



IMPORTANCIA DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE COHETES SONDA EN LATINOAMÉRICA, BRASIL Y ARGENTINA

Importance of design and construction of sounding rocket in Latin America, Brazil and Argentina

**JENNY CAROLINA ROBLEDO
ASENCIO**

Ingeniería Aeronáutica

Fundación Universitaria Los Libertadores

Candidata a Magister en ingeniería
y tecnologías espaciales Área de
concentración combustión y propulsión
espacial Instituto Nacional de Pesquisas
Espaciais-INPE

E-mail: jcrobledoa@libertadores.edu.co

Fecha de recepción: 6 de noviembre de
2012

Fecha de aprobación: 6 de noviembre de
2012

ABSTRACT:

Countries such as Argentina and Brazil have the richest history in contributions to aerospace technology in Latin America. Most important contributions were generated by the institutions, national conditions and arrangements to promote research in this field. These two countries are clear examples of that in Latin America can make great contributions, and that all depends on the process and progress of the country interests. In this article you can see clear examples of institutional contributions within countries as well as international. It is to highlight the great contributions in sounding rockets, the basis of space programs established, ongoing improvements, and investment policies for development in action.

Key words:

Aerospace development, rocket, sounding rocket, launch, propellant.

RESUMEN:

Países como Argentina y Brasil, tienen una rica historia en aportes para la tecnología aeroespacial en Latinoamérica. Las contribuciones mas importantes fueron generadas por las instituciones, las condiciones del país y los acuerdos establecidos para promover la investigación en este campo. Estos dos países son claros ejemplos de que en Latinoamérica se pueden realizar grandes aportes, y que todo depende del proceso y los intereses de progreso del país. En este artículo se pueden ver claros ejemplos de contribuciones institucionales dentro de los países, como también internacionales. Es de resaltar los grandes aportes en cohetes sonda, como base de los programas espaciales establecidos, las constantes mejoras, y las políticas de inversión para el desarrollo en acción.

Palabras clave:

Cohete, cohete sonda, desarrollo aeroespacial, lanzamiento, propelente.

INTRODUCCIÓN

Argentina y Brasil son países muy importantes para la generación de conocimiento y tecnología para Latinoamérica, durante su historia se han realizado aportes importantes para el desarrollo de cohetes sonda, el interés por parte de instituciones direccionadas, hacen que hoy, sean consideradas competentes en la industria mundial. En el presente artículo se mencionan en breve como se ha logrado esto, como también los inicios de las instituciones que regulan el campo aeroespacial y aun fomentan la investigación.

Se realizara un breve recorrido de su historia aeroespacial, involucrando algunos detalles sobre las instituciones y nombrando los cohetes sonda con sus principales características y usos en diferentes épocas.

ARGENTINA

En Argentina la actividad espacial, inicia aproximadamente en agosto de 1947 cuando es creada la división de proyectos especiales en el instituto Aerotécnico-IA que tenía como propósito principal estudios y desarrollos en vehículos teledirigidos, y motores cohete. Paralelamente el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas Argentinas-CITEFA realizo la construcción de un motor cohete de combustible líquido AN-1 para impulsar un aeromóvil que se lanzaría desde un avión, su nombre era TABANO, que fue lanzado desde Salinas grandes en 1950 y alcanzó una velocidad aproximada de 800 y 900 km/h [1].

El plan espacial Argentino es iniciado el 28 de enero de 1960 con la creación de la comisión Nacional de Investigaciones Espaciales-CNIE en la Fuerza Aérea Argentina. De acuerdo con la iniciativa se crearon los primeros proyectos en coherería [1][2]:

Proyecto Centauro: donde se realizó el primer cohete Argentino el ALFA CENTAURO APEX-M6 lanzado en 2 de febrero de 1961 (Tabla 1), tenía la misión de efectuar estudios en alta atmósfera, era propulsado por pólvora

bibásica (Nitrocelulosa, Nitroglicerina y aditivos), y fue lanzado desde una base improvisada cerca de Santo Tomas en Pampa de Achala, Provincia de Córdoba [3]; en este mismo año fue creado el Centro de Experimentación y lanzamientos de proyectiles Autopropulsados (CELPA) en Chamental, La Rioja que entro en funcionamiento en mayo del siguiente año. Durante el periodo de 1961 hasta 1965 se realizaron pruebas con cohetes ALFA, BETA y GAMA, los últimos de 2 etapas y con la misión de medir los sistemas telemétricos abordo, pruebas de separación de las dos etapas y recuperación de cargas útiles por medio de paracaídas [1][4].

ÍTEM	APEX-M6
Alcance	20 km
Carga útil	3,3 kg
Diámetro carga útil	0,101 m
Diámetro del motor cohete	0,094 m
Impulso total	1800 kg/s
Longitud	2,705 m
Longitud de carga útil	1,088 m
Longitud motor cohete	1,617 m
Masa propelente	11 kg
Masa total de lanzamiento	28 kg
Tiempo de combustión	1,23 s

Tabla 1. Características del cohete Alfa Centauro.

En la asamblea científica de la COSPAR en 1965 realizada en el mar de la Plata, Buenos Aires, Argentina tomo la iniciativa sugiriendo la creación de una red interamericana de estaciones de cohetes meteorológicos para estudios en la alta atmósfera entre 30 y 60 km de altura, idea formalizada en participación de la NASA (National Aeronautics and Space Administration), CNAE Brasil (Comissão nacional de atividades Espaciaies y la CNIE Argentina (Comisión Nacional de Investigaciones espaciales), dando como resultado la creación de EXAMETNET (Experimental Interamerican Metereological Rocket Network), en 1966 se lanzaron cohetes nombrados JUDI en marco de este proyecto [2][5].

Proyecto Orión: El 13 de agosto de 1966 se lanza el primer ORIÓN II (Tabla 2), fue construido utilizando un combustible compuesto de poliuretano y diseñado

principalmente para estudios más elevados de la atmósfera terrestre y llevar a cabo experimentos biológicos de magnitud en los cuales fue transportando en una cápsula un ratón e instrumental necesario para su análisis y control durante la trayectoria, fue una prueba exitosa [2]. Paralelamente es construido el cohete CANOPUS (Tabla 2) que fue lanzado en noviembre del mismo año [5][7]. Gracias al avance en estos dos cohetes Argentina pudo probar su primer proyecto suborbital, lanzado el 17 de diciembre de 1967 el RIGEL R-10 de dos etapas, la primera etapa con CANOPUS y la segunda con ORION por un lapso de 9 min [7].

ÍTEM	ORION II	CANOPUS	CASTOR
Longitud total (m)	3	4,67	8
Etapas	1	1	1
Masa total (kg)	-	280	280
Masa de carga útil (kg)	20	50	75
Apogeo (km)	114	100	500

Tabla 2. Características del cohete ORION II, CANOPUS y CASTOR.

En diciembre 23 de 1969 la Fuerza Aérea Argentina con técnicos y científicos de la Universidad nacional de Tucumán efectuaron el lanzamiento del RIGEL 04 de dos etapas donde viajaron un mono caí misionero, el lanzamiento fue exitoso, y alcanzo una altura de 60 km durante un tiempo de 8 min. En diciembre 19 de 1970 el cohete CASTOR (Fig. 3) realiza un gran logro en la historia espacial Argentina, alcanzando un altura de 500 km [6].

Proyecto Tauro: El proyecto es iniciado en 1977 con la realización de los cohetes ANTARES, propulsados a base de cloruro polivinílico. En diciembre 10 de 1981 uno de los cohetes tauro de dos etapas despegas desde Chamental con 100 kg de carga alcanzando una altura de 160 km. En 1979 se inicia el “plan de satelización” iniciado por el entonces comandante en jefe de la Fuerza Aérea Argentina, con apoyo tecnológico de la empresa Alemana CONSEN, subsidiaria de la DORNIER, y con ello también el comienzo de la Planta de Falda del Carmen que fue terminada para 1983. El plan de satelización destinado a elaborar un motor con propulsante sólido con el objetivo de desarrollar

un cohete de una etapa con un alcance de 300 km; desarrollar un sistema de control y un cohete de dos etapas con la posibilidad de llevar carga útil de 400 kg a 550 km de altura; y finalmente, la construcción de un vehículo de lanzamiento modular que lograría colocar una carga útil de 200 kg en orbitas bajas, objetivo que debería lograrse para el año de 1990. El tipo de propelente fue cambiado de líquido a sólido, puesto que brindaba mayores ventajas según las especificaciones del proyecto y los fines militares que estaban siendo desarrollados para esta época [2].



Figura 1. Cohete CASTOR CR-01 lanzado en la Base Chamental Rioja [54].

El primer prototipo realizado fue el CONDOR I que alcanzó los 300 km y transporto una carga útil de 500 kg, se innovo en la utilización de un combustible llamado “composites”, el sistema de dirección era inercial-aerodinámico, por medio de aletas; los primeros ensayos

estáticos del motor se realizaron más o menos entre 1983 y se tenía planeado lanzar el CONDOR I para finales del 1985. Con motivo de validar el desarrollo hecho en el último avance, se construyó el CONDOR I A-III también llamado ALACRÁN que fue un cohete táctico de artillería de 120 km de alcance con un sistema de dirección inercial aerodinámico y capaz de transportar 250 kg de carga útil, fue lanzado varias veces en 1988 a modo de prueba en Chamental. Al principio el proyecto se realizó con fines civiles, y fue cambiado para realizar el desarrollo de misiles que tuviera dentro de su radio de alcance objetivos Chilenos y en las Islas Malvinas [2]. En 1984 se firma un decreto "secreto" entre Argentina y Egipto, donde Argentina entrega a Egipto 44 motores de combustible sólido además de transferencia de tecnología para producirlos, e incorporando a técnicos Egipcios en las instalaciones de Falda del Carmen. Para 1987 se construye la empresa integradora Aeroespacial S.A. (INTESA SA) en unión de la Fuerza Aérea Argentina, CONSELTEC SA y DESINTEC SA [2]. Al culminarse la primera etapa del proyecto CONDOR y tomando en cuenta los avances en el campo de la propulsión, se da inicio a la segunda etapa del proyecto que se enfocaba en la construcción de un cohete de dos etapas controlado y guiado desde tierra al cual se le dio el nombre de CONDOR II, alcanzaría los 1200 km y transportaría una carga de 500 kg de carga bélica, su misión era disparar a objetivos con márgenes de error de 3000 m. En abril de 1987 Argentina firma el acuerdo MTCR (Missile Technology Control Regime) en el cual los países que firmantes se comprometían a negar la transferencia de tecnología de misiles con sistema guiado, capaces de transportar cargas mayores a los 500 kg, a distancias superiores a los 300 km, por lo que el proyecto CONDOR fue detenido, para el 28 de mayo de 1991 fue desactivado por el ministro de defensa, y debido a distintas oposiciones patrióticas finalmente terminó para 1993, fueron destruidos los misiles construidos [2].

En 1994 se crea un decreto (Decreto 2076/94) que promulga "el plan espacial Argentina en el espacio

1995-2006", enfocado en el desarrollo de satélites para aplicaciones científicas y logra resultados en los siguientes proyectos [6][8][9]: Satélite Víctor I, Satélite SAC-B y el Satélite SAC-C. Para el plan nacional de 2004-2015, que actualizaba el plan nacional anterior, se contempló el desarrollo espacial de Argentina en la realización de estaciones terrenas en Tierra de Fuego, y el sector Antártico, y la realización de misiones satelitales [10]: Satélite SAC-D (AQUARIUS)[57][58], Satélite SAC-E (SABIA)[8] y el Satélite SAOCOM I[11].

El 10 de enero del 2007 fue lanzado en Sriharikota, India el Satélite PEHUENSAT-1, a bordo del cohete PSLV C-7 de ISRO (Indian Space Research Organization), el satélite fue producto de 5 años de investigación de profesores y estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Comahue, la Asociación Argentina de Tecnología Espacial (AATE) y (AMSAT) Argentina; el satélite aun está en órbita y tiene como objetivo comunicar a escuelas y universidades de toda Argentina y el mundo, transmitiendo mensajes en diferentes idiomas [10].

En el plan nacional 2004-2015, establece el proyecto TRONADOR [12], en el cual la primera fase estará enfocada en el desarrollo de un motor propulsor a base de anilina y ácido nítrico, la segunda fase en la construcción de cohete con un sistema de navegación guiado y controlado, a fin de constituirse en un inyector satelital que use en sus primeras etapas motores brasileños. En este proyecto se pretende también la conformación de grupos universitarios apoyados por profesionales de diferentes instituciones responsables de los distintos subsistemas del cohete, cumpliendo así con el plan nacional Espacial, entre las instituciones involucradas en este proyecto se encuentra: el Instituto Universitario Aeronáutico-IUA Córdoba, la Fuerza Aérea Argentina-FAA, la Comisión Nacional de Energía Atómica-Instituto Balseiro-CNEA-IB, la Comisión Nacional de Actividades Espaciales- CONAE, y el Centro de Investigaciones Técnicas de las Fuerzas Armadas-CITEFA [13][14].

Como se ha podido observar, los avances tecnológicos aeroespaciales presentados por Argentina fueron dados con fines militares y científicos, lo que ha permitido el avance en el área de la cohería, además de los convenios generados en instituciones dentro y fuera del país, como de las agencias espaciales de distintas partes del mundo. Lo que demuestra que la industria espacial argentina, es una de las más sobresalientes en Latinoamérica. Es de gran importancia el apoyo que presentan las instituciones para la formación de personas capacitadas en este campo, y el trabajo mano a mano de las universidades con estas instituciones.

BRASIL

El interés de Brasil en investigaciones aeroespaciales se genera en 1941 con la creación del Ministerio de Aeronáutica, el Ministerio a su vez crea en 1946 el Centro Técnico de Aeronáutica, hoy día llamado Departamento Técnico de Ciencia y Tecnología Aeroespacial-DCTA. En 1950 se da inicio a las actividades del Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA [15].

En la etapa de 1950-1970 fueron creadas las principales instituciones que administran, regulan y desarrollan actividades a nivel espacial en Brasil, tales fueron: el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico-CNPq; la Comisión Nacional de Actividades espaciales-CNAE [15][16]; el Grupo de Trabajo de Estudios y Proyectos Espaciales-GTEPE; el Centro de Lanzamiento de Barrera del Infierno-CLBI; el Grupo Ejecutivo de y Trabajo Estudio de Proyectos Espaciales-GETEPE; la Empresa Brasileña de Aeronáutica S.A. EMBRAER; y se realizaron los primeros acuerdos en cooperación con Alemania[15].

GETEPE proyectó y lanzó los primeros cohetes sonda: el cohete SONDA I[15], fue desarrollado para el transporte de cargas útiles científicas y tecnológicas. Se efectuó el lanzamiento del cohete mono etapa SONDA II, evolución del cohete SONDA I e innovo en su masa, alcance, nuevas protecciones térmicas, nuevos propelentes

y una electrónica más moderna [17] [18]. El Instituto de Aeronáutica y Espacio-IAE inició el desarrollo del cohete de dos etapas SONDA III el cual utilizaba propelente sólido y era capaz de transportar cargas útiles científicas y tecnológicas de hasta 150 kg, este vehículo recibió por primera vez sistemas de instrumentación completo: de separación de etapas, de ignición para la segunda etapa, de tele destrucción, de control de altitud de los tres ejes de carga útil, de recuperación de la carga en el mar, además de muchos dispositivos electrónicos. En la Tabla 3 se pueden observar las especificaciones de los cohetes SONDA I, II y III.

ÍTEM	SONDA I	SONDA II	SONDA III
Longitud total (m)	3,1	4,534	6,985
Diámetro máximo (m)	0,127	0,3	0,557
Etapas	2	1	2
Masa total (kg)	59	368	1548
Masa de carga útil (kg)	4,5	70	150
Apogeo (km)	70	100	650

Tabla 3. Características del cohete SONDA I, II y III.

En la etapa de 1971-1989: fue creado el Instituto de Investigaciones Espaciales; la COBAE (Comisión Brasileña de actividades Espaciales), y el NUIAE (Núcleo del Instituto de actividades espaciales) en el CTA (Centro Técnico Espacial) e incorporando el GETEPE; el CTA firmó un convenio de cooperación en el campo de la Investigación Aeronáutica y Espacial, con el NFVLR (Instituto Alemán de Investigaciones y ensayos de Navegación Aérea y Espacial) [15] [19]; Brasil se posiciono como tercer país después de los Estados Unidos y Canadá, en tener una estación operacional (Cuiabá/MT) para recibir imágenes de satélites; se desarrollaron cohetes equipados con sistemas de pilotaje automático, que condujeron al desarrollo del cohete de dos etapas SONDA IV (Tabla 4), este cohete utilizaba propelente sólido y fue proyectado con el fin de obtener el dominio de las tecnologías indispensables para el desarrollo del vehículo lanzador de satélites VLS; fue aprobada la Misión Espacial Completa Brasileña-MECB en donde se desarrollaron vehículos lanzadores y

se implementaron centros de lanzamiento en suelo brasileño; Brasil y Colombia firmaron un acuerdo de cooperación científica y tecnológica [15]; empieza el desarrollo en el Instituto de Aeronáutica y espacio (IAE) del cohete de sondaje monoetapa VS-30 (Tabla 4), correspondiente a la primera etapa del cohete SONDA III [17]; fue inaugurado el CLA (centro de lanzamiento de Alcântara) en Maranhão (MA) [20]; fue creado el Ministerio de Ciencia y Tecnología - MCT, y el Instituto Nacional de Pesquisas espaciales - INPE pasa a pertenecer al MCT, como un órgano autónomo; se dio inicio a las operaciones del CLA con el lanzamiento del cohete SONDA-2; fue inaugurado el Laboratorio de Integración y Testes-LIT del INPE; Brasil y China firmaron un acuerdo de cooperación para el desarrollo de los satélites sino-brasileño de recursos terrestres CBERS; Brasil y el Gobierno de la Unión de las Repúblicas Socialistas Soviéticas firmaron el protocolo sobre la cooperación en el campo de la investigación espacial y de la utilización del espacio para fines pacíficos; Brasil y Argentina firmaron una declaración conjunta sobre la cooperación bilateral en los estudios pacíficos del espacio exterior [15].

En la etapa de 1990-1999: fue lanzado el primer satélite brasileño de recolección de datos SCD-1, que tenía la misión de coleccionar datos ambientales; se realizó el primer vuelo en el CLA, del cohete VS-40 (Tabla 4), con el objetivo de realizar testes de la cuarta etapa del vehículo Lanzador de Satélites VLS [18][16]; fue creada la Agencia Espacial Brasileña AEB, institución responsable de formular y coordinar la política espacial brasileña; fue realizada la primera campaña internacional (operación Guarã) de lanzamiento de cohetes de sondaje en el CLA, y Brasil se adhiere al régimen de control de tecnologías de misiles [15]; Brasil y Argentina firmaron un memorando de entendimiento que establece un cuadro de cooperación en actividades espaciales entre la AEB y el centro Nacional de Estudios Espaciales CNES [15]; Brasil y Chile firmaron un acuerdo básico de cooperación científica, técnica y tecnológica; fue firmado un acuerdo de

cooperación en los usos pacíficos del espacio exterior con Estados Unidos; se realizó el primer teste en vuelo del VLS-1, a partir del CLA, y el primer vuelo de calificación del cohete VS-30 (Tabla 4); Brasil ingresó en el Programa Espacial Internacional ISS [64]; fue lanzado en Florida, Estados Unidos el satélite brasileño SCD-2, la AEB selecciono el primer candidato brasileño astronauta; el satélite CBERS-1 fue lanzado por cohetes Chinos LONGA MARCHA IV de la base de Taiyuan, en China, fue realizado el vuelo del segundo prototipo del VSL-1 (Tabla 5), con falla del propulsor de segunda etapa; fueron lanzados dos microsátélites científicos, SACI 1 que falla, y el SACI 2, a bordo del cohete LONGA MARCHA IV y del VLS; Brasil y Ucrania firmaron un acuerdo sobre cooperación en los usos pacíficos del espacio exterior [18].

ÍTEM	SONDA IV	VS-30	VS-40
Longitud total (m)	9,185	7,428	6,725
Diámetro máximo (m)	1	0,557	1
Etapas	2	1	1
Masa total (kg)	6917	1460	6235
carga útil (kg)	500	260	500
Apogeo (km)	1000	160	650

Tabla 4. Características del cohete SONDA IV, VS-30 y 40.

En la etapa de 2000-2004: fue lanzado el primer prototipo de sondaje VS-30 ORIÓN durante la operación Pirapema, y se testa el VS-30 en la operación Cumã; se firmó el nuevo acuerdo de cooperación entre Brasil y China para el desarrollo de los satélites CBERS-3 y CBERS-4; se firmó el tratado entre la República Federativa de Brasil y Ucrania sobre la cooperación de largo plazo en la utilización del vehículo lanzador CYCLONE-4 en el CLA; el satélite SCD-1 Completó 10 años en órbita, y el SCD-2 completó 5 años; Lamentablemente ocurrió un accidente en el CLA con el vehículo lanzador de satélites VLS-1; se lanzó el CBERS 2 a partir del centro de lanzamiento de Taiwán [16]; fue firmado el acuerdo marco entre el Gobierno de Brasil y el Gobierno de India en los usos pacíficos del espacio exterior; se dio inicio a los lanzamientos

del cohete VSB-30 (Tabla 5), una versión del cohete VS-30, además de una etapa para aumentar la capacidad de carga útil y tiempo de micro gravedad, el desarrollo del vehículo comenzó en mediados del 2000, y fue fruto de una cooperación entre las Agencias espaciales Brasileña AEB y Alemana DLR. El vehículo VSB-30 fue creado para contribuir con el avance de la ciencia al permitir la ejecución de experimentos científicos y tecnológicos, sus siglas significan Vehículo de sondaje Booster-30 [15][16] [21].

ÍTEM	VSB-30	VLS
Longitud total (m)	12,6	19
Diámetro máximo (m)	0,57	1
Etapas	2	4
Masa total (kg)	2.570	50000
carga útil (kg)	400	300
Apogeo (km)	270	1000

Tabla 5. Características del cohete VSB-30 y VLS.

En marzo 30 del 2006 el teniente coronel Marcos Pontes se convierte en el primer astronauta brasileño al partir en dirección a la Estación Espacial Internacional ISS, a bordo de la Nave Rusa SOYUZ 8, con ocho experimentos científicos para la ejecución en ambiente de micro gravedad en conmemoración a el vuelo del 14 Bis (misión Centenario-Santos Dumont). Se estable para este año la empresa binacional ACS (Alcántara Cyclone Space) [15].

En 2007 fue lanzado el satélite Brasileño CBERS-B, en china; y se realizó la primera reunión del consejo de administración de la ACS y efectiva instalación de la empresa. En el 2008 se concentran una serie de sucesos dentro de la historia espacial brasileña [15]: se creó el Centro de Ciencia del Sistema terrestre y el Centro regional del Amazonas del INPE; el programa CBERS completó 20 años de funcionamiento; Brasil firmó un acuerdo de cooperación en el área espacial con Francia, y con Italia se firmó el término de cooperación, en donde firmaron la carta de intenciones para la exploración de oportunidades para cooperación en el Espacio Nacional e Internacional en tecnologías y aplicaciones; se dió inicio a las obras de

reconstrucción de la torre Móvil de Integración TMI en el centro de lanzamiento de Alcántara MA; Brasil y argentina firmaron un acuerdo de cooperación en el área espacial, además de un acuerdo de cooperación por medio de la AEB y de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales de la República de Argentina para desarrollo de actividades conjuntas en las áreas de control de altitud y orbita, cámaras de imágenes de largo barrido y procesamiento de datos sensoriales orbitales.

En 2009 y 2010 se firmó con Bélgica el acuerdo de cooperación en el área espacial, el VS-30 recibe una certificación en Suecia, para la operación FOGTREIN I en el CLBI fueron lanzados dos cohetes de entrenamiento básico FTB; El instituto de aeronáutica y espacio completo 55 años [15]; en la operación Barrera I en el CLBI se lanzó un cohete de entrenamiento Intermediario FTI [22], se anunció el fin de las operaciones del CBERS después de tres años de funcionamiento; En la operación FOGTREIN I en el CLA se lanzaron dos cohetes, un cohete de Entrenamiento Básico FTB y un cohete de Entrenamiento Intermediario FTI; Se expidió por el IBAMA (Instituto Brasileño de Medio Ambiente y de Recurso Naturales renovables) la licencia que permite el inicio de las obras del sitio de lanzamiento de la ACS, lugar de lanzamiento del Cyclone-4; fueron lanzados tres cohetes de entrenamiento Básico FTB del CLBI; se conmemoró los 40 años del INPE y se inauguró un super computador para la previsión de tiempo y estudios en cambios climáticos, al mismo tiempo que el Centro de Lanzamiento de Barrera del Infierno conmemoró sus 45 años [64]; se desarrolló la operación FOGTREIN II y MARACATI II en el CLA en la primera fueron lanzados dos cohetes de Entrenamiento Básico FTB y un cohete de Entrenamiento Intermediario FTI, y en la segunda un VSB-30 fue lanzado llevando experimentos científicos, su carga útil fue rescatada con éxito [15].

Enfatizando en los vehículos de sondaje, Brasil por medio del Instituto de aeronáutica y Espacio (IAE/DCTA) y de la Industria Aeroespacial, desarrollo y produjo un conjunto de cohetes para la experimentación científica

y tecnológica. Con el dominio de los cohetes de sondaje se estableció la base para el desarrollo de un vehículo lanzador de Satélites VLS, artefacto de cuatro etapas con cerca de 50 toneladas en despegue, y capaz de lanzar satélites de 100 kg a 350 kg, en altitudes de 200 km a 1000 km [17].

El actual Vehículo Lanzador de cohetes VLS-1 se analizó en 15 concepciones, dando como resultado una configuración Cluster con cuatro propulsores geométricamente distribuidos en torno a un cuerpo central, una configuración semejanza a la utilizada en diferentes lanzadores operacionales; el desarrollo es una consecuencia natural de aproximadamente 25 años de experiencia acumulada por el Instituto de Aeronáutica y Espacio IAE en cohetes sonda [16] [21], entre sus características más relevantes de este vehículo convencional, están: cuatro etapas que totalizan una longitud de 19 m y una masa total en el despegue de 50 toneladas, su sistema de propulsión usa propelente sólido en todas sus etapas, y posee una capacidad de colocar en órbita circular de 250 km a 1000 km de altitud satélites de 100 kg a 300 kg [18].

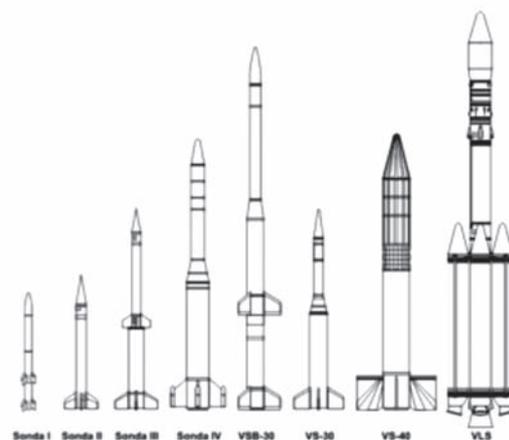
Actualmente el VLS-1 es el principal proyecto totalmente nacional en el área de lanzadores de satélites y se encuentra en la fase de calificación en vuelo, hasta ahora fueron construidos tres prototipos y efectuados dos lanzamientos en el CLA, los lanzamientos de los prototipos V01 y V02 realizados entre 1997 y 1999, problemas técnicos comprometieron el cumplimiento de la misión como un todo, pero no impidieron la calificación en vuelo de diversos componentes del vehículo [66]; el prototipo V03 cuyo lanzamiento debería haber ocurrido en 2003, resulto en un accidente el 22 de agosto de ese año, antes del intento de lanzamiento [18][16].

Los cohetes sonda son utilizados para misiones suborbitales de exploración del espacio, con capacidad de lanzar cargas útiles compuestas por experimentos científicos y tecnológicos; Brasil posee vehículos operacionales de este tipo que suplen una buena parte de las necesidades, además de haber tenido exitosos lanzamientos. Las actividades que desarrollaron cohetes de

sondaje comenzaron en 1965 con el cohete SONDA-I quien efectuó el primer vuelo inaugural en el CLBI, y durante un periodo de 12 años fueron realizados más de 200 experimentos con cohetes de este tipo, actualmente la política de involucramiento creciente de las universidades y Centros de Investigación en el Programa espacial Brasileiro viene acarreado una demanda mayor de estos vehículos, lo que permite la continuación de su producción [17].

En la Fig. 2 se pueden observar todos los cohetes brasileros desarrollados, como muestra de su evolución a través de los años. Brasil es uno de los países latinoamericanos que cuenta con una industria aeroespacial sólida, proporcionando una fuente de progreso, es de sobrellevar la inversión que hacen antes del estado en bolsas de estudio para desarrollar investigaciones concernientes a este campo lo que ha permitido de manera gradual, grandes avances.

Figura. 2. Cohetes desarrollados en Brasil.



CONCLUSIONES

Es importante reconocer los avances en materia de tecnología aeroespacial que se han realizado en la región, ya que de estos Colombia puede tomar ejemplo, e integrarse, proporcionando aportes de gran magnitud. Lo que es más importante ahora es establecer políticas de apoyo en educación como lo han venido haciendo

Argentina y Brasil, como también inversiones en la investigación para la nación, es muy importante cultivar la cultura de la academia integrada con las instituciones del gobierno, trabajando a la par para generar contribuciones que crean mejoras en las condiciones del país.

La tecnología es una herramienta, que bien direccionada y utilizada, puede suplir necesidades comunes y crear independencia. Aunque pequeños aportes, otros países de la región ya han generado y establecido los primeros pasos para el desarrollo aeroespacial en Latinoamérica, estos son descritos en el artículo "IMPORTANCIA DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE COHETES SONDA EN LATINOAMÉRICA (OTROS PAÍSES)".

REFERENCIAS

- [1] *Historia de la cohertería en Argentina, el sitio de la cohertería experimental amateur de juan parczewski*, disponible: <http://www.jpcoheteria.com.ar/que.htm#bases>
- [2] *Historia de la cohertería en Argentina, el sitio de la cohertería experimental amateur de juan parczewski*, disponible: <http://www.jpcoheteria.com.ar/Alfacentauro.htm>
- [3] *RAK 2 Opel's contribution to the space Race*, disponible: <http://www.droopsnoot.co.uk/rak2.htm>
- [4] A. Viscardi, *El Programa Espacial Argentino, 1960-2008. Un análisis de largo plazo*. Universidad Nacional de La Plata.
- [5] *Argentina y la conquista del espacio*, disponible: http://www.reconquistaydefensa.org.ar/_historia/espacio/conquista.htm
- [6] *Cohete CASTOR de fabricación en Argentina*, disponible: <http://www.tomamateyavivate.com.ar/tecnologia-argentina/cohete-castor-de-fabricacion-argentina/>
- [7] J. Navesnik, *el cohete sonda CANOPUS y su legado*, 2006.
- [8] Dossier del lanzamiento misión satelital SAC-D/AQUARIUS, Vandenberg, California, EEUU, 2011.
- [9] Proyecto conjunto de la Universidad Nacional del Comahue, AATE y Amsat Argentina, disponible: www.aate.org/pehuensat.html
- [10] Comisión Nacional de Actividades Espaciales, SAC-E, disponible: <http://www.conae.gov.ar/satelites/sac-e.html>
- [11] INVAAP, área de aeroespacial y gobierno, disponible: <http://www.invaap.com.ar/es/area-aeroespacial-y-gobierno/proyectos/satellite-sac-daquarius.html>
- [12] Comisión Nacional de Actividades Espaciales, proyecto tronador, disponible: www.conae.gov.ar/accesoal espacio/tronador.html
- [13] Comisión Nacional de Actividades Espaciales, SAOCOM, disponible: <http://www.conae.gov.ar/satelites/saocom.html>
- [14] Lanzamiento PSLV C-7, polar satellite Launch vehicle C-7, disponible: www.aate.org/lanzamiento.html
- [15] Agencia Espacial Brasileira, disponible: http://www.aeb.gov.br/index.php?secao=linha_do_tempo
- [16] Garcia, Yamanaka, Barbosa, Bizarria, Jung, Scheuerpflug, VSB-30 sounding rocket: history of flight performance. Institute of Aeronautics and Space- SJC Brasil. German Aerospace Center.
- [17] B. Harvey, H. Smid, T. Pirad, *Emerging space powers: the new space programs of Asia, the middle east and South America*, Springer berlin Heidelberg, New York, 2010.
- [18] A. Castro, *Foguetes no Brasil, do foguete Congreve ao VLS*, parte 3.
- [19] *Agencia Espacial Brasileira, Veículos Lançadores*, disponible: <http://www.aeb.gov.br/index.php?secao=lancadores>
- [20] C. Bastos, *Astros II o eficiente sistema de artilharia de foguetes Brasileiros-1*, Universidade Federal de Juiz de Fora.
- [21] J. Leite, *AVIBRAS Industria Aeroespacial S/A*.
- [22] C. Bastos, *foguetes no exercito Brasileiro 1949-2009*, Universidade Federal de Juiz de Fora.