

# DISEÑO DEL VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO SOLVENDUS<sup>1</sup>

## DESIGN UNMANNED AERIAL VEHICLE SOLVENDUS

\*Ing. Julio Enoc Parra

**ABSTRACT:** - This article reflects the current state of the design of unmanned aerial vehicle UAV *SOLvendus*, showing the historical process around the aircraft development, where it is considered the trend that carried out in the different phases, besides it describes the major systems and components that characterize it such as: the recognition system, the power supply system for photovoltaic solar panels, the takeoff assisted rockets system, being one reconnaissance aircraft. It takes into account some special considerations for the integration of each system, citing some results obtained in the project.

**Keywords:** Aerodynamics, Solar Aircraft, Aerospace Design, RATO, Unmanned Aerial Vehicle.

**RESUMEN:** El presente artículo refleja el estado actual del diseño de un vehículo aéreo no tripulado denominado *VANT SOLvendus*, mostrando el proceso histórico alrededor del desarrollo de la aeronave, en donde se consideran la tendencia que se ha llevado a cabo en las diferentes fases, además se describen los sistemas y componentes principales que caracterizan la misma como son: el sistema de reconocimiento, el sistema de abastecimiento de energía por paneles solares fotovoltaicos, el sistema de despegue asistido por cohetes, siendo una aeronave de reconocimiento. Se tiene en cuenta algunas consideraciones especiales de la integración de cada sistema, citando algunos resultados obtenidos en el proyecto.

**Palabras claves:** Aerodinámica, Aeronave Solar, Diseño Aeroespacial, RATO, Vehículo Aéreo No Tripulado.

---

Fecha de recepción: 4 de junio de 2014

Fecha de aprobación: 20 de junio de 2014

---

<sup>1</sup>Marco Proyecto: Vehículo Aéreo no Tripulado – VANT SOLvendus (5 fases), Grupo de Investigación en Ciencias Aeroespaciales GICA, Líneas de Investigación Automatización y Transporte y Calidad ambiental y producción más limpia. Facultad de Ingeniería, Programa Ingeniería Aeronáutica, Fundación Universitaria Los Libertadores.

\*Docente – Investigador. Director Grupo de Investigación en Ciencias Aeroespaciales-GICA. Fundación Universitaria Los Libertadores  
jeparrav@libertadores.edu.co

## INTRODUCCIÓN

Los Vehículos Aéreos No Tripulados – VANT, (UAV por sus siglas en inglés) son aeronaves capaces de navegar de manera autónoma, estos en la actualidad utilizan dispositivos electrónicos de control, que permiten navegar sin intervención humana abordo.

El Grupo de Investigación en Ciencias Aeroespaciales – GICA, del programa de Ingeniería Aeronáutica de la Fundación Universitaria Los Libertadores, estudia tópicos relacionado con el diseño y desarrollo de estas tecnologías desde el año 2009, por lo cual desarrolla el diseño de un VANT el cual ha nombrado *SOLvendus*[1] (*del griego digno de ser liberado*) en honor a la institución que lo respalda, creyendo que representa y conmemora el nombre de la misma, por su apoyo y patrocinio en el proyecto, además resaltando la sílaba SOL al proponerse como la primera aeronave solar que se registra en Colombia[2].

## HISTORICIDAD

El *VANT SOLvendus* surge en el año 2009 como una propuesta de investigación del GICA a corto plazo, la cual empieza a desarrollarse a partir del año 2010, donde se estudió la importancia de los VANT's, sus tecnologías implementadas y posibilidades de desarrollo en Colombia[3], teniendo en cuenta la implementación de tecnologías amigables con el medio ambiente, como el uso de energías alternas a través de celdas solares fotovoltaicas[4]; año en que se establece el diseño de la aeronave como un macro pro-

yecto que se extiende hasta el año 2014[5]. Dicho proyecto, que adelanta el desarrollo del *VANT SOLvendus*, implementa la metodología de diseño propuesta por Roskam [6], integrando sistemas que caracterizan la aeronave como son: el sistema de reconocimiento [7] y de despegue asistido por cohetes (RATO<sup>2</sup> por sus siglas en ingles), sistemas utilizados comúnmente de manera independiente en aeronaves no tripuladas [8].

Durante el año 2011 se adelantó el diseño conceptual de la aeronave, analizando la integración de los sistemas antes mencionados [7], teniendo en cuenta las implicaciones técnicas y de manufactura requerido en la misma, como las condiciones de altas aceleraciones provistas por el RATO[9] e implicaciones aerodinámicas del uso de celdas de silicio poli-cristalino a través de perfiles súper-críticos[10]. En este mismo periodo el proyecto tiene un acercamiento con la Escuela de Ingeniería de Sao Carlos-EESC, de la Universidad de Sao Pablo- USP, en Brasil, logrando proponer soluciones permisibles para la integración de los sistemas antes mencionados. En este contexto, en el año 2012, en colaboración con la EESC, se adelanta el diseño preliminar (figura 1) de la aeronave, lo que permite analizar con mayor profundidad condiciones de integración de cada sistema, como la implementación de paneles fotovoltaicos siliconados flexibles[2], permitiendo el uso de perfiles aerodinámicos más eficientes a las condiciones de vuelo de la aeronave[11] las cuales se analizaron experimentalmente obteniendo resultados que vislumbran el comportamiento real de la aeronave. El GICA ha proyectado implementar el diseño adelantado en desarrollo del *VANT SOLvendus* en el presente año [5].



Figura1: diseño *VANT SOLvendus*

Fuente: Grupo de investigación en Ciencia Aeroespaciales GICA

<sup>2</sup> Rocket Assisted Take-Off

<sup>3</sup> Puntos significativos en la ruta de vuelo, correspondientes a coordenadas 3d.

**CARACTERÍSTICAS DE LA AERONAVE**

El VANT SOLvendus es una aeronave no tripulada y como tal contempla un sistema de navegación [3]

para programación de vuelo orientado por *Waypoint* como se muestra en la figura 2[2], además cumple una misión de reconocimiento que opera con energía solar fotovoltaica y RATO:

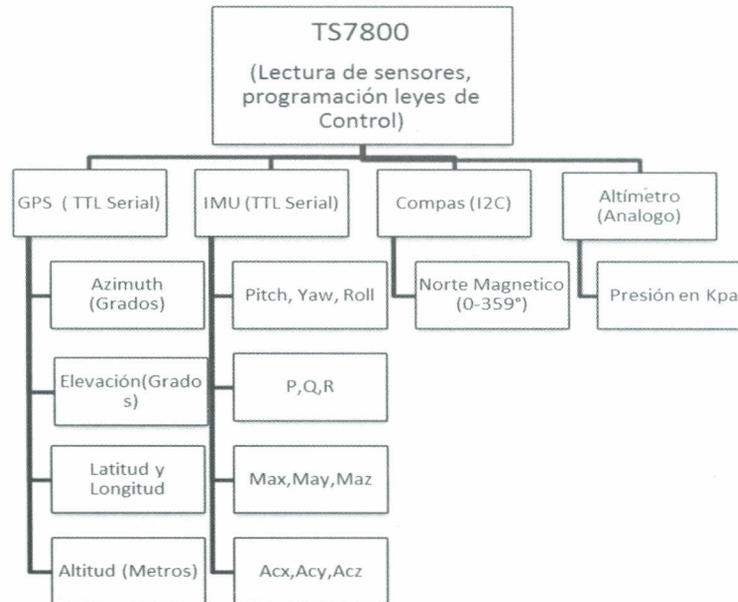


Figura. 2: Esquema del sistema de navegación  
Fuente: Grupo de investigación en Ciencia Aeroespaciales GICA

**A. Configuración aerodinámica**

El VANT SOLvendus se desplaza en regímenes de vuelo entre 9 m/s y 20 m/s (régimen que se considera como baja velocidad), dicha condición implica conservar un alto coeficiente de sustentación para el cumplimiento de su operación; en dicho contexto se ha buscado una configuración altamente eficiente y estable, por lo cual es una aeronave con alas de alta

*Relación de aspecto* que integra un perfil en el ala NLF [1]-0414[7][2][11]. La aeronave fue probada experimentalmente en el Laboratorio de Aerodinámica Experimental (LAE) de la EESC, en el túnel de viento de circuito cerrado del Campus I, utilizando una balanza de tres grados de libertad disponiendo el modelo de forma horizontal como se muestra en la figura 3[12].



Figura. 3: De izquierda a derecha a) modelo final de pruebas b) montaje del modelo c) pruebas de la aeronave  
Fuente: Grupo de investigación en Ciencia Aeroespaciales GICA

La aeronave describe un comportamiento altamente estable, con alta eficiencia aerodinámica, lo cual busca reducir la potencia requerida por la misma, como

se puede analizar de las curvas de sustentación y resistencia (Figura 4) operando en velocidades cercanas a las 14 m/s[12]

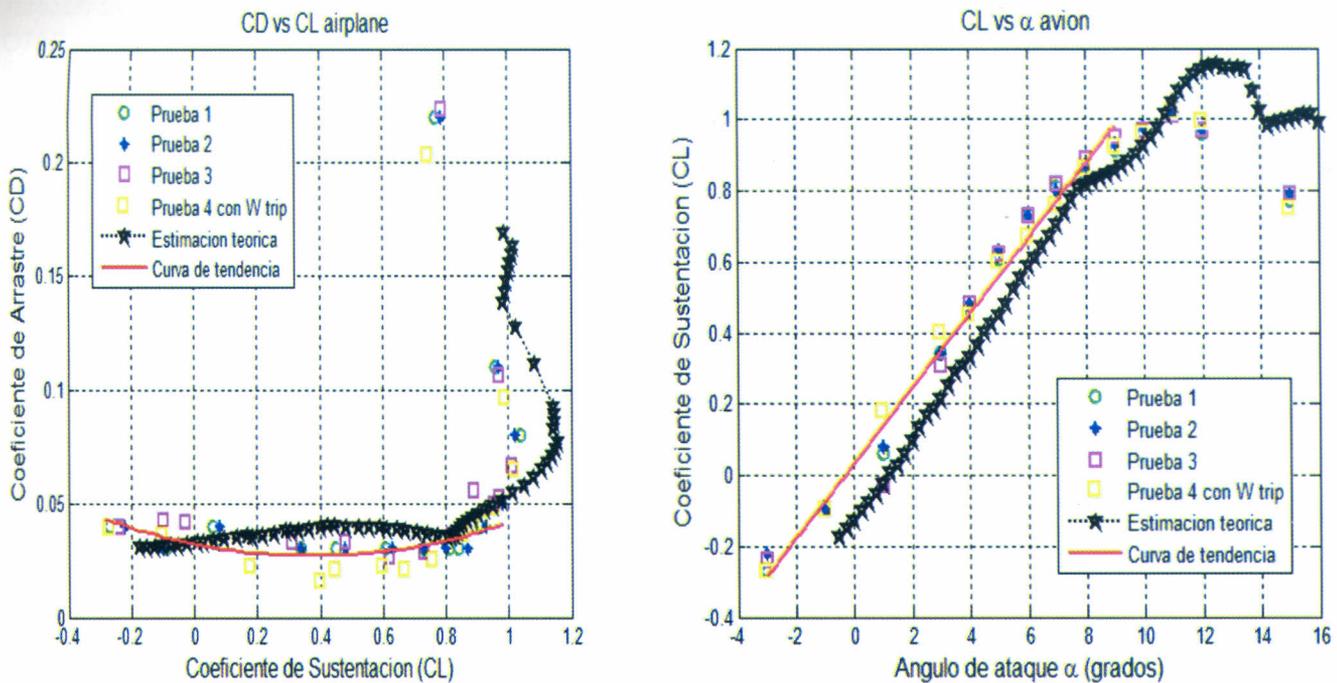


Figura. 4: De izquierda a derecha a) Curva polar VANT SOLvendus b) CL vs  $\alpha$  VANT SOLvendus  
Fuente: Grupo de investigación en Ciencia Aeroespaciales GICA

**B. Sistema de abastecimiento:**

Teniendo en cuenta la eficiencia máxima ofrecida por los paneles solares [4], únicamente están en capacidad de abastecer eléctricamente a los sistemas electrónicos de control y navegación de la aeronave. Para el abastecimiento de los motores de propulsión se requiere de baterías auxiliares cargadas previamente en la estación terrestre [2].

El abastecimiento de la energía eléctrica producida por los paneles solares va directamente a unas baterías que almacenan y distribuyen a todos los componentes electrónicos conectados a éste sistema, teniendo en cuenta que la corriente suministrada por los paneles no es constante, situación que podría causar una inoperatividad de sistemas o en algunos casos su falla [7][2], por lo cual se realiza una distribución de abastecimiento eléctrico como se muestra en la figura 5.

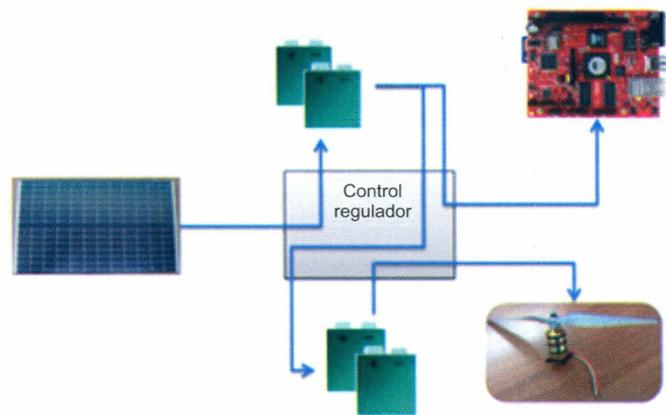


Figura. 5: Distribución de energía VANT SOLvendus  
Fuente: Grupo de investigación en Ciencia Aeroespaciales GICA

**C. Sistema de reconocimiento**

El sistema de reconocimiento está formado básicamente por un sistema de toma de imágenes como fotografía o gráficos, un transmisor y un receptor en

tierra. Este sistema está ajustado por la autonomía y alcance de vuelo y es el encargado de dar la característica de reconocimiento al VANT. Este sistema es un sistema de huella continua [7], utilizando sistemas de almacenaje de datos en secciones compartidas del sistema de navegación.

#### D. Despegue asistido por cohetes.

El VANT *SOLvendus* lleva consigo dos motores eléctricos que genera la fuerza de empuje necesaria para las maniobras básicas de vuelo, pero durante el despegue la longitud de pista requerida a una altitud de Bogotá es de 30m producto del empuje generado por la hélice. Para disminuir la distancia al despegue y que la aeronave pueda efectuar ope-

raciones en pistas cortas, evitando consumo ineficiente de energía eléctrica crítica para la autonomía en vuelo, se propone la implementación de motores cohete químicos que generen la fuerza de empuje y aceleraciones necesarias durante la fase de despegue, es decir un despegue asistido por cohetes *RATO* [8] para disminuir la longitud de pista requerida [9]. Se cuenta con motores que entregan 250 N en 1.5s, (figura 6) generando que la estructura de la aeronave experimente altas aceleraciones, esto puede ser regulable en los motores con algunas modificaciones en la geometría del propelente y adecuaciones en las toberas, cumpliendo con el requerimiento de mínimo consumo de energía eléctrica y disminuyendo la longitud de pista.

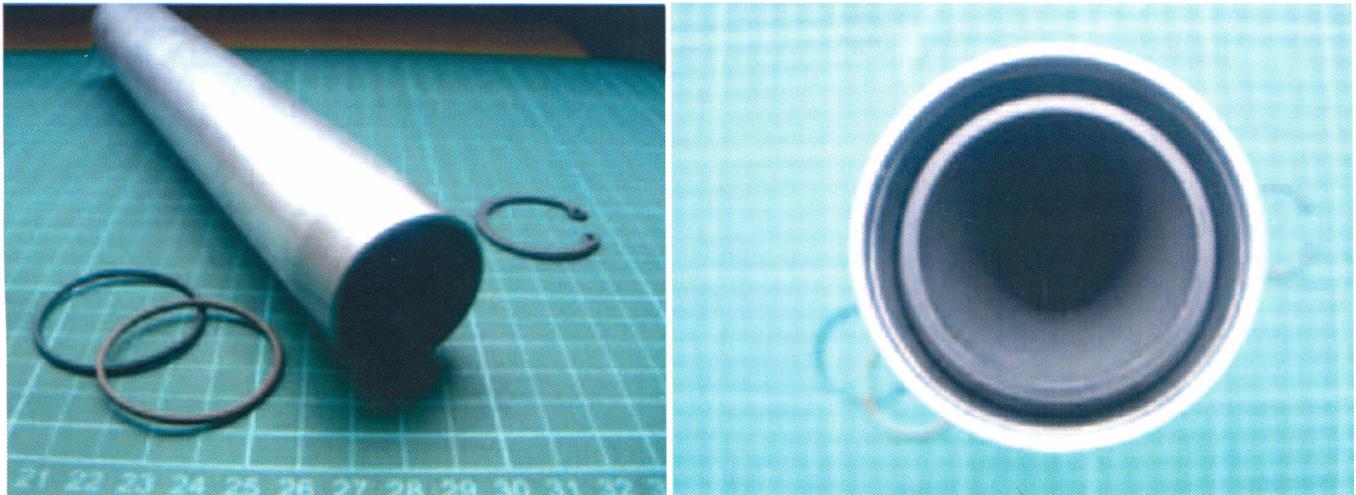


Figura. 6: Motor Cohete ensamblado y sus partes [9]

## CONCLUSIONES

El VANT *SOLvendus* es uno de los primeros proyectos que se registran en Colombia que integran los esfuerzos ya mencionados, como la participación de la EESC y la Fundación Universitaria Los Libertadores en desarrollos de aeronaves, dado poco a poco a través del tiempo.

El análisis de sistemas y componentes complejos independientes del VANT *SOLvendus* ha permitido ampliar la discusión del desarrollo de una aeronave, en términos esencialmente de diseño como los aspectos técnicos y científicos que cada uno de los sis-

temas que lo caracterizan aportan, enriqueciendo el ejercicio de investigación alrededor del mismo.

La integración de dichos sistemas de manera paulatina, ha permitido evidenciar que modificaciones requeridas en uno de los sistemas, implica cambios inherentes en otros sistemas de la aeronave, por lo cual, es necesaria la evaluación constante de los mismo, buscando que todos operen de manera efectiva en la aeronave.

Es requerido el desarrollo del prototipo experimental que integre todos los sistemas y componentes para vali-

dar la posible integración de los sistemas característicos del VANT SOLvendus y certificar las condiciones reales de operación y eficiencia.

## RECONOCIMIENTO

El autor agradece especialmente a todos los miembros del GICA, que han participado directa e indirectamente, en el proyecto VANT SOLvendus y que han aportado al mismo desde cada una de sus posiciones y conocimiento, a los ingenieros Elmer Bautista, Aurelio Méndez y Jhonathan Murcia, quienes gestaron las ideas iniciales del proyecto e impulsaron la creación del grupo de investigación, a los ingenieros Nelson Pedraza, Eduardo Fadul, Maycol Escorcia y Felipe Giraldo, por sus aportes directos al desarrollo y diseño del mismo, en especial al doctor Hernán Cerón por su infinita paciencia, compromiso y valiosos aportes a la gestión y desarrollo del proyecto como representante de la EESC.

## REFERENCIAS

1. PP Escolapios. *Diccionario Manual GRIEGO-LATINO-ESPAÑOL*. Madrid : Establecimiento Tipografico de las escuelas de Pias, pág. 442. 101702. 1859.
2. Julio Parra, Hernán Cerón, Roy Soler, Felipe Giraldo. *DISEÑO CONCEPTUAL DE UNA AERONAVE NO TRIPULADA QUE OPERA CON ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA*. Barranquilla, Colombia : VI Congreso Internacional de Ingeniería Mecánica y IV de Ingeniería Mecatrónica IV Congreso Internacional de Materiales, Energía y Medio Ambiente. ISSN 2344-7311, 2013.
3. Bautista Cañon, Elmer, Parra Villamarin, Julio Enoc y Murcia Piñeros, Jhonathan Orlando. *La industria aeroánutica en Colombia a partir del desarrollo e innovación de vehículos aéreos no tripulados*. ISSN 2248-5724, Bogota : Perfiles Libertadores, Vol. 7, 2011.
4. Barrera Mejía, Cristián Iván. *Uso de fuentes alternativas de energía en Vehículos Aéreos No Tripulados*. ISSN 2248-5724, Bogota : PERFILES LIBERTADORES, Vol. 7, 2011.
5. Grupo de Investigación en Ciencias Aeroespaciales - GICA. *Plan de investigacion 2010-2014*. Bogotá : Fundación Universitaria Los Libertadores , 2010.
6. Roskam, Jan. *Airplane Aerodynamics and Performance*, 1 ed. Kansas : Design, Analysis and Research Corporation, 1997.
7. Parra Villamarin, Julio Enoc. *METODOLOGÍA DEL DISEÑO DE UN UAV DE RECONOCIMIENTO, PARA ANÁLISIS DINÁMICO, ESTÁTICO, AERODINÁMICO Y APLICACIÓN CONTROL AUTOMÁTICO DE VUELO*. ISSN 1900-4303, Bogotá : TECNOESUFA, Vol. 16, 2011.
8. AIR & SPACE EUROPE. *UAVs: Launch and Recovery* . 5/6, s.l. Vol. 1. 1999.
9. Jhonathan O. Murcia Piñeros, Saulo A. Gómez Salcedo. *DISEÑO DE LOS MOTORES COHETES DE PROPELENTE SOLIDO PARA EL DESPEGUE ASISTIDO DE UN VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO (VANT)*. julio, Bogotá : TecnoEsufa, Vol. 17. ISSN 1900-4303, 2012.
10. Julio Parra, Jhonathan Murcia, Guido Fuentes, Adriana Tellez, Nohemi Silva. *Optimizing a Wing Configuration for an Orbiting Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*. Nashville, Tennessee : 50TH AIAA AEROSPACE SCIENCES MEETING INCLUDING THE NEW HORIZONS FORUM AND AEROSPACE EXPOSITION, 09 January - 12 January. 10.2514/6.2012-1038, 2012.
11. J. K. Viken, S. A. Viken, W. P. Fenninger, H. L. Morgan, Jr. and R. L. Campbell. *DESIGN OF THE LOW-SPEED NLF[1]-0414F ANI) THE HIGH-SPEED HSNLF[1]-0213 AIRFOILS WITH HIGH-LIFT SYSTEMS*. Hampton, Virginia : NASA Langley Research Center. N 90-12540.
12. Julio Parra, Hernán Cerón, Arturo Gómez. *PRUEBAS AERODINÁMICAS EXPERIMENTALES DE AERONAVE CON ALTA RELACIÓN DE ASPECTO A BAJOS REYNOLSD*. Barranquilla, Colombia : VI Congreso Internacional de Ingeniería Mecánica y IV de Ingeniería Mecatrónica IV Congreso Internacional de Materiales, Energía y Medio Ambiente. ISSN 2344-7311, 2013.