash.
  - iii. Rodamiento de rodillos cónicos de precisión con alojamiento central para integrar la junta rotativa de dos canales de guía de onda.
  - iv. Encoder absoluto de tipo óptico o magnético ubicado en el engranaje conducido.
  - v. Elementos de final de carrera tanto mecánicos como eléctricos.

b. Una unidad electrónica integrada:

- i. Contiene un convertor DC-DC para generación de tensiones secundarias a partir de la tensión no regulada del bus de potencia de la plataforma de servicios.
- ii. Incluye los circuitos de procesamiento y control de potencia para manejar los motores.
- iii. Tiene capacidad de lectura de sensores de temperatura y actuación de calefactores.
- iv. Se comunica con la plataforma de servicios a través de bus CAN. Acepta comandos de apuntamiento en tiempo real o puede ser programada con un perfil de apuntamiento.
- v. Contiene software en la ROM y admite la carga de software nuevo en la RAM.
- vi. Se vincula a la parte inferior del motor de azimut a través de una carcasa mecánica que también cumple la función de atenuar la radiación ionizante del ambiente espacial.

c. Elementos estructurales para la vinculación de sus elementos constitutivos.

d. Placa de interfaz mecánica con la plataforma de servicios.

e. Interfaces mecánicas para el montaje del sistema de RF (guías de onda, juntas rotativas, antena, etc.).

f. Elementos de control térmico (sensores, calefactores, mantas).

g. Cableado de corriente continua para señales de potencia y control.

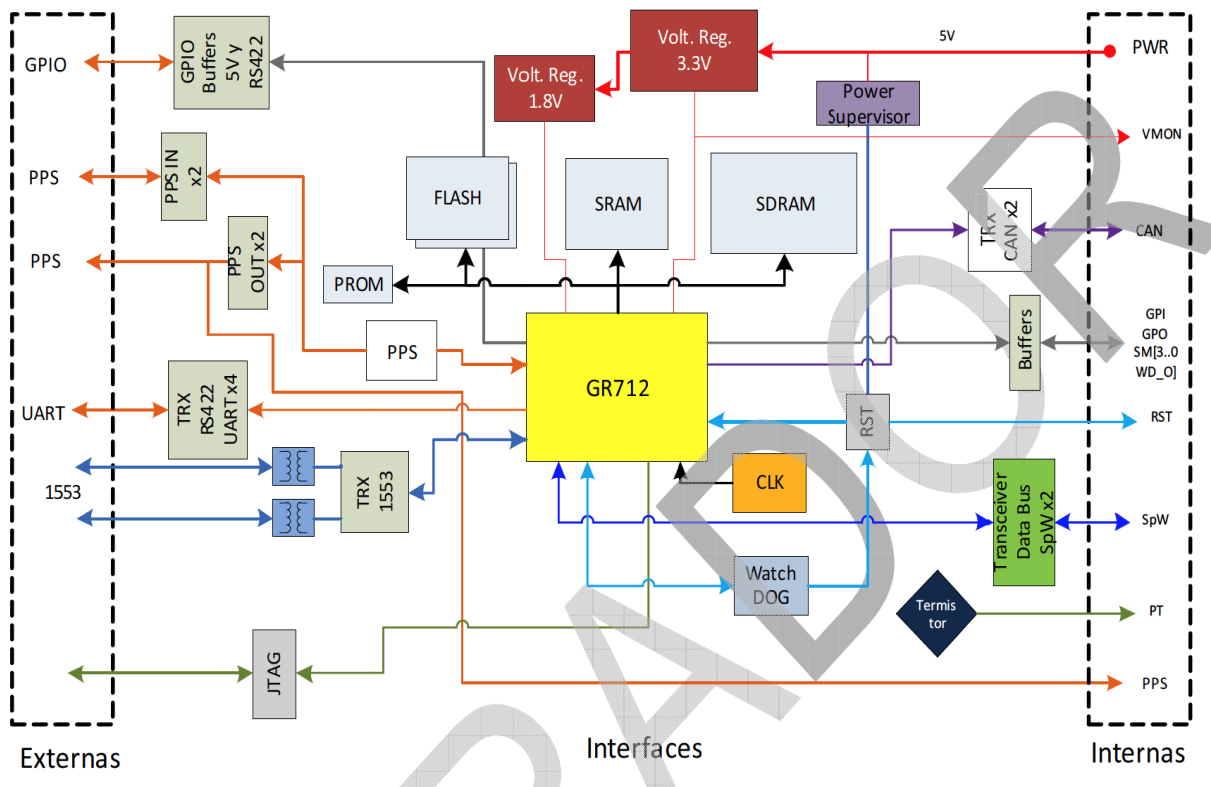




## (II) Módulo de CPU para Computadora de a Bordo (OBC)

La computadora de a bordo es un componente clave de los satélites. La familia de computadoras propuesta cumple tanto las funciones de gestión de comandos y telemetría como las de almacenamiento de datos y control de actitud y órbita.

A continuación se presenta un diagrama en bloques con las partes principales que se espera que contenga el Módulo de CPU.



El diseño de la placa CPU deberá estar basado en la utilización de ASIC GR712RC que implementa dos procesadores LEON 3-FT.

EL Módulo de CPU deberá poder operar correctamente con los siguientes bloques habilitados:

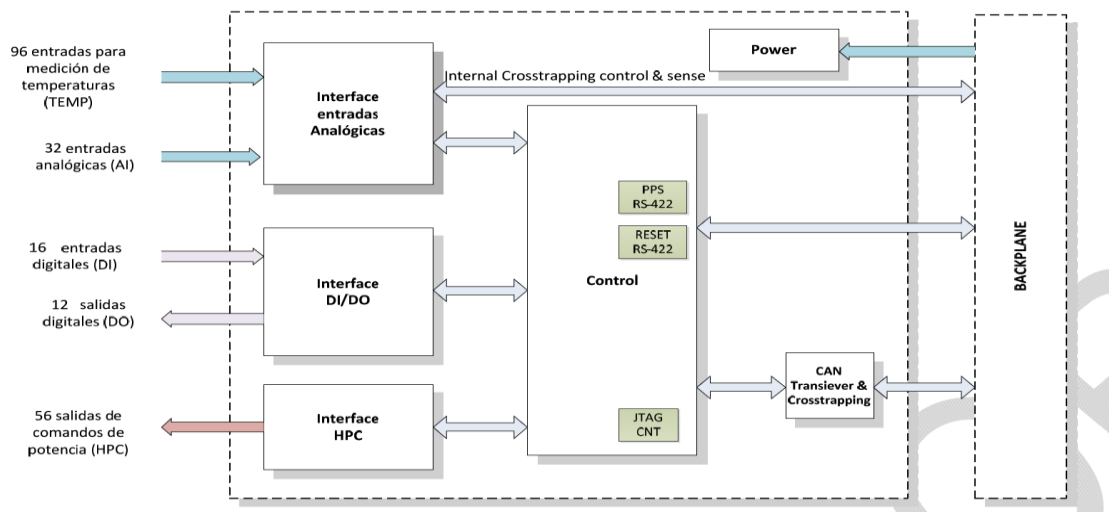
- Ambos procesadores LEON 3-FT disponibles en el circuito integrado GR712RC.
- Unidad de punto flotante.
- Unidad de manejo de memoria con corrección de errores.
- Unidad de soporte de debbuging.
- Unidad de protección contra fallas.

(III) Módulo de I/O (entrada/salida) para Computadora de a Bordo (OBC)

Los módulos de I/O extienden las capacidades de la computadora de a bordo para realizar funciones genéricas, como medición de temperaturas, tensiones y corrientes, lectura de status, comandos de pulso, etc.

El Módulo de Entrada/Salida tiene como función principal adquirir variables analógicas y digitales de entrada y sintetizar salidas digitales y de potencia.

El siguiente esquema muestra los bloques funcionales y conceptuales de la placa:



Se deberá implementar la siguientes interfaces de entradas/salidas y capacidad de crosstrapping:

Tipo de Señal	Cantidades	Crosstrapping	Implementación
TEMP	96 (externas)	SI	Se realiza en la misma placa
	8 (del BP)	SI	Se realiza en la misma placa
AI	32	SI	En plataforma (harness)
DI_OC	24	SI	En plataforma (harness)
DO	8	SI	En plataforma (harness)
HPC	56	SI	En plataforma (harness)

(IV) Detonadores y Actuadores piro-mecánicos de Aplicación Espacial

Un elemento clave en el despliegue de la Arquitectura Segmentada es el desarrollo del lanzador satelital Tronador II y luego el Tronador III. Esto se justifica en el hecho de que por la precisión de inyección requerida y por la

disponibilidad que se requiere de los mismos, se hace necesario resolver el acceso al espacio con un lanzador propio.

Los lanzadores satelitales Tronador II y III requieren a su vez de una cantidad grande de desarrollos puntuales, como el caso de los detonadores y actuadores piro-mecánicos de aplicación espacial.

Los dispositivos pirotécnico explosivos de uso espacial se utilizan en dos grandes familias de subsistemas:

- Sistemas de terminación de vuelo, encargados de interrumpir el vuelo del vehículo en caso de una falla catastrófica y de esta forma mantener seguras personas y bienes;
- Sistemas de separación, despliegue y corte de estructuras y vínculos mecánicos.

Todas las funciones descritas son de alta criticidad y deben resolverlas dispositivos de alta confiabilidad, rápida acción y bajo peso; por ese motivo es que se utilizan accionamientos pirotécnicos y explosivos.

Los dispositivos piro-mecánicos solicitados comprenden las siguientes partes:

- a) Dispositivos con carga secundaria: Dispositivos con carga de explosivo secundaria únicamente.
  - a. Cordón Detonante.
  - b. Distribuidor de Señales Explosivas.
  - c. Carga Hueca.
  - d. Tuerca Debilitada de Liberación.
- b) Otros dispositivos: Incluyen dispositivos con cargas de explosivos primarios, secundarios y mezclas pirotécnicas.
  - a. Iniciador Pirotécnico.
  - b. Cartucho detonador.
  - c. Cartucho generador de gases.

#### (V) Baterías para Satélites

Los satélites utilizan, en su mayoría, energía provista por paneles solares. Durante un período de la órbita se pueden producir “eclipses” y se pierde la generación de energía por parte del panel solar por lo que durante estos períodos el satélite utiliza energía almacenada en una batería. Todos los satélites producidos en la actualidad en Argentina utilizan baterías como fuente de energía permanente.

El proyecto consiste en desarrollar el proceso de integración de celdas para producir baterías para ser usadas en aplicaciones espaciales, y en particular para los satélites de la Arquitectura Segmentada.

Las baterías deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

- El diseño de la batería deberá permitir un almacenamiento de 2 años, donde el mantenimiento no requiera realizar tareas con períodos menores a 6 meses.
- El diseño de la batería deberá permitir una fase adicional de integración y ensayos pre-lanzamiento de 12 meses.
- La batería deberá ser diseñada para una misión de 4 años de vida útil en vuelo (esto implica al menos 22.000 ciclos de carga-descarga durante la vida útil de la batería, en ciclos de 97' con tiempos de recarga de aproximadamente 60').
- El rango de tensión que deberá proveer la batería es de: 33V como tensión máxima (para un SOC del 100%), 28V como tensión mínima (para un SOC del 50%) y 25V como tensión mínima (para un SOC del 0%). La energía del satélite puede ser de transferencia de energía directa donde la batería está directamente conectada al bus de energía principal, y por lo tanto el voltaje del bus se establece por medio del nivel de carga de la batería.
- La batería deberá brindar un máximo de 12 A.
- La capacidad mínima de la batería a fin de vida (EOL) debe ser de 15Ah.
- La batería deberá ser capaz de soportar un consumo de 280W durante el periodo de eclipse, para un SOC superior al 50%.
- La corriente de carga máxima de la batería se define como  $C/2$ .
- El diseño de la batería deberá permitir la conexión de dos o más baterías en paralelo.
- La batería deberá tener sistema integrado de Balanceo de carga o demostrar técnicamente que no es necesario.
- La autodescarga de la batería, sin balanceo, deberá ser menor al 1% por mes.
- La autodescarga de la batería, con balanceo, deberá ser menor al 30% por mes.

## ANEXO II – DETALLE DE INVESTIGACIONES

### (I) Recipientes Ultralivianos Tipo V

Los tanques actualmente utilizados para almacenar gases propelentes y presurizantes en el lanzador Tronador II son los denominados tipo III. Estos recipientes son fabricados con materiales compuestos reforzados con fibras de carbono, pero poseen un revestimiento interior o liner metálico que sirve de mandril para el procesamiento y de barrera para los gases que contienen. Una primera evolución de este tipo de tanques son los denominados tipo IV, que utilizan un liner de polímero termoplástico que, si bien genera una reducción de peso, trae aparejados problemas en la interface liner/compuesto por la diferencia en el coeficiente de expansión térmica y la falta de adhesión entre las partes. Es por esto que los tanques 100% construidos en materiales compuestos reforzados con fibras (denominados tipo V) representan la evolución natural de las tecnologías actualmente utilizadas, y pueden lograr una disminución de un 25% con respecto a los tipo III, lo que genera una mayor capacidad de peso satelizable.

En cuanto al impacto industrial de esta investigación debe mencionarse que esta tecnología es el estado del arte en cuanto a eficiencia en peso de recipientes a presión, generando una base de conocimiento que en los próximos años se difundirá al almacenamiento de gases a presión para la industria del transporte (Ej: GNC, hidrógeno).

El trabajo en cuestión se proyecta con plazo a dos años dividido en catorce etapas, cada una de estas deberá generar documentación técnica a acorde y será auditada por gente de VENGS.A. A continuación se describe brevemente cada una de las etapas, las cuales podrán sufrir alteraciones según los resultados obtenidos en las etapas anteriores.

- Modelado Computacional 1.
- Prospectiva tecnológica de empleo de técnicas no destructivas para la caracterización de recipientes a presión.
- Investigación de normas aplicables o de referencia al diseño, la fabricación y el uso de los recipientes.
- Optimización de la resistencia a la microfisuración del sistema fibra/matriz.
- Diseño preliminar end-bosses.
- Modelado computacional 2.
- Optimización del diseño y fabricación de end-bosses.

- Adaptación del equipo de filament winding de INTEMA al proceso de fabricación de tanques.
- Implementación de al menos 2 técnicas no destructivas.
- Escalado del sistema de fabricación de mandriles solubles, incorporando end-bosses.
- Fabricación de tanques.
- Caracterización de tanques, prueba hidráulica y de permeación de gases. Caracterización del comportamiento debido a cargas cíclicas en prueba hidráulica seguido de pruebas de permeación de gases.
- Elaboración de segunda partida optimizada.

## (II) Pulvimetalurgia

El mayor atractivo de la pulvimetalurgia (PM) es la capacidad de fabricar piezas de formas complejas con excelentes tolerancias y de alta calidad, a un costo relativamente bajo. La PM toma polvos metálicos con ciertas características como forma, tamaño y empaquetamiento, densidad relativa, para luego crear una figura de alta dureza y precisión. La pulvimetalurgia abarca las etapas que comprenden desde la obtención de polvos metálicos hasta las piezas acabadas, estas son:

- Producción de polvos metálicos
- Mezcla
- Aglomeración
- Sinterización
- Acabado

Entre otros atributos que contribuyen al éxito de la pulvimetalurgia se pueden citar los siguientes:

- Variedad de aplicaciones que se fundamentan en la economía de producción de piezas complejas. Componentes para la industria automotriz representan buenos ejemplos para esta área y su producción es una inmensa actividad para la pulvimetalurgia. Dentro del área de economía de producción de piezas viene la preocupación de la productividad, tolerancias y automatización. Tanto la precisión como los costos son bastante atractivos.
- Polvos de aleaciones permiten la fabricación de piezas donde se elimina la segregación y otros defectos asociados con los procesos convencionales de piezas obtenidas por colada.
- Propiedades únicas o justificaciones de microestructura requieren el uso de la pulvimetalurgia, algunos ejemplos incluyen metales porosos, aleaciones endurecidas por dispersión de óxidos y compuestos de metal-cerámica. La incapacidad de poder fabricar eficientemente estas

microestructuras por medio de otras técnicas ha contribuido bastante en el crecimiento de la pulvimetalurgia.

- Materiales que son bastante complicados de procesar utilizando otras técnicas, por ejemplo, metales reactivos y refractarios, en los que el proceso de fundición convencional no es práctico. Otro grupo emergente son los metales amorfos. En muchos casos es deseable poder formar un polvo y desarrollar procesos a bajas temperaturas para evitar daños en la microestructura.

Las técnicas de pulvimetalurgia son atractivas dado que todo el procesamiento puede ser logrado en el estado sólido. Las nuevas tecnologías de impresión 3D, a partir de polvos metálicos, abren un abanico de posibilidades técnicas de amplio espectro. Permitiendo la fabricación de piezas sin límites en cuanto a la complejidad de su geometría y con un conjunto de propiedades termo-mecánicas controladas a partir del diseño del polvo metálico.

Dada la diversidad de productos que pueden desarrollarse con las técnicas de pulvimetalurgia y con el objetivo de focalizar recursos se propone como meta final de la investigación una pieza específica de alta tecnología de aplicación inmediata en el lanzador Tronador II. El proyecto se centrará en la obtención de un liner de motor de combustible líquido regenerativo. Para el estudio de esta pieza de alta exigencia termo-mecánica se propone el empleo de una aleación Cu-6.5Cr-5.8Nb, esta aleación presenta la formación de dispersoides de Cr<sub>2</sub>Nb los cuales se obtienen a partir de procesos de solidificación ultrarrápidos y resultan estables a altas temperaturas de trabajo como las especificadas en este tipo de aplicaciones. Las posibilidades de obtención de estos materiales es mediante la pulvimetalurgia. Lo que permite disponer de precipitados Cr<sub>2</sub>Nb extremadamente finos que generan una aleación con propiedades termo-mecánicas importantes hasta aproximadamente 700°C.

También debe agregarse que existen muchas aplicaciones potencialmente interesantes para aleaciones Cu-Cr-Nb, estos materiales combinan una alta resistencia con una conductividad térmica superior, estabilidad microestructural y mecánica a altas temperaturas (próximas a los 700°C), resistencia al creep, resistencia a la fatiga de ciclos cortos, resistencia a corrosión y un coeficiente de dilatación menor que el de cobre puro. Es una aleación muy versátil en el conformado, pues pueden conseguirse diversas geometrías (tubos, barras, placas, láminas, entre otras) por medio de procesos convencionales de conformado (laminación, extrusión y estampado). Además, puede ser soldada sin inconvenientes mediante FSW (friction stir welding), brazing, IW (inertial welding), unión por difusión y por EBW (electron beam welding).

A su vez, el desarrollo de conocimientos en el área de la pulvimetalurgia a partir del proyecto brinda la capacidad de promover otros estudios de

importancia como lo son los siguientes componentes críticos: cámaras de combustión de motores, componentes de bombas y turbinas, piezas de alta sollicitación termo-mecánica, etc.

De lo expuesto se pretende dejar en claro que el real manejo de esta tecnología se basa en desarrollar las capacidades de diseñar y producir polvos metálicos según requerimiento. Esta actividad no existe en la Argentina.

También debe agregarse que el tratamiento de los polvos metálicos es de vital importancia para lograr conformar piezas de altos requerimientos. Actualmente en la Argentina existen empresas que procesan polvos importados.

Por todo lo expuesto el propósito es entonces:

- Desarrollar capacidades de obtención de polvos metálicos de Cu-Cr-Nb que respondan a los requerimientos de propiedades termo-mecánicas necesarios para aplicaciones aeroespaciales.
- Desarrollar capacidades de caracterización de polvos metálicos.
- Desarrollar capacidades que permitan el procesado de tales polvos por métodos:
  - Convencionales: Obtención de tocho procesable por métodos convencionales de laminación y/o extrusión. Capacidades de conformado y soldado de este material.
  - Nuevas tecnología: Estudiar los efectos de las variables correspondientes al polvo metálico en la obtención de piezas por impresión 3D.

### (III) Material Carbón-Carbón

Los materiales compuestos carbono-carbono son aquellos en los que tejidos de fibras de carbono son impregnados con precursores derivados del petróleo, que al ser pirolizados permiten obtener un material 100% de base carbono, con bajo peso y alta resistencia mecánica. Una tercera propiedad es su muy alta resistencia térmica (pueden mantener sus propiedades mecánicas por encima de los 2000 °C), lo que hace a estos materiales ideales para su empleo en la industria aeroespacial, para sistemas de protección térmica. Ejemplos de uso de estos materiales en la industria espacial son piezas refractarias en zonas de alto rozamiento de la estructura de lanzadores (Ej: punteras, superficies de control) y componentes de motores con alta sollicitación térmica y mecánica (Ej: gargantas).

En cuanto a aplicaciones industriales encontramos ejemplos de uso en la industria de los discos de freno para aeronaves y automóviles de alta performance, y refractarios para hornos de alta temperatura.



El objetivo de este proyecto es realizar una prospectiva tecnológica que permita identificar el estado del arte de las propiedades, técnicas de obtención, condiciones de procesamiento y aplicaciones de los materiales compuestos carbono-carbono. Además de seleccionar la ruta de obtención más adecuada, se estudiarán las condiciones de operaciones y requisitos de diseño impuestos por el desarrollo de lanzador. También se realizará el diseño experimental del proceso de obtención, a fin de identificar etapas, equipos e insumos críticos, y de esta forma poder planificar la continuidad de tareas y elaborar un plan de trabajo definitivo. El tiempo estimado del presente trabajo es de 6 meses.

Se plantean las siguientes etapas:

- Prospectiva tecnológica
- Condiciones de operación
- Diseño experimental

## ANEXO III - ANÁLISIS ECONÓMICO

### Desarrollo de Partes

#### (I) Gimbal

La producción del Gimbal a nivel nacional presenta distintos aspectos positivos que la justifican. La inversión en este desarrollo permite una nacionalización competitiva del costo de aprovisionamiento de estos componentes. Se estima un mercado local mínimo de 5 unidades por año, en una serie de producción por año<sup>18</sup>. Estas 5 unidades se distribuyen en el Programa SARE, más la exportación potencial estimada (2 satélites x 2 unidades por año + 1 unidad por año).

La producción local de este dispositivo representa un ahorro de costos y divisas que varía según el modelo. El mecanismo de apuntamiento de antenas con herencia de vuelo MOOG modelo 3.3 ronda, aproximadamente, los USD 270.000, mientras que el modelo provisto por SSTL ronda los USD 450.000. En este sentido, se estima que el costo de producirlo localmente se encontrará alrededor de los USD 200.000, de los cuales un 25% corresponde a partes y materiales importados (en precio FOB).<sup>19</sup>

La inversión estimada para el desarrollo del Gimbal (compuesta por la fase de desarrollo, los modelos parciales y una unidad de calificación EQM<sup>20</sup>) se estima en un total de USD 1.300.000. Cabe destacar que USD 1.000.000 se destina a esfuerzo del sector privado (estimado en 20.000 horas hombre) lo cual permite la adquisición de capacidades tecnológicas locales<sup>21</sup>.

La producción nacional del componente permitirá que las capacidades obtenidas mediante el desarrollo de estos mecanismos pueden ser utilizadas en otras aplicaciones para satélites (motores para giro de paneles solares, dispositivos para orientación de toberas) y en otras industrias como ser la energía solar o la robótica, adquiriendo de esta manera mayor soberanía tecnológica.

---

<sup>18</sup> Producción seriada de entre 5 y 10 unidades por lote.

<sup>19</sup> Los componentes del costo se estiman en: esfuerzo (2.000 horas hombre x 50 USD/horas hombre) USD 100.000; fabricaciones/ensayos nacionales USD 50.000; partes, materiales importados (FOB) USD 50.000.

<sup>20</sup> Engineering Qualification Model o Modelo de Calificación.

<sup>21</sup> USD 100.000 se destina al proceso de fabricación y ensayos; mientras que USD 200.000 son partes, materiales e insumos importados (FOB).

Asimismo, el desarrollo del componente permite derrames tecnológicos hacia otras industrias como, por ejemplo, la industria automotriz (manipulación robótica), generación de energía (granjas solares), etc.

## (II) Módulo de CPU para Computadora de a Bordo (OBC)

La fabricación recurrente de este componente –un módulo- se estima en USD 290.000, de los cuales poco más de un tercio corresponde a componentes importados (precios FOB), y más de la mitad en mano de obra altamente calificada (3.000 horas hombre); el resto corresponde a fabricaciones y ensayos nacionales. La producción de estas unidades se calcula a razón de 6 unidades por año.

El desarrollo local de este componente es altamente recomendable no sólo por la reducción de costos y de utilización de divisas, sino por las especificidad que el modulo reviste para el satélite en sí mismo. Ya que constituye una pieza crítica en el funcionamiento del satélite la cercanía con el productor es sumamente importante para poder asegurar estándares de calidad.

En el mercado internacional el precio de mercado de una computadora de a bordo (completa) puede ir de 2,4 a 4,5 Million USD (dependiendo de los requerimientos). El precio del módulo de CPU se estima en USD 400.000. Una sola computadora de a bordo de una sola placa (Single Board Computer) Surrey OBC750, cuesta alrededor de USD 320.000.

En cuanto al mercado mínimo estimado, cada una de las misiones satelitales proyectadas por ARSAT y CONAE requieren una computadora de a bordo (en general con 2 placas de CPU por redundancia). ARSAT tiene un plan de 8 satélites en 20 años (supuesto 4 satélites en 10 años). CONAE planea 2 SAOCOM más, los SARE/SABIA-Mar (2 a 4 satélites cada año). Asimismo, este desarrollo abre también la posibilidad de exportación (se estima de 1 a 2 satélites tipo SARE cada dos años).

El desarrollo de este módulo permitirá adquirir mayor independencia tecnológica, además de poder resolver provisiones problemáticas relacionadas con el ITAR. Por otro lado, se dispondrá de tiempos de disponibilidad más controlados, lo cual permite independizarse de los tiempos de los proveedores internacionales.

La Inversión Estimada para el desarrollo (desarrollo + modelos parciales + 1 unidad de calificación EQM) se estima en un total de USD 1.000.000, del cual un 60% corresponde a mano de obra (12.000 horas hombre), y el restante 40% a piezas y componentes importados). El desarrollo completo se estima en un período de 2 años.

### (III) Módulo de I/O (entrada/salida) para Computadora de a Bordo (OBC)

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, la computadora de a bordo es un componente clave de los satélites por lo que el Módulo de I/O (entrada/salida) de dicha computadora cumple una función crítica dentro del sistema.

El precio de una unidad de producción nacional (estimado), ronda los USD 250.000. Un 50% de este costo corresponde a esfuerzo humano (calculado en 3.000 horas hombre). El costo restante corresponde a USD 40.000 de fabricaciones y ensayos nacionales, y USD 60.000 a partes y materiales importados (FOB).

Mirando el mercado internacional en busca de referencias, se observa que el precio de mercado de una computadora de a bordo (completa) puede ir de 2,5 a 4,5 Mlion Million USD (dependiendo de los requerimientos). El precio del módulo de Entrada/Salida se estima entre USD 200.000 y USD 400.000. El conjunto módulo de Entrada/Salida (analógico y digital) de la empresa Aitech cuesta USD 370.000.

En cuanto al mercado mínimo estimado, este es el mismo que el mencionado en el componente anterior -el Módulo de CPU para familia de Computadoras de a Bordo (OBC).

Los beneficios de este desarrollo redundarán en la capacidad de adquirir mayor independencia tecnológica, además de poder resolver los ya mencionados problemas relacionados con la regulación ITAR. Por otro lado, como se explicó anteriormente, se dispondrá de tiempos de disponibilidad más controlados, lo cual permite independizarse de los tiempos de los proveedores internacionales.

La inversión estimada se estima en USD 700.000, de los cuales USD 500.000 es esfuerzo de Empresas de Base Tecnológica (10.000 horas hombre) y el resto partes, materiales y equipamiento importados (FOB). La finalización de este desarrollo se estima en 2 años.

### (IV) Detonadores y Actuadores piro-mecánicos de aplicación Espacial

Los dispositivos pirotécnico explosivos de uso espacial se utilizan en dos grandes familias de subsistemas:

- Sistemas de terminación de vuelo, encargados de interrumpir el vuelo del vehículo en caso de una falla catastrófica y de esta forma mantener seguras personas y bienes;
- Sistemas de separación, despliegue y corte de estructuras y vínculos mecánicos.

Como los productos a desarrollar son varios, y la mayor inversión es no recurrente se describe el estimado de la inversión no recurrente de base y el precio estimado de un sistema de terminación de vuelo para un vehículo de dos etapas, como costo recurrente, para su comparación con una referencia internacional.

La inversión inicial para llevar adelante este desarrollo se estima en USD 2.000.000 que incluye la fábrica de producción de actuadores pirotécnicos y detonadores y facilidades de armado y ensayo de actuadores piro-mecánicos en general. Esta inversión tiene un fuerte componente de infraestructura, el cual da cuenta del 70% de la inversión, mientras que otro 30% consiste en manos de obra, prototipos y ensayos. La finalización de este desarrollo se estima en 28 meses.

El escalado de este dispositivo, considerando que se trata de un sistema para cada etapa del vehículo (dos etapas) se estima en USD 167.000 (materiales, horas hombre y ensayos).

Para esta producción se pronostica, a 5 años, un volumen de mercado con las siguientes características:

- Todos los lanzadores y prototipos de los mismos llevarán al menos un sistema de FTS<sup>22</sup>, dos sistemas de FTS de exigirlo el rango y sistemas de liberación y apertura de vínculos y estructuras.
- Se esperan tres lanzamientos por año con el vehículo lanzador Tronador II operativo.
- Se podría responder a parte de la demanda nacional de detonadores petroleros/mineros (orden de miles de detonadores por año).

#### (V) Baterías para Satélites

De acuerdo a lo mencionado, una de las fuentes de energía que es utilizada por todos los satélites en la actualidad es la energía provista por paneles solares. Por tal motivo, durante un período de la órbita se producen ciclos de sol y sombra los cuales se traducen en ciclos de carga y descarga de las baterías. Todos los satélites producidos en Argentina utilizan baterías, siendo estas baterías provistas en la actualidad por proveedores externos.

La inversión inicial estimada (no-recurrente), que abarca el desarrollo, los modelos parciales y una unidad de calificación EQM, ronda los USD 650.000 de los cuales USD 450.000 son esfuerzos de EBT, que implica 9.000 horas hombre. El monto restante –USD 200.000- corresponde a partes y materiales importados (FOB).

---

<sup>22</sup> Flight Termination System o Sistema de Finalización de Vuelo

La producción nacional, consiste en una serie de 2 unidades por lote. Cada unidad requiere un esfuerzo de 1.600 horas hombres, valuadas en USD 80.000; la fabricación y ensayos nacionales, estimados en USD 20.000; y, partes, materiales importados (FOB) por un monto de USD 100.000. Esto da un total de USD 200.000 por pieza. La realización de este proyecto se estima en un período de 2 años.

En relación al mercado internacional, el valor de mercado de una batería necesaria para alimentar un satélite tipo SARE es de aproximadamente U\$D 190.000.

Se estima un volumen de mercado mínimo, basado en las siguientes características:

- Cada una de las misiones satelitales proyectadas por CONAE requieren baterías (en general una batería por satélite).
- CONAE planea los satélites SARE/SABIA-Mar (2 a 4 satélites cada año).
- Este desarrollo abre también la posibilidad de exportación (hipótesis 1 a 2 satélites tipo SARE cada dos años).
- Total de unidades a producir estimado: 3 unidades/año.

## ANEXO IV – ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD

Se detalla a continuación un análisis de sostenibilidad de las partes satelitales a desarrollar en la Línea de Acción 1.

### (I) Gimbal

#### Volumen de mercado mínimo estimado

- Programa SARE + exportación potencial (2 satélites x 2 unidades por año + 1 unidad por año).
- Total: 5 unidades /año (1 serie de producción por año).
- La producción del Gimbal a nivel nacional presenta distintos aspectos positivos que justifican su producción a local. La inversión en este desarrollo permite una nacionalización competitiva del costo de aprovisionamiento de estos componentes. Se estima un mercado local mínimo de 5 unidades por año, en una serie de producción por año<sup>23</sup>. Estas 5 unidades se distribuyen en el Programa SARE, más la exportación potencial estimada (2 satélites x 2 unidades por año + 1 unidad por año).

### (II) Módulo de CPU para Computadora de a Bordo

#### Volumen de mercado mínimo estimado

- Cada una de las misiones satelitales proyectadas por ARSAT y CONAE requieren una computadora de a bordo (en general con 2 placas de CPU por redundancia).
- ARSAT tiene un plan de 8 satélites en 20 años (supuesto 4 satélites en 10 años).
- CONAE planea 2 SAOCOM más los SARE/SABIA-Mar (2 a 4 satélites cada año).
- Este desarrollo abre también la posibilidad de exportación (hipótesis 1 a 2 satélites tipo SARE cada dos años).
- Unidades recurrentes a producir estimado por año: 6 unidades/año.

### (III) Módulo de I/O para Computadora de a Bordo

#### Volumen de mercado mínimo estimado

---

<sup>23</sup> Producción seriada de entre 5 y 10 unidades por lote.

- Cada una de las misiones satelitales proyectadas por ARSAT y CONAE requieren una computadora de a bordo (en general con 2 placas de Entrada/Salida por redundancia).
- ARSAT tiene un plan de 8 satélites en 20 años (supuesto 4 satélites en 10 años).
- CONAE planea 2 SAOCOM más los SARE/SABIA-Mar (2 a 4 satélites cada año).
- Este desarrollo abre también la posibilidad de exportación (hipótesis 1 a 2 satélites tipo SARE cada dos años).
- Unidades recurrentes a producir estimado por año: 6 unidades/año.

(IV) Detonadores Piro-Mecánicos de aplicación Espacial

Volumen de mercado mínimo estimado

- Todos los lanzadores y prototipos de los mismos llevarán al menos un sistema de FTS, dos sistemas de FTS de exigirlo el rango y sistemas de liberación y apertura de vínculos y estructuras.
- Se esperan tres lanzamientos por año con el vehículo lanzador Tronador II operativo.

Se podría responder a parte de la demanda nacional de detonadores petroleros/mineros (orden de miles de detonadores por año).

Dentro de los planes espaciales de la CONAE, la misión SARE (primera serie de la Arquitectura Segmentada) planea desplegar 2 satélites por año. En base a ese proyecto nace esta necesidad.

(V) Baterías para Satélites

Volumen de mercado mínimo estimado

- Cada una de las misiones satelitales proyectadas por CONAE requieren baterías (en general una batería por satélite).
- CONAE planea los satélites SARE/SABIA-Mar (2 a 4 satélites cada año).
- Este desarrollo abre también la posibilidad de exportación (hipótesis 1 a 2 satélites tipo SARE cada dos años).
- Total de unidades a producir estimado: 3 unidades/año.



Adicionalmente este desarrollo puede ser la base para baterías a utilizar en otros proyectos espaciales, tanto LEO<sup>24</sup> como GEO.

---

<sup>24</sup> Low Earth Orbit, u órbita terrestre baja.