CIENCIAS ESPACIALES

Publicación Semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)
Universidad Nacional Autónoma de Honduras | Volumen 12, Número 2 Otoño, 2019
ISSN 2225-5249 (impreso), ISSN 2521-5868 (en línea)

UNAH
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HONDURAS

Ciencias Espaciales

Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)
Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH)
Tegucigalpa, M.D.C., Honduras

Volumen 12, Número 2 Otoño, 2019. ISSN 2225-5249 (impreso); ISSN 2521-5868 (en línea)

Portada

Imagen de fondo: Identificación de sectores de un aeropuerto, clasificados por su probabilidad para el suceso de una excursión de pista. Autor: Santiago Pezzotti, Universidad de La Plata, Argentina. Fotografía, parte superior: Personal Técnico haciendo una reparación a una aeronave en la Zona Norte Hondureña. Autor: Omri Alberto Amaya, UNAH. Fotografía, parte inferior: Túnel de viento recuperado por el Departamento de Ciencias Aeronáuticas, localizado en el Taller de Máquinas herramientas de la Facultad de Ingeniería. Autor: Ramón Emilio Bueso, UNAH.

Directora

M. Sc. Vilma Lorena Ochoa López
(Facultad de Ciencias Espaciales, UNAH)

Edición

Máster Alex Matamoros Castro
(Ciencias Aeronaúticas, UNAH)

Consejo Editorial

Ph. D. Juan Gregorio Rejas Ayuga
(Universidad Politécnica de Madrid, España)
Ph. D. Yvelice Soraya Castillo
(Astronomía y Astrofísica, UNAH)
Máster José Valentin Mauri Guevara
(Astronomía y Astrofísica, UNAH)
Máster Yessica Yamileth Sosa Reyes
(Ciencia y Técnologías de la Información Geográfica, UNAH)
Máster Eduardo Rodas
(Arqueoastronomía y Astronomía Cultural, UNAH)
Máster Celina Michelle Sosa
(Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, UNAH)

Consejo Científico

Ph. D. Jacopo Fritz
(Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM)
Ph. D. Francisco Maza Vásquez
(Universidad de Alcalá, España)
Ph. D. Stanislaw Iwaniszewski
(Instituto Nacional de Antropología e Historia, México)
Ph. D. Victor Fernando Gómez
(Universidad Politécnica de Madrid, España)

Edición, arte y diagramación

Lic. Selvin Roberto Vásquez
(Astronomía y Astrofísica, UNAH)
Correo electrónico: selvin.vasquez@unah.hn

Ph. D. Yvelice Castillo
(Astronomía y Astrofísica, UNAH)
Correo electrónico: yvelice.castillo@unah.edu.hn

Ph. D. Javier Mejuto
(Arqueoastronomía y Astronomía Cultural, UNAH)
Correo electrónico: javier.mejuto@unah.edu.hn

Ingrid Flores Ordóñez
(Astronomía y Astrofísica, UNAH)
Correo electrónico: ingrid$_{f}lores@unah.hn$

Contacto

M. Sc. Vilma Lorena Ochoa López
lorena.ochoa@unah.edu.hn

Para mayor información:

Página web:
http://faces.unah.edu.hn/revistace/

Correo electrónico:
revista.cespaciales@unah.edu.hn

Facultad de Ciencias Espaciales.
El 17 de abril de 2009, mediante Acuerdo Nº CU-O-043-03-2009, el Consejo Universitario de la UNAH creó la Facultad de Ciencias Espaciales en reconocimiento al funcionamiento del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa (OACS/UNAH).

La Revista Ciencias Espaciales es una publicación semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales. El contenido de cada artículo es responsabilidad de su(s) autor(es).

CONTENIDO

Volumen 12, Número 2 Otoño, 2019

ARTÍCULO DE FONDO 4

Incidencia del factor humano en el ambiente aeronáutico 5
Joaquin Pechocki, Santiago Pezzotti, Alex Matamoros

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AERONÁUTICAS 11

Herramienta de seguridad operacional en franja de pista con modelos probabilísticos de excursiones de pista 12
Federico Pinto, Alejandro di Bernardi, Mattias Coppa, Santiago Pezzotti, Sergio Pitrelli

Necesidad de formación de profesionales en el área de mantenimiento de aeronaves a nivel superior en Honduras 25
Iván-Vladimir Betancourt-Mendoza, Ramón-Emilio Bueso-Carbajal

Una aproximación al seguimiento a egresados de educación no formal en el DCA-FACES 37
Ana-Lucia Ulloa-Cadalso, Alex Matamoros-Castro

Diseño, construcción, caracterización y ensayo de prueba de un túnel de viento vertical, para ensayos de caída libre de cuerpos 51
Santiago Garro, Santiago Pezzotti, Vicente Nadal-Mora

NOTAS INFORMATIVAS 65

Revista Ciencias Espaciales, instrucciones a los autores y criterios para el diseño, diagramación, maquetación 66

ARTÍCULO DE FONDO

INCIDENCIA DEL FACTOR HUMANO EN EL AMBIENTE AERONÁUTICO

Joaquin Pechocki[1,*], Santiago Pezzotti[1,†], Alex Matamoros[2,‡]

[1]Universidad de la Plata, Argentina
[2]Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras

Recibido: 04/septiembre/2019 **Aceptado:** 06/noviembre/2019
DOI: https://doi.org/10.5377/ce.v12i2.10285

RESUMEN

Los profesionales entrevistados para el presente artículo, reafirman la centralidad del ser humano en la aeronáutica y recuerdan que esta centralidad suele darse por descontada. En contraste saludable con un ambiente automatizado, se esperaría que las Universidades desarrollen en los estudiantes capacidades para problematizar los procedimientos de los entornos industriales, conservando un posicionamiento ético. Entre los temas de gran importancia para el factor humano en la aviación civil (FHAC), se mencionan, la relación entre niveles de gestión automatizados y sistemas de toma de decisiones con relevamiento del mando; el manejo y predicción de riesgos; la investigación de accidentes y los sistemas preventivos; el lenguaje y los imaginarios en la interacción con sistemas automatizados de integración de datos. Son actores vinculados al tema de FHAC, las instituciones que hacen investigación en el campo de las ciencias aeronáuticas, los fabricantes de aeronaves y las Autoridades Aeronáuticas. Es importante mantener la inversión de formación de los FHAC, puesto que la desatención a la persona en la industria aeronáutica, puede impactar en la productividad e incluso en la viabilidad de las empresas aeronáuticas. La capacitación del personal para migrar a nuevas tecnología depende menos de los requerimientos del sujeto a capacitar y más de parámetros del mercado y de las industrias aeronáuticas nacionales. El principal desafío para el factor humano en la aviación podría ser la articulación de una política pública general en torno al incremento de la seguridad operacional, y las cadenas de valor, que pueda ser monitoreada y sus resultados evaluados.

Palabras clave: Factor humano en la aviación civil, automatización, industria aeronáutica.

ABSTRACT

The professionals interviewed for this article, reaffirm the centrality of the human being in aeronautics and remember that this centrality is usually taken for granted. In healthy contrast to an automated environment, Universities would be expected to develop in students abilities to problematize the procedures of industrial environments, while retaining an ethical position. Among the topics of great importance

[*]joaquin.piechocki@ing.unlp.edu.ar
[†]santiago.pezzotti@ing.unlp.edu.ar
[‡]amatamoros@unah.edu.hn

for the human factor in civil aviation (HFCA), the relationship between automated management levels and decision-making systems with command oversight are mentioned; risk management and prediction; accident investigation and preventive systems; language and imagery in interaction with automated data integration systems. They are actors linked to the subject of HFCA, the institutions that do research in the field of aeronautical sciences, aircraft manufacturers and Aeronautical Authorities. It is important to maintain the investment of training of the HFCAs, since the neglect of the person in the aeronautical industry can impact the productivity and even the viability of the aeronautical companies. The training of personnel to migrate to new technology depends less on the requirements of the subject to be trained and more on parameters of the market and the national aeronautical industries. The main challenge for the human factor in aviation could be the articulation of a general public policy around the increase in safety, and value chains, that can be monitored and its results evaluated.

Keywords: Human factor in civil aviation, automation, aeronautical industry.

1 *Introducción*

La seguridad de la aeronáutica descansa en una complejidad de sistemas que garantizan el funcionamiento óptimo y seguro tanto de las aeronaves como de los sistemas aeroportuarios. Sin embargo, este ambiente con todos sus procedimientos automatizados, no puede prescindir de la intervención del factor humano, con lo cual la persona humana con sus capacidades y limitaciones cobra un rol central, sin poder eliminar nunca del todo la posibilidad del error humano (OACI, 1998).

La atención a las dimensiones físicas, sicológicas e intelectuales de la persona humana en su condición de operadora de sistemas y conductora de procesos (Adsuar, 2016), impulsa a los distintos actores de la aeronáutica a prestar especial atención a las situaciones que pueden optimizar su desempeño. De ahí que en el rubro aeronáutico se busque un control constante de aspectos como el manejo de estrés, el control de la fatiga, el control del uso de sustancias que puedan afectar el desempeño técnico, el manejo de procesos cognitivos y la conciencia situacional.

La centralidad del factor humano (OACI, 2009) en la aeronáutica obliga a considerar dicho elemento en distintas perspectivas que van desde la ergonomía que lleva, por ejemplo para el caso de un piloto, al uso de vibraciones, colores, rotulaciones y, emisiones sonoras y de voz, como formas de aviso con los que cuenta la cabina de una aeronave para garantizar una operación segura, hasta los programas de instrucción que implementan distintos dispositivos de simulación que reproducen situaciones reales de trabajo u operación. Sin olvidar las regulaciones que estipulan, en base a la experiencia, las jornadas de trabajo que debe atender el empleado aeronáutico y la incorporación del individuo a equipos de alto performance.

Para el artículo de fondo de la Revista Ciencias Espaciales del número de otoño de 2019 presentamos importantes aportes sobre el factor humano en la aeronáutica ofrecidos en una entrevista hecha por el Departamento de Ciencias Aeronáuticas a los profesores de la Universidad de La Plata Joaquín Piechocki y Santiago Pezzotti. El Dr. Piechocki ha participado en más de cincuenta trabajos de investigación o transmisión para empresas del rubro aeronáutico y para instituciones del Estado reguladoras de la aeronáutica; por su parte el Dr. Pezzoti ha sido parte de equipos asesores de Planes Maestros para más de treinta aeropuertos en Argentina y para muchos otros aeropuertos fuera de Argentina.

2 *Metodología*

El proceso de redacción del presente se dio de la siguiente forma: luego de consultar bibliografía relacionada con el tema de factores humanos en la aviación, se elaboró un grupo de preguntas que fue presentado al Departamento de Ciencias Aeronáuticas; una vez aprobadas por el Departamento, dichas preguntas fueron enviadas a los profesores de la Universidad de La Plata quiénes ya estaban de acuerdo en atender la entrevista; luego se tomó la decisión de contestar la entrevista por escrito y así fue contestada; el siguiente paso fue hacer una revisión de las respuestas, y escribir el presente artículos, incluyendo una introducción, la presente metodología y algunas correcciones de estilo. Finalizado el borrador del artículo, fue aprobado por los dos profesores entrevistados, en su última versión.

3 *Entrevista*

¿Cuál ha sido su experiencia con la aplicación de los principios establecidos para la incorporación del factor humano en la Aeronáutica?

El abordaje de problemas de ingeniería aeronáutica, tanto para el ámbito de la enseñanza universitaria, de la investigación o del trabajo profesional, necesita de una conceptualización en donde los seres humanos cobren centralidad. Esto quiere decir que hoy vemos muy necesario concebir una ciencia y una técnica humanizada, porque la relación funcional de la técnica nos tiene como protagonistas. Es un concepto que parecería evidente, pero a la luz del devenir de nuestra historia, no lo es. Entendemos la dimensión de la seguridad operacional como una manifestación de esta relación que muchas veces, y de manera extraña, solo subyace. Es así, por ejemplo, que la temática ha sido incluida dentro del currículo de la materia ”Mediciones e Instrumentos de Aeronaves”, donde a los alumnos se los capacita en la temática ya que aparecen muchos casos asociados al uso y lectura de instrumentos.

En general, nuestra experiencia muestra que, si bien se nombra al factor humano como faceta de lo social, su sistematización bajo procedimientos formalizados dentro de un sistema existe raramente. En general se tiene una idea de que los abordajes que incorporan al factor humano son ineficientes y que se oponen al cambio. Sin embargo, es posible comprobar también, que la negativa a la incorporación de la dimensión humana muchas veces esconde objetivos no formalizados, a veces espurios, y que en el largo plazo representan costos elevados en los sistemas productivos. Sólo tenemos que traer a la memoria los últimos accidentes aeronáuticos, o las grandes quiebras de la industria.

¿Por qué es importante para el sector de las universidades que enseñan ciencias aeronáuticas las temáticas de factores humanos?

En el mismo sentido de lo que veníamos diciendo, la ciencia y la técnica no pueden desarrollarse excluyendo a la dimensión humana. Esto es una postura metodológica que problematiza el desarrollo de soluciones de ingeniería, que implica que nivel de desempeño esperamos de quienes se forman con nosotros y, finalmente, también es un posicionamiento ético.

¿Desde su experiencia, actualmente cuáles son los temas con mayor relevancia de Factores Humanos en la Aviación Civil (FHAC)?

Desde nuestro punto de vista los temas más relevantes incluyen:

- La relación entre niveles de gestión con un alto grado de automatización, y los sistemas de toma de decisiones y de relevamiento del mando.

- El manejo y predicción de riesgos.
- La investigación de accidentes y los sistemas preventivos.
- La dimensión lingüística e imaginaria en la interacción con sistemas de interacción múltiple, altamente mediados por sistemas de integración de datos y automatización.

¿Según su criterio, qué actores de la aeronáutica mundial están retomando estos temas?

Son temas cuyo principal impulso se encuentra en los actores que mantienen la centralidad en el ámbito aeronáutico: en donde existe una relación de complementariedad entre el aparato de ciencia y técnica, el aparato productivo (fabricantes), y la función de la regulación (con sus organismos y estrategias de financiación). Los actores de menor jerarquía, nos parece, vamos a la cola, tratando de contribuir positivamente.

¿Se está estudiando lo suficiente el factor humano para garantizar la seguridad en las operaciones aeronáuticas?

Esta pregunta que nos hace contiene otra. Esta es: ¿bajo qué criterios se define que un esfuerzo es suficiente? En este sentido existen distintas formas de verlo, regidas por determinado balance entre costos y beneficios, en el contexto de los mercados regulados por los distintos agentes de esta actividad. Existe una tensión permanente en el estudio del factor humano como fenómeno y la determinación de las responsabilidades con efecto patrimonial frente a daños materiales o humanos, que ofrecen miradas, a veces, contrapuestas. En términos generales se puede observar que existe un esfuerzo a nivel mundial para reducir los riesgos en las operaciones aeronáuticas, en un contexto general en donde se busca la reducción de costos.

¿Cómo valora Usted la importancia que las empresas e instituciones le están dando en la actualidad a los temas de FHAC?

La importancia que se le da depende de la relación costo-beneficio que crean que tengan los FHAC en los objetivos de cada organización. Creemos que debería ser un elemento central. Por lo tanto pensamos que quien los tenga marginalizados estará cometiendo un error estratégico que impactará, al menos, en su propia productividad y viabilidad.

¿Las empresas e instituciones en Argentina o en otro País del que Usted tenga noticia, están planificando lo suficiente el entrenamiento para las áreas técnicas y gerenciales aeronáuticas?

La planificación de estas actividades es muy dispar, y en general suele estar condicionadas por las urgencias de los sectores en términos productivos. En Argentina, en general, no veo esfuerzos sostenidos.

¿Percibe Usted disposición por parte de las empresas e instituciones del rubro aeronáutico para cubrir con los costos implícitos en el entrenamiento?

Se observa dispersión en este sentido. No vemos movimientos en este último tiempo en ámbitos públicos. El sector privado se encuentra en una crisis de rentabilidad general, que se lleva toda la atención. En contextos de reducción de las plantas de trabajadores, la formación y entrenamiento queda suspendido en períodos transitorios de duración desconocida.

¿La implementación de tecnología ha sido efectiva en la disminución de factores de riesgo originados en la posibilidad de errores humanos?

En términos globales creemos que sí ha sido efectiva. Por otro lado, se puede observar que ha habido un cambio en el tipo de fenómeno asociado al factor humano. La incorporación de tecnología agrega la dificultad de auditar y controlar los sistemas, los cuales han adquirido mayor autonomía. Esta incorporación de tecnología, demanda una reconsideración de los procesos de diseño y del rol de la toma de decisiones en la cabina de mando, y en tierra.

¿Considera Ud. necesarias nuevas regulaciones para regir el tema de FHAC o la problemática existente se puede afrontar con las regulaciones de las que ya se dispone?

Las regulaciones están muy condicionadas por el contexto de aplicación e instrumentación y por lo tanto su gestación nunca es neutral. Se necesitan normativas que vayan por delante del mercado, y marquen su rumbo y no como consecuencia de una configuración pre-existente. Pero esto es en el plano de la expectativa.

¿Percibe Ud. que se le está dando la importancia que se merece al cumplimiento con los tiempos de servicio establecidos para los distintos cargos y responsabilidades aeronáuticas?

Sí, nos parece que en principio sí, pero que en todo caso habría que estudiar situaciones y casos específicos. No se pueden abordar estos temas desde la generalidad conceptual, la cual es muy útil para plantear lineamientos, sino desde la particularidad de cada situación.

¿Existen en la Autoridad Aeronáutica Argentina estadísticas de accidentes que se han originado en fatiga, episodios depresivos, incidencia de estrés, entre otros?

Por lo que tenemos entendido, a través de nuestro vínculo con la JIAAC (Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil) dentro de la clasificación estadística de todos los tipos de accidentes ocurridos se analizan las posibilidades de que el factor humano tenga incidencia en el mismo y se lo introduce en la estadística propia. Para mayor detalle habría que comunicarse con la JIAAC y solicitar la información puntual.

Con la velocidad con la que se está incorporando nueva tecnología a la industria aeronáutica ¿Considera que le da tiempo a las empresas e instituciones aeronáuticas para formar a sus profesionales y técnicos cuando éstos deben migrar hacia sistemas nuevos o modificados significativamente?

No creemos que sea un tema de escasez de tiempo, sino de las posibilidades materiales dentro del contexto de mercados dinámicos concentrados. En nuestros países, con poco desarrollo en la industria aeronáutica, los tiempos son impuestos tanto por la demanda en las certificaciones como en el manejo del capital disponible para capacitación, de esta manera las posibilidades de cumplir con una capacitación adecuada dependerán de estos parámetros.

¿Considera que sigue teniendo vigencia el Modelo SHELL para el análisis de los componentes y características de los contextos operacionales?

Sí, pero solo como aproximación primaria. Es un modelo que para el caso de la pedagogía y la enseñanza de Factores Humanos es realmente muy útil pero para el caso de aplicación en un caso puntual, por lo general la realidad en conjunto a sus componentes, suele exceder al modelo.

¿A su criterio actualmente qué desafíos presenta la instauración de políticas nacionales que incorporen el Factor Humano en el incremento de la seguridad operacional?

El principal desafío que observamos es poder implementar y desplegar una formación enfocada a lo que se denomina Factor Humano de manera sostenible en nuestro contexto local, y que miren, a su vez, a los procesos cada vez más integrados regionalmente (en el contexto del SRVSOP (Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional)). Por otro lado, la cultura imperante va en sentido contrario a las sistematizaciones enfocadas en el Factor Humano, donde el foco se hace en los aspectos sistémicos y fenomenológicos, y no en la administración de la culpabilidad y su consecuencia patrimonial. En definitiva, el principal desafío podría ser la articulación de una política pública general en torno al incremento de la seguridad operacional, y las cadenas de valor, que pueda ser monitoreada y sus resultados evaluados.

4 *Referencias*

Adsuar, J. (2016). Conocimientos teóricos para la licencia de piloto privado. factores humanos. Madrid: Paraninfo.

OACI (1998). Human factors training manual. Montreal: OACI.

OACI (2009). Documento 9859 manual de gestión de la seguridad operacional. Montreal: OACI.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AERONÁUTICAS

HERRAMIENTA DE SEGURIDAD OPERACIONAL EN FRANJA DE PISTA CON MODELOS PROBABILÍSTICOS DE EXCURSIONES DE PISTA

Federico Pinto[1,*], Alejandro di Bernardi[1,†], Mattias Coppa[1,‡], Santiago Pezzotti[1,§], Sergio Pitrelli[1]

[1]Grupo de Transporte Aéreo, UIDET GTA GIAI (Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia Grupo de Transporte Aéreo/Grupo de Ingeniería Aplicada a la Industria), Dto. Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, 1900 Buenos Aires, Argentina

Recibido: 15/junio/2019 **Aceptado:** 27/agosto/2019

DOI: https://doi.org/10.5377/ce.v12i2.10286

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza el desarrollo de una herramienta de análisis de seguridad operacional en franja de pista mediante modelos probabilísticos de accidentes por excursiones de pista. Se presenta una herramienta preliminar que permite caracterizar y evaluar el riesgo operacional presente en franjas de pista y zonas asociadas en aeropuertos con operaciones aerocomerciales. Las conclusiones y recomendaciones obtenidas como resultado permiten lograr un aporte significativo para una mejora en la seguridad operacional. Adicionalmente se valida el desarrollo mediante la aplicación de la herramienta desarrollada en un determinado aeropuerto específico de la región SAM (South America) de OACI. Mediante la información bibliográfica recopilada, se llevó a cabo el análisis de las metodologías existentes asociadas a modelos de riesgo. Se analizaron las problemáticas más habituales en franjas de pista de aeropuertos con tráfico aerocomercial de la región SAM. Con la información obtenida y los criterios adoptados se procedió a identificar los principales factores de riesgo en las franjas de pista y zonas asociadas. Mediante la caracterización de los accidentes ocurridos se determinó la severidad de cada peligro existente, lo cual sirve como base para el desarrollo de la herramienta capaz de identificar el riesgo preliminar y evaluarlo. Se identificaron los aeropuertos más significativos respecto a operaciones en la región; y luego se aplicó la herramienta desarrollada en uno de ellos, para validar la misma.

Palabras clave: Seguridad operacional, franja de pista, aeropuerto, probabilidad, excursiones de pista.

ABSTRACT

This paper is about the development of a tool for operational safety analysis in the runway strip, using probabilistic models of runway excursion accidents. A preliminary tool is presented to characterize and evaluate the operational risk present in runway strips and associated areas in airports with commercial

[*]federico.matias.pinto@gmail.com
[†]aledibernardi@hotmail.com
[‡]matias.coppa@gmail.com
[§]santiago.pezzotti@ing.unlp.edu.ar

air operations. The conclusions and recommendations obtained as a result allow achieving a significant contribution to an improvement in operational safety. In addition, the development is validated through the application of the tool developed in a specific airport in the ICAO SAM region.
Through the bibliographic information collected, the analysis of the existing methodologies associated with risk models was carried out. The most common problems were analyzed in runway strips of airports with commercial air traffic of the SAM region. With the information obtained and the criteria adopted it proceeded to identify the main risk factors in the runway strips and associated areas. Through the characterization of the accidents that occurred, the severity of each existing risk was determined, which serves as a basis for the development of the tool able to identify the preliminary risk and evaluate it. The most significant airports in the region were identified with respect to operations, and then the tool developed was applied in one of them was to validate it.

Keywords: Operational safety, runway strip, airport, propability, runway excursion.

1 *Introducción*

La herramienta desarrollada mediante modelos probabilísticos busca evaluar de manera integral situaciones de conflicto que son habituales en los aeropuertos de la región, y que ante una excursión de pista pueden ser un agravante. El usuario de la herramienta podrá de manera rápida, tener una noción preliminar del nivel de seguridad operacional respecto a un peligro identificado.

1.1 Contexto aéreo mundial

En la actualidad, el transporte aéreo es considerado como uno de los medios de transporte más seguros y confiables del mundo, sin embargo, no siempre ha sido así. Los avances en materia de seguridad operacional, entre los más relevantes, fueron impulsados por numerosas investigaciones realizadas sobre los diferentes accidentes ocurridos a lo largo de la historia. Dichas investigaciones permitieron detectar, identificar y cuantificar las causas de los accidentes, lo cual posibilitó el desarrollo de las medidas necesarias para mejorar la seguridad y confiabilidad del sistema aeronáutico.

De acuerdo con la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI, 2015b), la cantidad de vuelos comerciales en todo el mundo para el año 2016 fue de 34.5 millones, los cuales representan un crecimiento mayor al 20 % en el transcurso de esta última década.

Teniendo en cuentas estas cifras y sumando información emitida en reportes anuales respecto a accidentes tanto de OACI como de IATA, se puede concluir que las estadísticas correspondientes a accidentes están decreciendo en el número total de accidentes año tras año, a pesar del incremento de la actividad aerocomercial. A continuación, se puede observar en la figura 1 el registro de accidentes de OACI (OACI, 2011, 2015a, 2013b) para el período 2005-2015, en el cual se muestra la relación entre el total de accidentes, cuántos de ellos han tenido consecuencias fatales, y la cantidad de fatalidades producidas por estos accidentes.

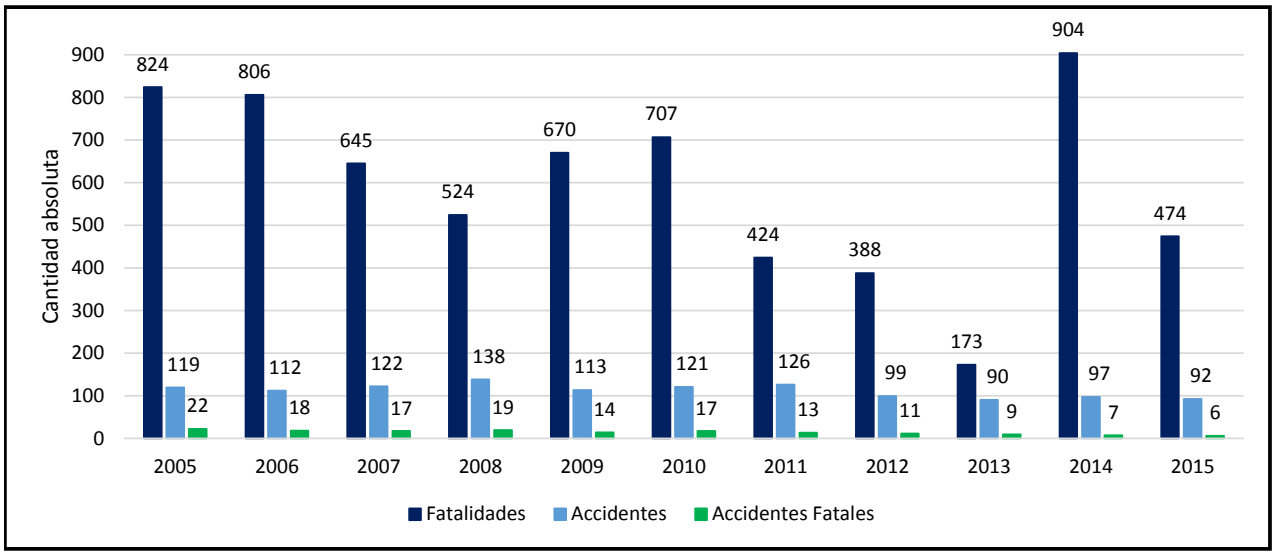

Figura 1: Registro de accidentes y fatalidades (2005-2015). Fuente: OACI (2016b)

Para tener una medición más representativa respecto de los accidentes, OACI elabora un índice de accidentes el cual se relaciona directamente con la cantidad de vuelos. A continuación, en la figura 2 se puede ver el resultado del índice de accidentes de manera anual para el período 2005-2015, en la cual se puede ver que dicho índice ha ido decreciendo, hasta alcanzar un valor de 2.8 accidentes por cada millón de vuelos para el año 2015, el cual es el registro más bajo junto con el del año 2013.

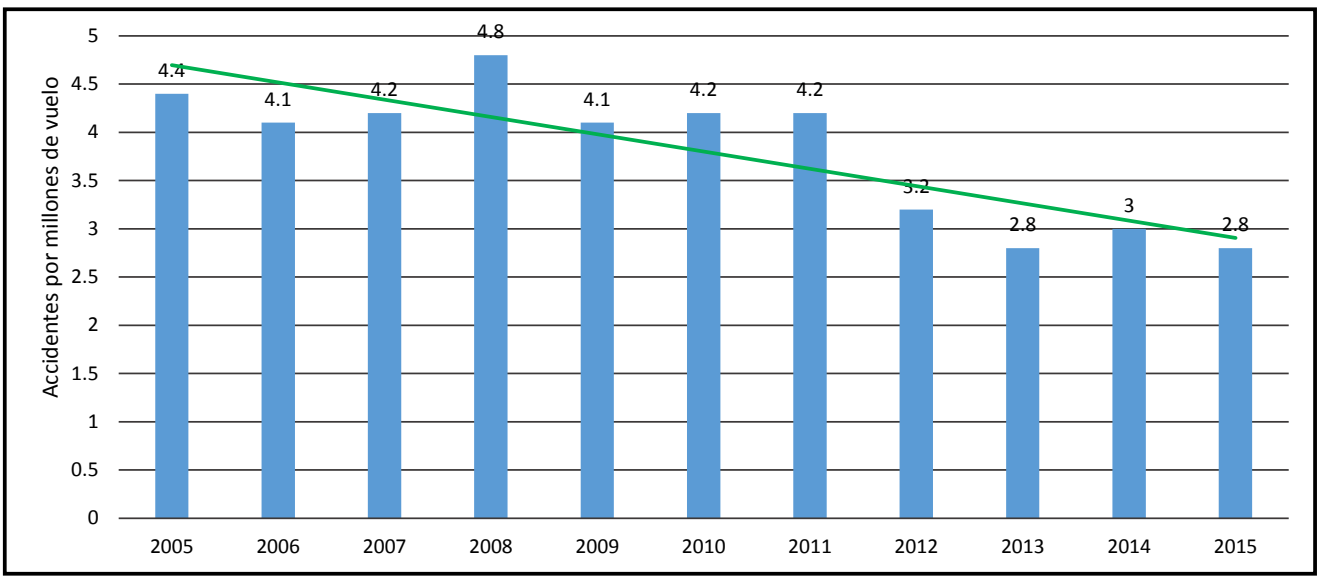

Figura 2: Índice de accidentes por cada millón de vuelos en el mundo. Fuente: OACI (2016b)

Analizando más en detalle los accidentes aéreos, se tiene que los mismos son categorizados en distintos tipos de sucesos, de los cuales para el interés del presente estudio, se analizan las excursiones de pista (RE por sus siglas en inglés Runway Excursion). Como podemos ver en la figura 3 y la figura 4, estos accidentes son los más frecuentes en los últimos períodos analizados.

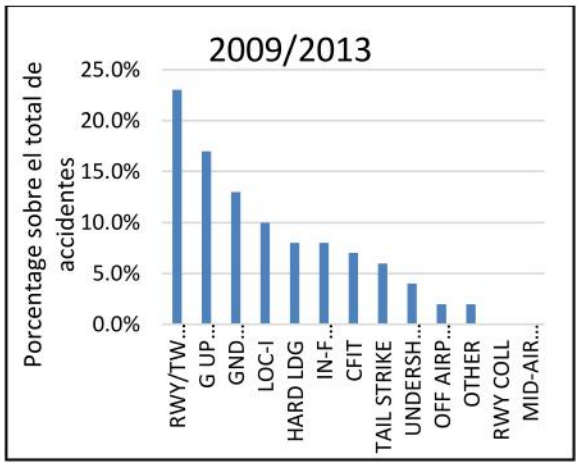

Figura 3

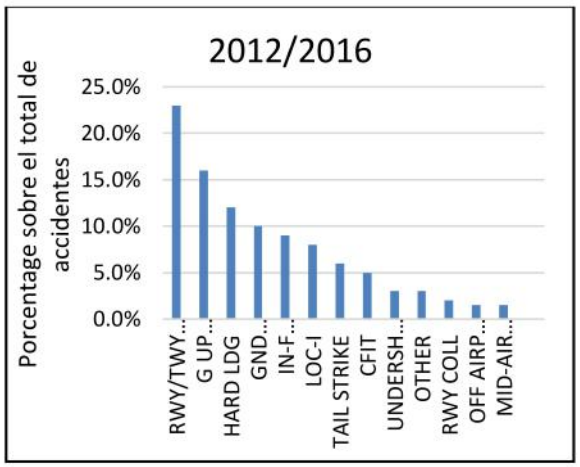

Figura 4

Accidentes por categoría para períodos 2009/2013 y 2012/2016. Fuente: (IATA, 2013, 2017).

1.2 Excursiones de pista

Una excursión de pista, RE es cualquier evento en el que una aeronave se desvía o rebasa la superficie de la pista ocurriendo durante la fase de despegue o aterrizaje. Se distingue entre dos diferentes tipos de excursiones de pista, veer-off y overrun, las cuales se categorizan según la posición final de la aeronave o, dicho de otra manera, en qué sector de la pista se produzca la excursión.

Para el período 2004-2009 ocurrieron un total de 164 accidentes que fueron categorizadas como Excursiones de Pista (27 %) (IATA, 2010). De manera similar, para el período de 2009 - 2013 se tuvieron 98 RE (22.7 %) (IATA, 2013) y para el período 2012 - 2016, 82 (21.8 %) (IATA, 2017) fueron categorizadas como RE. Por lo tanto, estas estadísticas evidencian que, a nivel mundial, los esfuerzos por minimizar estos accidentes vienen proporcionando resultados favorables, pero con una tendencia mínima, por lo que se debe atacar aun con más fuerza esta problemática. En la tabla 1 se observa un análisis comparativo de las excursiones de pista comparadas con un total de accidentes a lo largo de los años.

Tabla 1: Contribución de excursiones de pista (RE) sobre el total de accidentes. Fuente: (IATA, 2010, 2013, 2017)

Observación	**2004 - 2009**	**2009 - 2013**	**2012 - 2016**
Total de accidentes	594	432	375
Cantidad de RE	164	98	82
% RE	27 %	23 %	22 %

En un aeropuerto existen diferentes áreas de seguridad, destinadas a reducir el riesgo de daños a las aeronaves que se salgan de la pista, por lo que en este tipo de accidente son de suma importancia. Una de ellas es la RESA (área de seguridad de extremo de pista) y la otra es la franja de pista. Según los reportes de IATA ya citados anteriormente, los overruns son más frecuentes que los veer-off, por lo que se debe prestar especial atención en las aéreas de RESA ubicadas sobre las prolongaciones de la pista. Se tiene un promedio de 3.6 overruns por mes en el mundo.

1.3 Estudio de seguridad operacional (ESO)

Que un aeropuerto tenga inconvenientes a la hora de certificar sus instalaciones, no quiere decir que no pueda operar, para estos casos es que existen los llamados Estudios de Seguridad Operacional, más conocidos también de manera más abierta como como Estudios Aeronáuticos. El objetivo de los mismos, es demostrar mediante trabajos técnicos por parte del gestor aeroportuario, que es posible alcanzar un nivel de seguridad no menor al que se alcanzaría a través de un cumplimiento estricto de la especificación. Las principales no conformidades en los aeródromos disparadores de estudios de seguridad operacional suelen estar asociadas a la RESA, Franja de pista, Anchos de pistas y calles de rodaje, Separaciones entre pistas y calles de rodaje, Obstáculos (árboles, edificios, etc.).

Para poder definir el riesgo asociado a un peligro, es necesario calcular la probabilidad y la potencial severidad del mismo. La severidad hace referencia a cuan grave podría llegar a ser la situación, ante un eventual accidente, mientras que la probabilidad hace referencia a qué posibilidad existe no solo de que ocurra un accidente sino de que, en ese eventual accidente, la aeronave termine viéndose afectada por el peligro identificado.

Todos y cada uno de los peligros deben tener asociado algún riesgo que determina la tolerabilidad del peligro, la cual varía según las autoridades de cada país en base a consideraciones propias. Para poder definir correctamente dicha tolerabilidad de cada uno de los riesgos, lo que se hace es situar los mismos dentro de lo que se conoce como Matriz de Riesgo (ver figura 5), la cual es el producto final de un estudio aeronáutico.

MATRIZ DE RIESGO OACI		SEVERIDAD				
		CATASTROFICO	PELIGROSO	MAYOR	MENOR	INSIGNIFICANTE
PROBABILIDAD	FRECUENTE	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO
	OCASIONAL	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	BAJO
	REMOTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO
	IMPROBABLE	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO
	EXTREMADAMENTE IMPROBABLE	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

Figura 5: Matriz de riesgo según OACI. Fuente: OACI (2013a)

2 *Metodología*

La metodología que se aplicó para llevar a cabo este trabajo es la que se detalla a continuación. Primero se hace un análisis de los aeropuertos de la región SAM y se selecciona los aeropuertos a estudiar. Luego se hace la identificación de peligros, para lo cual se crea un modelo gráfico el cual representa las áreas bajo análisis y se identifican de peligros existentes en cada aeropuerto. A continuación, se desarrolla la herramienta de seguridad operacional, para la cual se crea un modelo para determinar la probabilidad del suceso y se crea un modelo para determinar la severidad del peligro. Por último, se lleva a cabo un caso de aplicación, en el cual se visualizan los resultados de la herramienta mediante una matriz de riesgo.

2.1 Identificación de peligros

El análisis que se llevó a cabo para este trabajo, fue realizado en la región Sud Americana de OACI (SAM), la cual está constituida por 13 países, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam, Uruguay y Venezuela seleccionando los dos principales aeropuertos respecto a la cantidad de operaciones para cada uno de los países de la región, con algunas excepciones particulares.

El modelo gráfico desarrollado para el análisis de la identificación de peligros, distingue de manera rápida zonas de seguridad de extremo de pista, tanto obligatorias como recomendadas según OACI (OACI, 2005, 2016a); también distingue diferentes sectores de la franja de pista. Para la franja de pista se realizó una discretización que permite no solo evidenciar rápidamente las zonas de interés, sino que también se ajusta de manera adecuada a los modelos probabilísticos correspondientes a veeroff y overrun que se explican más adelante. A continuación, en las figuras 6 y 7 se pueden ver dos imágenes que muestran la visualización del modelo con las imágenes satelitales estudiadas.

- Último cuarto de franja no nivelada (mayor probabilidad de RE)
- Tercer cuarto de franja no nivelada
- Segundo cuarto de franja no nivelada
- Primer cuarto de franja no nivelada (menor probabilidad de RE)
- Franja que debe estar nivelada según la normativa
- RESA recomendada
- RESA obligatoria de acuerdo a normativa

Figura 6: Visualización del modelo gráfico con imágenes satelitales.

- Último cuarto de franja no nivelada (mayor probabilidad de RE)
- Tercer cuarto de franja no nivelada
- Segundo cuarto de franja no nivelada
- Primer cuarto de franja no nivelada (menor probabilidad de RE)
- Franja que debe estar nivelada según la normativa
- RESA recomendada
- RESA obligatoria de acuerdo a normativa

Figura 7: Visualización del modelo gráfico con imágenes satelitales.

Luego de visualizar el modelo gráfico, con la metodología de análisis mencionada, los peligros que se identificaron son los que se detallan a continuación: cuerpos de agua, cercos perimetrales, arboles, deflectores de flujo, aeronaves fuera de servicio, playas de estacionamiento, autopistas o rutas, plataformas de helipuerto, plataformas de aeronaves, discontinuidades abruptas de terreno, edificaciones de sistemas de apoyo, edificaciones urbanas, edificaciones aeroportuarias, edificios terminales y plantas de combustible.

2.2 Determinación probabilística de los sucesos

Cada peligro identificado en un cuadrante determinado, puede tener una alta probabilidad de ser impactado durante una excursión de pista en un sentido de operación, pero puede tener una muy baja probabilidad en el sentido opuesto de operación. Mientras que por otro lado la probabilidad de ocurrencia sería la misma independientemente del peligro identificado y permite clasificar los eventos de acuerdo a la frecuencia con la que ocurren los mismos en base a datos de antecedentes. Por lo tanto, como deben ocurrir ambos sucesos simultáneamente la probabilidad final es el producto de las otras probabilidades mencionadas. Es decir, que no solo tiene que suceder una excursión de pista, sino que también la aeronave debería terminar en un sector determinado donde se ubicaría el peligro. Por lo tanto, el modelo para hallar la probabilidad final de un peligro específico es el siguiente:

$$P_{\text{total}} = P_{\text{ocurrencia}} \times P_{\text{localización}} \tag{2.1}$$

Para el desarrollo de la herramienta en cuestión, se utilizó un modelo de cálculo el cual distingue la cantidad de excursiones de pista diferenciadas entre veeroff y overruns, en base a la cantidad de accidentes

y a la cantidad de operaciones de toda la región bajo análisis. Por lo tanto, el modelo para el cálculo de la probabilidad de ocurrencia es el que se muestra a continuación:

$$P_{\text{ocurrencia OR}} = \frac{\text{accidentes}}{\text{operaciones}} \times \frac{\text{excursiones de pista}}{\text{accidentes}} \times \frac{\text{overrun}}{\text{excursiones de pista}} \tag{2.2}$$

$$P_{\text{ocurrencia VO}} = \frac{\text{accidentes}}{\text{operaciones}} \times \frac{\text{excursiones de pista}}{\text{accidentes}} \times \frac{\text{veeroff}}{\text{excursiones de pista}} \tag{2.3}$$

Respecto a la probabilidad de localización, se debe mencionar que es de suma importancia poder describir mediante estadísticas la posición final aproximada de cada aeronave. Para ello se utilizan modelos desarrollados por la ACRP (ACRP, 2014), capaces de distinguir entre veeroff y overrun.

Cada cuadrante de la discretización establecida tiene asociada una probabilidad de localización correspondiente, la cual a su vez está conformada por el producto de una probabilidad respecto al eje longitudinal de pista (x) y respecto al eje transversal de pista (y), los cuales también dependen del tipo de suceso analizado.

$$P_{\text{localización}} = P_x \times P_y \tag{2.4}$$

A modo de resumen de lo recientemente descrito, a continuación se presenta en las figuras 8 y 9 el sistema de coordenadas "x" e "y" para cada modelo dependiendo el suceso analizado.

Figura 8: Sistema de coordenadas para modelo de Overrun.

Figura 9: Sistema de coordenadas para modelo de Veer-Off.

Luego del análisis estadístico y de ajustar los modelos probabilísticos a la discretización utilizada, se desarrolló la probabilidad de localización para cada uno de los cuadrantes, la cual se puede ver en la figura 10.

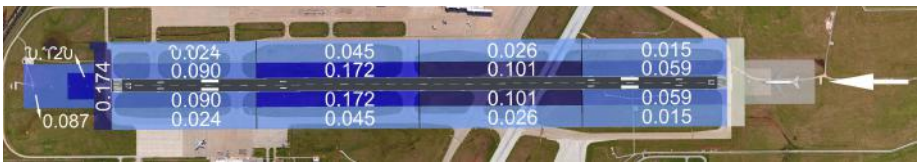

Figura 10: Visualización de probabilidad de localización.

Combinando la probabilidad de localización obtenida recientemente, con las probabilidades de ocurrencia para cada una de las diferentes operaciones, se tiene la probabilidad final para cada uno de los cuadrantes que se muestra a continuación en la figura 11.

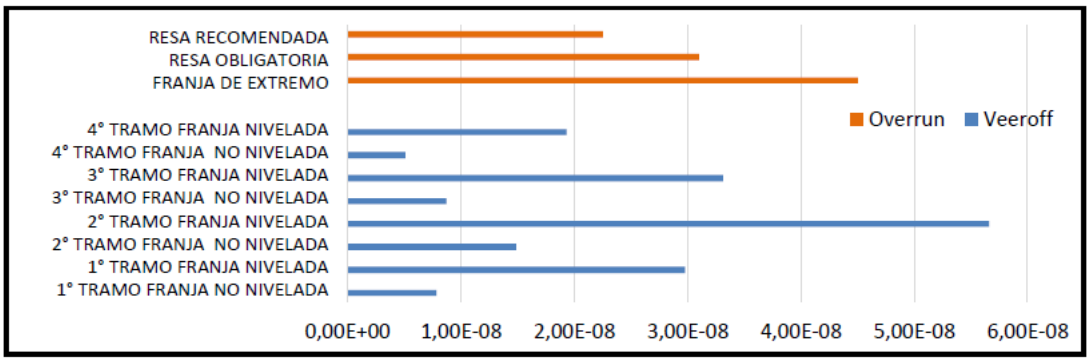

Figura 11: Probabilidad final por cuadrantes por veeroff y overrun.

2.3 Ponderación de severidad para peligros identificados

En función de poder desarrollar la herramienta de análisis de seguridad operacional, se debe estimar la severidad asociada a un peligro, y para ello es necesario conocer qué factores relevantes intervienen, los cuales pueden actuar como agravantes o atenuantes. Estos factores relevantes tenidos en cuenta a la hora de evaluar la severidad son los siguientes: tipo de peligro, ubicación del peligro y la aeronave involucrada (ver figura 12).

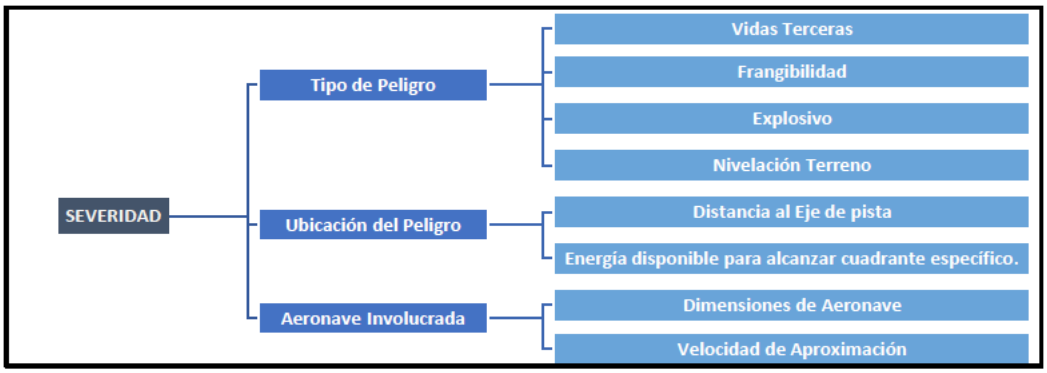

Figura 12: Factores relevantes a la severidad de un accidente.

Respecto al primer factor relevante, tipo de peligro identificado, la herramienta será capaz de poder evidenciar ciertas características físicas del peligro. Por lo tanto, se hizo una caracterización que sirvió para ponderar y determinar una prelación entre los peligros considerando diferentes criterios, como el nivel de frangibilidad, si se corresponde a desnivelaciones en el terreno, si tienen características explosivas y si suma vidas de terceros al accidente.

Respecto al segundo factor, la ubicación de los peligros identificados, se definió un criterio de manera que cada cuadrante de la discretización planteada tenga asignado un valor ponderado de severidad. Para que los diferentes cuadrantes tengan asociado un nivel de severidad, lo que se llevó a cabo es un análisis de energía asociada a una aeronave durante una excursión de pista, dentro de diferentes escenarios hipotéticos. En otras palabras, considerando diferentes aeronaves y diferentes puntos de toma de contacto en el aterrizaje, se evaluó la capacidad de disminuir la energía acumulada de la aeronave por medio de una desaceleración lineal.

Respecto a la aeronave involucrada, se caracterizó la composición de una flota que sea lo más representativa posible de la región, y para ello se consideraron un total de 83 aeronaves. Las aeronaves fueron categorizadas en tres diferentes tipos según sus dimensiones, diferenciándolas directamente por su tipo de fuselaje, y por otro lado, se caracterizaron en cuatro niveles según la velocidad de aproximación.

3 *Resultados*

Sobre un total de 26 aeropuertos analizados, y considerando los diferentes sentidos de operaciones para sus respectivas pistas, lo que indica un total de 72 pistas operativas, se identificaron un total de 848 peligros dentro de las zonas bajo análisis. En la figura 13 se puede observar la distribución de la cantidad de peligros identificados, relacionados con la cantidad de operaciones anuales para cada aeropuerto identificado con su código IATA.

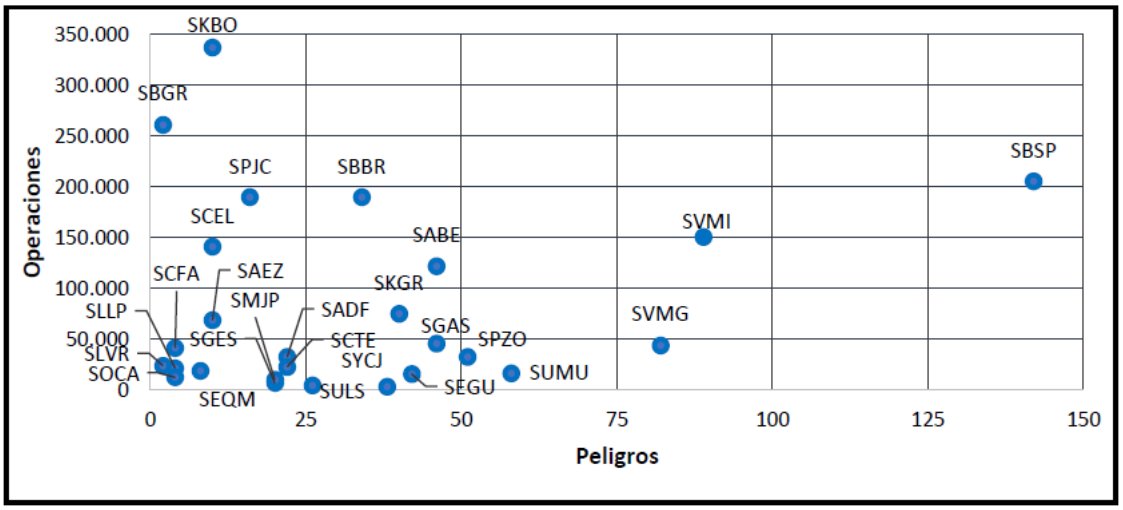

Figura 13: Cantidad de peligros vs cantidad de operaciones por aeropuerto.

Además, sobre el total de estos peligros identificados, también se puede decir que más del 75 % de los mismos fueron identificados dentro de cinco tipos de peligros, siendo estos un 34 % "cercos perimetrales", el 26 % "arboles", 9 % "discontinuidades de terreno", 7 % "autopistas o rutas" y un 6 % en "edificaciones de sistemas de apoyo". Finalmente, la herramienta desarrollada, combina de manera sencilla, rápida y eficaz, mediante una interfaz amigable en Excel, cada uno de los modelos, análisis y criterios utilizados en el desarrollo del presente trabajo. La interfaz de la herramienta permite al usuario poder seleccionar dentro de tres menús desplegables que le permiten clasificar el riesgo identificado que el usuario debe completar para que la herramienta pueda asignar un nivel de probabilidad y severidad al peligro. En la figura 14 se presenta el esquema de datos de entrada necesarios para la herramienta.

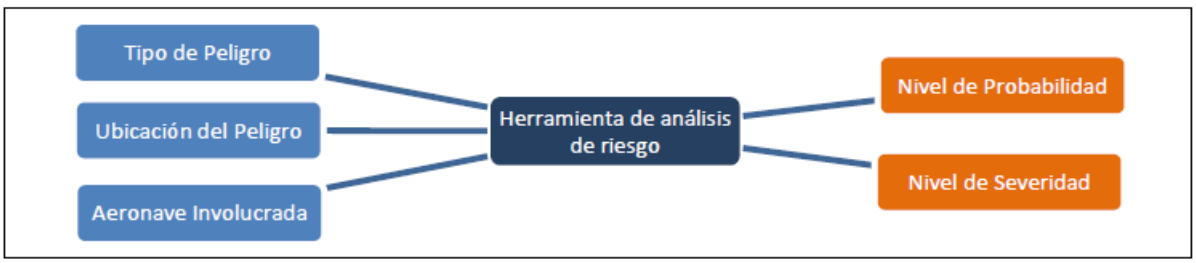

Figura 14: Esquema de datos de entrada necesarios para la herramienta.

Lo primero que debe hacer el usuario, es seleccionar los tres casilleros blancos, los cuales son entradas obligatorias y se corresponden con los factores relevantes analizados. Hecho esto, la herramienta devuelve tanto una estimación de severidad como de probabilidad.

A modo de ejemplo, la figura 15 muestra la interfaz de la herramienta con los resultados concretos para el caso de una discontinuidad abrupta de terreno, ubicada en el 2° tramo de franja nivelada, operando con un Boeing 787; donde la herramienta determina una severidad catastrófica y una probabilidad extremadamente remota.

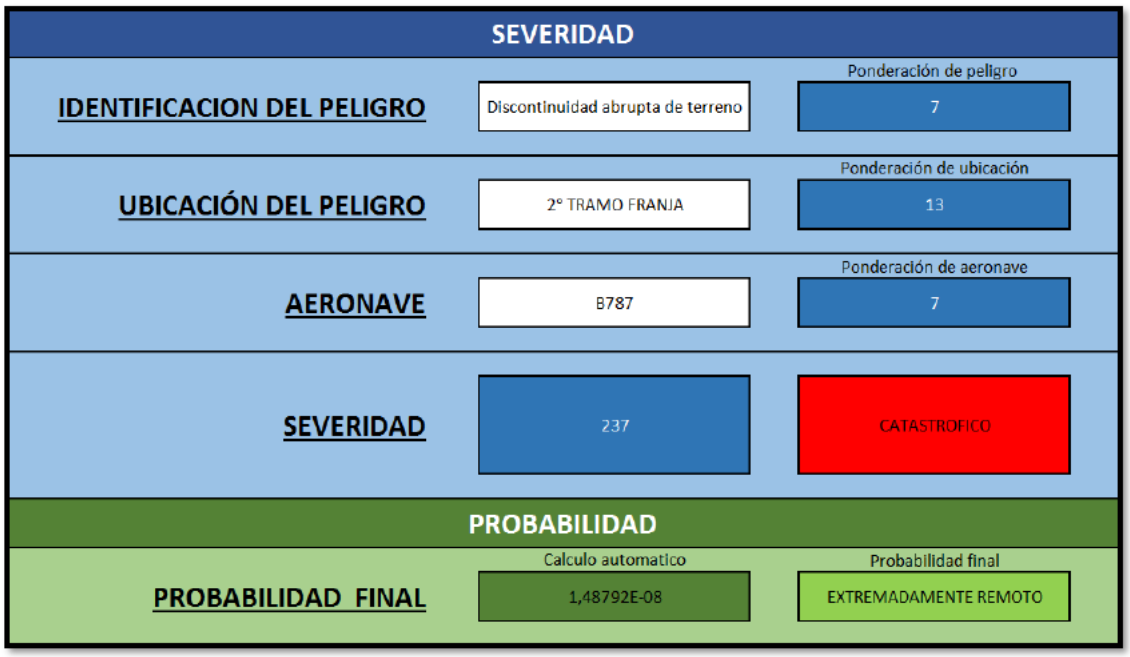

Figura 15: Ejemplos de utilización de herramienta.

Es importante destacar que, la herramienta es capaz de determinar la severidad y la probabilidad del peligro identificado, pero no analiza el riesgo del mismo dado a la diversidad que tiene cada país respecto a la tolerabilidad distinta a cada peligro como se explicó anteriormente.

4 *Conclusiones*

Como primera conclusión se puede decir que los resultados del análisis indican una evidente diferencia del nivel de riesgo asociado a un mismo peligro dependiendo del sentido de operación de pista. Esto es muy importante para el operador del aeropuerto, dado que se puede optar por buscar establecer medidas que busquen mitigar dicho riesgo mediante limitaciones operativas.

Por otro lado, es de suma importancia conocer los criterios de cada autoridad aeronáutica involucrada en un análisis de riesgo. Como se mencionó anteriormente, cada autoridad define su tolerabilidad al riesgo implicado en base a consideraciones propias, como así también del escenario de peligro y del tipo de actividad desarrollada. Por lo tanto, para los aeropuertos emplazados en diferentes países, un mismo peligro identificado, inclusive ubicado en un mismo cuadrante, puede requerir acciones inmediatas para bajar el nivel de riesgo, o bien puede significar un riesgo aceptable, simplemente por cambiar el nivel de tolerabilidad del riesgo, acorde al grupo de expertos interviniente y a la autoridad aeronáutica competente.

Sin embargo, se puede decir que para el 100 % de los aeropuertos analizados se identificó al menos un peligro, ninguno está exento de peligros. Por lo tanto, esto pone en evidencia que, para la región completa de América del Sur, es necesario proyectar nuevos estudios aeronáuticos que permitan definir los riesgos

y los niveles de tolerabilidad acordes, para que los aeropuertos puedan cumplir satisfactoriamente con los requerimientos y normativas vigentes.

Esta condición de los aeropuertos de la región, también pone en evidencia en cierta manera, la falta de planificación tanto con respecto del entorno urbano del aeropuerto como así también, respecto a la competencia contra su propia expansión, dado que muchos peligros identificados fueron propios del aeropuerto.

5 *Referencias*

ACRP (2014). Development of a runway veer-off location distribution risk assessment model and reporting template. Airport Cooperative Research Program (ACRP.

IATA (2010). Safety report 2004-2009. International Air Transport Association (IATA).

IATA (2013). Safety report 2009-2013. International Air Transport Association (IATA).

IATA (2017). Safety report 2012-2016. International Air Transport Association (IATA).

OACI (2005). Manual de diseño de aeródromos-volumen ii. Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

OACI (2011). Situación de la seguridad operacional de la aviación mundial. Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

OACI (2013a). Safety management manual(smm). Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

OACI (2013b). Situación de la seguridad operacional de la aviación mundial. Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

OACI (2015a). Informe de seguridad operacional. Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

OACI (2015b). Tablas relativas al mundo del transporte aéreo en 2015. Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

OACI (2016a). Anexo 14-aeródromos-volumen i. Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

OACI (2016b). Safety report. Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

NECESIDAD DE FORMACIÓN DE PROFESIONALES EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE AERONAVES A NIVEL SUPERIOR EN HONDURAS

Iván-Vladimir Betancourt-Mendoza[1,*], Ramón-Emilio Bueso-Carbajal[1,†]

[1]Departamento de Ciencias Aeronáuticas, Facultad de Ciencias Espaciales, UNAH

Recibido: 04/diciembre/2019 **Aceptado:** 21/febrero/2020

DOI: https://doi.org/10.5377/ce.v12i2.10287

RESUMEN

El presente artículo de investigación tuvo como objetivo analizar la necesidad de Formación de Profesionales en el área de Mantenimiento de Aeronaves a Nivel Superior en Honduras. Una propuesta académica en el tercer nivel educativo lograría un doble beneficio: el mejoramiento del estatus técnico y profesional de las personas que trabajan y trabajarán en el rubro del mantenimiento aeronáutico y el cumplimiento con estándares internacionales en la conformación de una propuesta formativa para este mismo rubro. La metodología aplicada incluyó, además de una revisión de las regulaciones aplicables al mantenimiento aeronáutico, una entrevista a especialistas con conocimiento de los ambientes académicos y prácticos de la ingeniería del mantenimiento aeronáutico y un grupo focal con técnicos activos. Entre los principales resultados se señalan de manera específica las limitaciones atribuibles al marco regulatorio nacional de Honduras y la forma en que estas limitaciones pueden ser complementadas con las orientaciones de la Organización de Aviación Civil Internacional - OACI a nivel mundial; también se recoge la anuencia por parte de técnicos y académicos para incorporar al rubro de mantenimiento, personal con una sólida formación físico matemática que debería ser impartida por la Universidad; un tercer resultado es una revisión de la oferta de carreras de grado para mantenimiento aeronáutico de un grupo selecto de universidades latinoamericanas y, un último resultado, una propuesta de malla curricular que toma en cuenta las orientaciones que se derivan de la información recolectada y cobra forma a la luz de la experiencia de los investigadores. La investigación concluye en la necesidad de contar en Honduras con una Carrera de Grado en Mantenimiento Aeronáutico para fortalecer en los profesionales de este campo y los potenciales estudiantes, las capacidades para aplicar en su trabajo criterios científicos que permitan una adecuada autonomía de decisión y la correcta aplicación de las directrices técnicas contenidas en los manuales técnicos del fabricante y las regulaciones de aeronáutica civil aplicables al campo del mantenimiento aeronáutico.

Palabras clave: Aeronáutica, técnico universitario, mantenimiento e ingeniería, malla curricular, capacitación

[*]ivan.betancourt@unah.edu.hn
[†]ramon.bueso@unah.edu.hn

ABSTRACT

This research article aimed to analyze the need for Professional Training in the area of Aircraft Maintenance at a Higher Level in Honduras. An academic proposal in the third educational level would achieve a double benefit: the improvement of the technical and professional status of the people working and they will work in the aeronautical maintenance sector and compliance with international standards in the conformation of a training proposal for this same item. The methodology applied included, in addition to a review of the regulations applicable to aeronautical maintenance, an interview with specialists with knowledge of the academic and practical environments of aeronautical maintenance engineering and a focus group with active technicians. Among the main results, the limitations attributable to the national regulatory framework of Honduras and the way in which these limitations can be complemented with the International Civil Aviation Organization - ICAO guidelines at international level are specifically noted; the consent of technicians and academics is also included to incorporate the personal maintenance field with a solid mathematical physical training that should be taught by the University; a third result is a review of the offer of degree careers for aeronautical maintenance of a select group of Latin American universities and, a final result is a proposal of curricular syllabus that takes into account the orientations that are derived from the information collected and takes shape in the light of the researchers' experience. The investigation concludes in the need to have in Honduras a Degree in aeronautical maintenance to strengthen in the professionals of this field and the potential new students, the abilities to apply scientific criteria in their work that allow an adequate autonomy of decision and the correct application of the technical guidelines contained in the technical manufacturer manuals and in the civil aeronautical regulations applicable to aeronautical maintenance.

Keywords: Aeronautics, maintenance, aeronautical management, specialize, supply and demand training.

1 *Introducción*

Actualmente, el enfoque moderno para el mantenimiento aeronáutico es sofisticado. Las aeronaves están diseñadas para cumplir con la seguridad operacional bajo la condición de aeronavegabilidad; para cumplir con lo anterior se desarrolla un programa de mantenimiento detallado junto con cada modelo de aeronave nueva o derivada de un modelo existente. Este programa de mantenimiento inicial puede ser adaptado por cada aerolínea para acomodarlo a la naturaleza de sus operaciones individuales. Esto asegura la operación continua de la aeronavegabilidad bajo cualquier circunstancia. Fabricantes, aerolíneas y agencias reguladoras trabajan para mejorar las técnicas de diseño y mantenimiento y con esto mantener a la industria de la aviación a la vanguardia en seguridad.

El cumplimiento de las tareas de mantenimiento en aviación, son ejecutadas por el Técnico encargado en la gestión del Mantenimiento Aeronáutico, por lo tanto, estos técnicos están directamente relacionados con el resguardo de la vida de todas las personas que viajan por vía aérea, incluyendo la tripulación, de ahí la importancia de su labor y la necesidad de contar con una formación profesional completa, para la optimización de su desempeño en el campo.

Se espera que este trabajo de investigación provea a la comunidad aeronáutica de información base para futuras investigaciones y se convierta en referente para la aplicabilidad de este proceso de formación profesional asegurando en alguna medida a los actuales y futuros técnicos en mantenimiento de aeronaves, una formación completa y en constante actualización.

Como antecedentes podemos señalar: según datos de la OACI, para el 2030 existirá un déficit en la capacidad de entrenamiento de Técnicos en Mantenimiento de Aeronaves para formar una demanda de 360,000 técnicos alrededor del mundo hacia ese año; de hecho mientras ahora se cuenta con 52,260 centros de entrenamiento, para el 2030 serán necesarios 70,331, lo cual proyecta un déficit de 18,070 centros para dentro de tan solo 11 años (ICAO, 2011).

La des-categorización de Honduras en Seguridad Operacional de la Aviación por parte de evaluaciones del Programa de Evaluación de Seguridad de la Aviación Internacional (IASA por sus siglas en inglés) de la Administración Federal de la Aviación de los Estados Unidos de Norte América-FAA, tiene en cuenta que, la falta de formación de Técnicos en Mantenimiento Aeronáutico que cumplan con altos estándares de calidad en su desempeño que los posicionen a nivel internacional, sea una de las causas para que nuestro país no aparezca en el listado de países que cumplen con estándares internacionales en Seguridad Operacional Aeronáutica (FAA, 2019).

Por lo tanto, el cumplimiento con estos estándares es una de las principales orientaciones del trabajo del Departamento de Ciencias Aeronáuticas cuando desarrolla investigaciones para la conformación de la propia oferta académica y el desarrollo aeronáutico del País proponiendo este tipo de investigaciones.

Se pretende con el presente estudio, ofrecer una base informativa que llene el vacío de investigación percibido en el campo. Además, los análisis hechos aportaron elementos para la toma de decisiones en relación con el desarrollo de programas académicos en el campo del mantenimiento aeronáutico.

2 *Metodología*

Se hizo una revisión de distintos documentos regulatorios sobre la formación necesaria para un perfil de Profesionales en Mantenimiento Aeronáutico, incluyendo Regulaciones de Aeronáutica Civil aplicables y perfiles de puesto relacionados. Así mismo se revisaron planes de estudio de algunas de las universidades técnicas que cuentan con propuestas formativas relacionadas con el mantenimiento aeronáutico. De estas consultas se recogió información sobre número de espacios de aprendizaje propuesto, temas en mantenimiento aeronáutico, los créditos académicos de cada una de las propuestas y el tiempo de duración.

Durante la investigación se aplicó un grupo focal de profesionales y técnicos activos en funciones relacionados con el mantenimiento aeronáutico, hablando sobre las expectativas que tienen de un profesional aeronáutico con formación de grado o en alguna de las modalidades de educación no formal. Así mismo, se aplicó una encuesta en línea a profesionales relacionados con el mantenimiento de aeronaves.

Se realizaron dos entrevistas semiestructuradas mediante la aplicación de un cuestionario de 12 preguntas a dos expertos en temas de mantenimiento aeronáutico vinculado a procesos formativos en una universidad que cuenta con carreras aeronáuticas relacionadas.

Se aplicó un Benchmarking, a carreras de Mantenimiento Aeronáutico de las Universidades: Don Bosco (El Salvador), la Universidad Técnica Federico Santa María (Chile), la Universidad de Galileo (Guatemala), la Universidad Tecnológica de Panamá (Panamá) en donde se revisaron dos opciones de propuesta

académica, así como la Universidad de Defensa de Honduras, UDH.

Como se aprecia en la figura 1, la comparación de las diferentes carreras generó un indicador del porcentaje de cada una de las clasificaciones que forman las diferentes asignaturas y que conlleva a apreciar que el 45 % de la carrera deberá ser utilizada para las clases propias especificas del mantenimiento aeronáutico, un 18 % para clases generales, 15 % las clases de ingeniería, los demás se distribuyen casi equitativas en un 10 % (diez por ciento) para las clases de idiomas, 8 % (ocho por ciento) para las clases científicas y 4 % (cuatro por ciento) para las clases de computación.

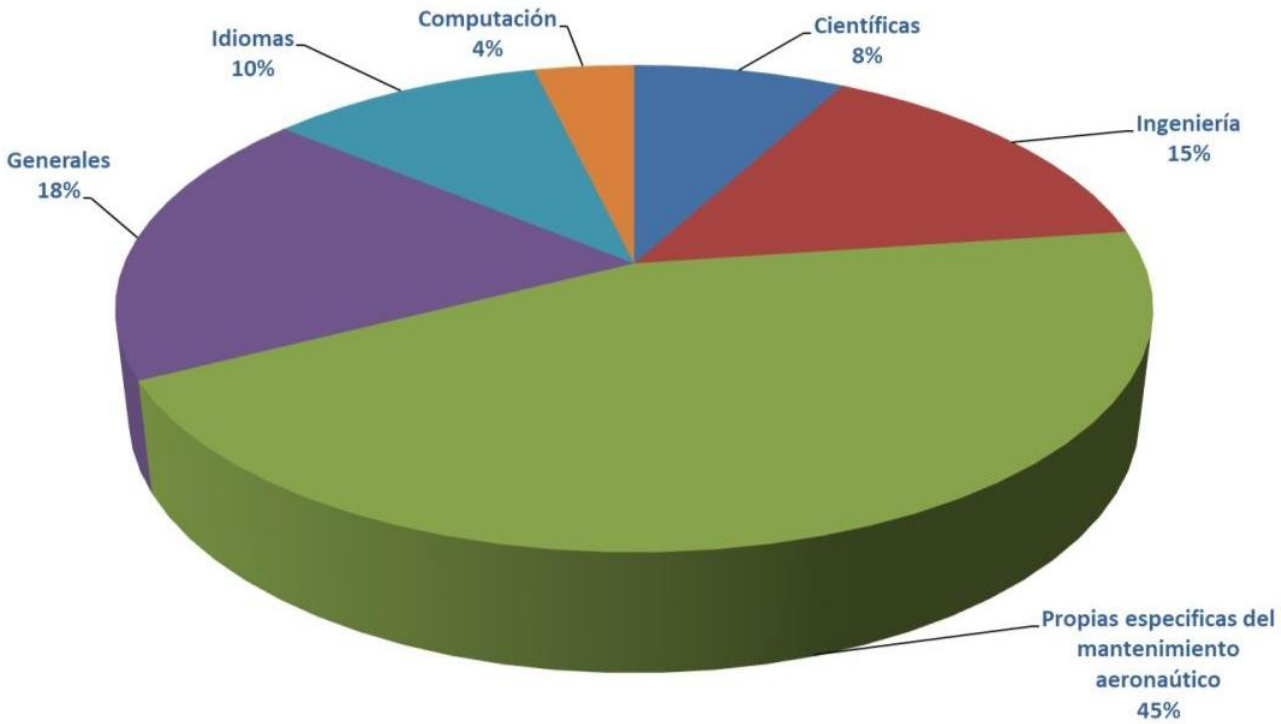

Figura 1: Ponderación de las tendencias educativas en las asignaturas de los técnicos en mantenimiento aeronáutico analizados.

En conclusión, se puede decir que, al hacer una revisión en los cinco Técnicos de las diferentes Universidades antes mencionadas a nivel del mantenimiento aeronáutico, se puede promediar en 35 clases aproximadamente de las que consta una carrera de técnico a nivel superior en mantenimiento de aeronaves.

3 *Resultados*

1. Marco Regulatorio

    1.1 Existe en nuestro País la Ley de Aeronáutica Civil la cual se ejecuta en su parte operativa a través de las Regulaciones de Aeronáutica Civil-RACs (AHAC, 2019). En este marco encontramos las Regulaciones: Licencias al Personal Técnico Aeronáutico-LPTA y, la RAC 147-Organización de Formación de Mantenimiento Aprobada, las cuales se refieren a los temas en los cuales debe estar capacitado un técnico en mantenimiento de aeronaves TMA. Sin embargo, la información que se brinda es general y no especifica aspectos como, los campos del conocimiento

físico-matemático, el dibujo técnico aeronáutico, el inglés técnico o computación; conocimientos básicos que el personal antes mencionado debe adquirir y poseer al egresar de un proceso formativo acorde con el campo a desempeñarse.[1]

1.2 Complementando las regulaciones hondureñas el *Documento 7192-Manual de Instrucción del Técnico en Mantenimiento de Aeronaves* de la Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO, 2003), hace una propuesta formal en cuanto a la fundamentación físico-matemática especifica requerida, así como las materias de la parte propiamente técnica del mantenimiento de aeronaves, encontrándose o siendo notorio que la OACI en su documento refleja un horizonte de pensamiento universitario por el alcance de las materias ahí enunciadas para conformar un pensum académico de un TMA. Esto hace que este documento pueda ser tomado como base para la construcción de una malla curricular propuesta para un Técnico Universitario en Mantenimiento Aeronáutico-TUMA.

2. Aportes de los gerentes y jefes de área, así como especialistas académicos.

2.1 Los gerentes de área, específicamente de mantenimiento y calidad, expresan que sería ideal contratar personal ya formado con las bases del mantenimiento aeronáutico que podría brindar la UNAH en una carrera de Técnico Universitario, ven la necesidad de formación general en mantenimiento de aviación antes de contratarlos, para después la empresa darles formación específica en el equipo (modelo de aeronave) a trabajar. Actualmente ellos contratan técnicos con muy poca o ninguna formación académica en mantenimiento de aviación y esto redunda en que la empresa debe capacitarlos primero en conocimientos generales, en procedimientos y prácticas estándar del mantenimiento de aviación, en como leer y entender manuales técnicos de fabricantes de productos aeronáuticos, así como en Regulaciones de Aeronáutica Civil; conocimientos que pueden ser adquiridos antes en un centro de formación académica universitaria, para que después, la empresa los forme en campos técnicos específicos de acuerdo con las aeronaves que operan. Esto le daría una mejor producción en el campo del mantenimiento aeronáutico a la empresa, optimizando el presupuesto asignado a este rubro, ya que los técnicos entrarían directamente a recibir entrenamiento en el modelo de aeronave específico en el que trabajarían, ya con la sólida formación universitaria en mantenimiento aeronáutico.

2.2 Con respecto a los conocimientos básicos, expresan que los técnicos adolecen, además de la capacitación académica base para trabajar en aviación, de los conocimientos en las áreas de matemáticas, física, inglés y computación para ser aplicados en el mantenimiento aeronáutico, así como de la capacidad de leer planos estructurales y eléctricos en manuales técnicos emitidos por el fabricante de los productos aeronáuticos (aeronave, motor, hélice). Esta opinión es generalizada y se ve expresada a lo largo del conjunto de entrevistas realizadas. Lo anterior coincide con las falencias encontradas en las regulaciones relacionadas y que se mencionan en el párrafo 1.1 del presente artículo.

2.3 Una de las observaciones importantes hechas por los entrevistados se refiere al tema de acordar con la AHAC el hecho de que al egresar del proceso formativo del TUMA, el alumno pueda optar a tramitar su licencia de Técnico en Mantenimiento de Aeronaves T-II de acuerdo con lo requerido en el RAC LPTA 240(a)(3)(ii) (AHAC, 2019) en donde se estable que *"Cuando el solicitante se halla graduado de una escuela aprobada por la AHAC, el solicitante debe poseer por lo menos 12*

[1]Para revisar información específica sobre un perfil técnico, Véase el RAC 147.120 Material de formación de mantenimiento y RAC 147.200 Curso de formación básica aprobado; así como RAC LPTA 220 Licencia de Mecánico de a Bordo, RAC LPTA 240 Licencia Técnico de Mantenimiento de aeronaves tipo II. (TMA II) y RAC LPTA 245 Técnico de mantenimiento de aeronaves (TMA) tipo I.

meses de experiencia trabajando para un organismo de mantenimiento aprobado bajo supervisión". En este caso el tiempo que se propone dure la carrera en la UNAH (2 años y medio), podría llenar el requisito anterior en cuanto a la experiencia exigida, ya que los alumnos harán las prácticas correspondientes en organizaciones de mantenimiento aprobado durante los periodos académicos de la carrera.

3. Oferta Académica Regional de Técnicos en Mantenimiento Aeronáutico

En nuestra región centroamericana existen universidades que brindan carreras en mantenimiento aeronáutico, las cuales podemos citar:

- La Universidad Don Bosco en El Salvador que oferta una carrera con Título de Técnico/a en Mantenimiento Aeronáutico con duración de 2 años (4 ciclos), 23 asignaturas y 113 unidades valorativas;
- La Universidad Galileo en Guatemala que ofrece la carrera Técnico Universitario en Mecánica de Aviación con una duración de 12 ciclos (4×año), 60 asignaturas y 180 créditos académicos;
- La Universidad Tecnológica de Panamá que oferta la carrera de Técnico en Ingeniería de Mantenimiento de Aeronaves con Especialidad en Motores y Fuselaje con una duración de 3 años, 43 asignaturas y 120 créditos académicos.

Al comparar los pensum académicos de estas universidades, se pudo notar que los componentes profesionalizantes del campo del mantenimiento aeronáutico, así como la base físico-matemática, el idioma inglés y computación son los campos del conocimiento que conforman la base de la malla curricular de un Técnico Universitario en Mantenimiento Aeronáutico.

4. Propuesta de una malla curricular en nuestro País.

4.1 Los técnicos en la UNAH

Antes de la conformación de un Técnico Universitario o Tecnólogo en Mantenimiento Aeronáutico en la UNAH, se decidió investigar a lo interno como están conformadas las carreras técnicas actuales en cuanto a su número de espacios de aprendizaje, sus créditos académicos totales, así como los créditos académicos profesionalizantes o del campo del conocimiento específico (UNAH, 2019), lo anterior para poder determinar qué tanto es el peso o ponderación de estos últimos en la malla curricular con respecto al total de los créditos académicos. A continuación, se muestra la gráfica del análisis efectuado:

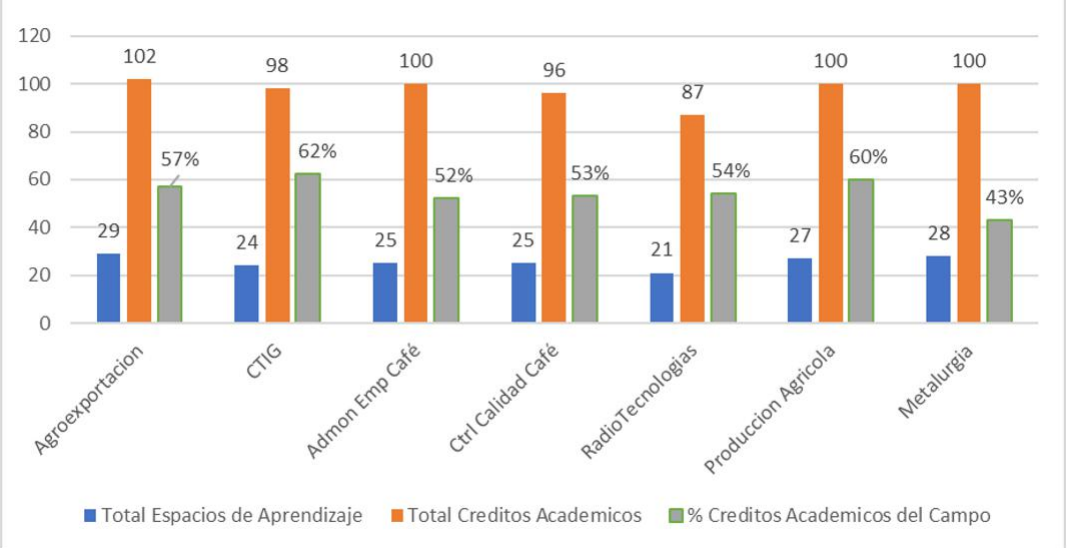

Figura 2: Datos curriculares de carreras técnicas en la UNAH.

Se puede observar que, para un técnico universitario de la UNAH, los créditos académicos (C.A.) andan en un promedio aproximado de 98 C.A. También se observa que los espacios de aprendizaje tienen un promedio aproximado de 26 Espacios de Aprendizaje (E.A.). Con respecto a la relación de los créditos profesionalizantes a los créditos totales de la carrera, tenemos un porcentaje promedio aproximado de 54 %. Este porcentaje es el peso académico del campo del conocimiento específico que se brinda a un Técnico Universitario en la UNAH según esta muestra de siete carreras técnicas.

Se debe hacer notar que existen otras carreras técnicas que brinda la UNAH, pero estas se salen del comportamiento normal de la mayoría en cuanto a las estadísticas antes mencionadas y por eso no se tomaron en cuenta en el estudio.

Otra anotación relevante revisando los planes de estudio, es el caso de carreras técnicas que, aunque pueden tener un componente aparentemente no tan alto en C.A. profesionalizantes, los espacios de aprendizaje relacionados ocupan como requisito una base físico-matemática significativa para poder desarrollarse. Ejemplo de esto es el Técnico en Metalurgia que tiene 43 % de C.A. profesionalizantes, pero tiene 23 % C.A. en el componente físico-matemático.

4.2 Malla curricular propuesta

4.2.1 Malla Propuesta

La OACI en su Doc. 7192 recomienda se impartan pericias manuales e intelectuales, así como conocimientos sólidos de la teoría físico-matemática y un conocimiento completo de la aeronave o del sistema específico en el que tendrán que trabajar (ICAO, 2003).

En el caso de la Matemática de acuerdo con lo recomendado, los escenarios podrían variar debido a que los contenidos son amplios, panorama que va desde aritmética hasta ecuaciones diferenciales pasando por álgebra, geometría y trigonometría, así como cálculo.

Como un aporte de la Academia a la creación del TUMA, debemos señalar que, según la experiencia en el campo del mantenimiento aeronáutico en el país, se considera que el TUMA debe conocer como calcular e inferir en base a la Estadística, las proyecciones del control y la planificación del mantenimiento aeronáutico para la óptima gestión de la flota y, por lo tanto, las operaciones de la aerolínea.

Por otro lado, el tema de Programación también es considerado un aporte de la academia en base a la experiencia del investigador en el campo, ya que el TUMA debe conocer como interactuar con las computadoras de abordo de la aeronave, especialmente con las que graban los datos del desempeño y operación de los sistemas de propulsión, así como con las que muestran las fallas de los sistemas electromecánicos de la aeronave y conocer como leer e interpretarlas para su evaluación en tierra. Esta información es muy útil para el TUMA en el diagnóstico de hallazgos y corrección de fallas, así como para la confirmación del correcto funcionamiento de los sistemas en general. También es necesario con alguna frecuencia, actualizar con nuevo software las computadoras de abordo y, en algunos casos, reprogramar dichas computadoras, para lo cual el TUMA debe estar capacitado.

Por estas razones se decide incluir los espacios de aprendizaje, MM-100 Introducción a la Estadística y MM-314 Programación en la base matemática de la malla curricular propuesta del TUMA.

Por último, debemos anotar que se ofrecen tres (3) campos del conocimiento optativos para el TUMA a cursarse en los dos últimos periodos: Motores Aeronáuticos, Electricidad e Instrumentos Aeronáuticos, y Aviónica. Las opciones tomadas por el estudiante marcaran una orientación de la carrera de entre las tres (3) posibilidades de elección antes mencionadas.

A continuación, y tomando en cuenta las necesidades nacionales según las personas entrevistadas los pensum académicos consultados, las carreras técnicas de la UNAH y las orientaciones OACI del Doc. 7192 así como el aporte de la academia, se propone a continuación una malla curricular base:

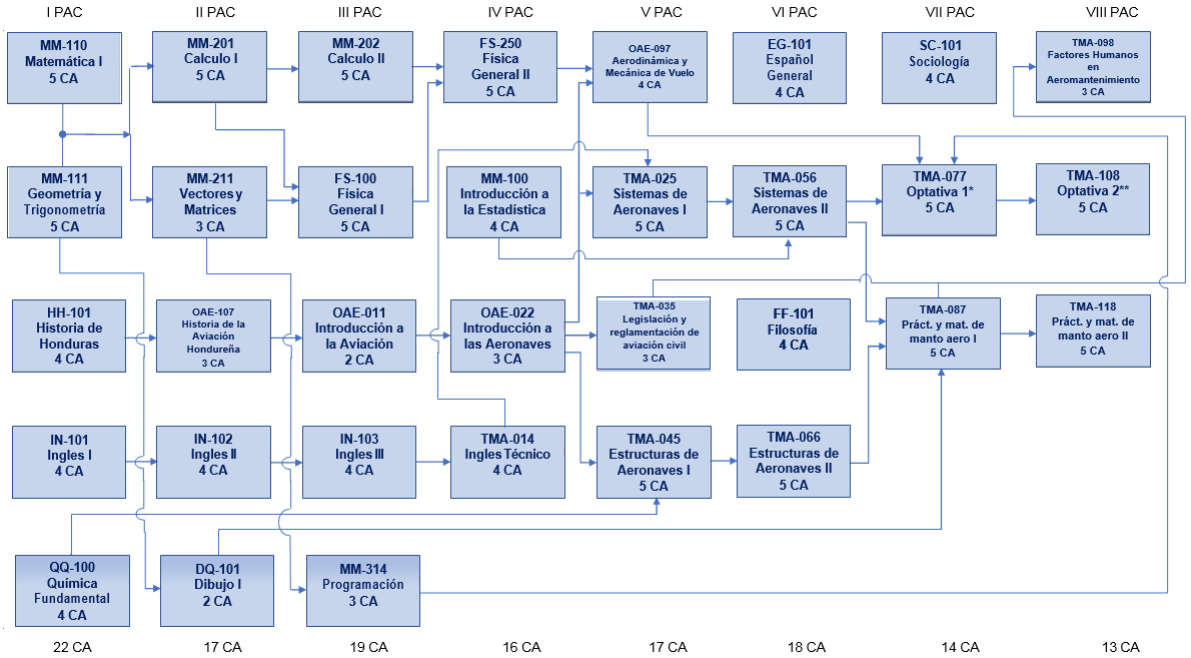

Figura 3: Flujograma de la primera aproximación de la carrera Técnico Universitario Mantenimiento Aeronáutico.

El estudiante seleccionará dos asignaturas optativas de acuerdo con una rama diversificada, según los siguientes campos:

Tabla 1: Ramas diversificadas del TUMA

N°.	Código	Espacio de aprendizaje	C.A.	Requisitos	Campos
1	*TMA-077	Sistemas motopropulsores I	5	TMA-056, OAE-097, MM-314	Motores aeronáuticos
2	**TMA-098	Sistemas motopropulsores II	5	TMA-077	Motores aeronáuticos
1	*TMA-077	Sistemas eléctricos e instrumentos I	5	TMA-056, OAE-097, MM-314	Electricidad e Instrumentos Aeronáuticos
2	**TMA-098	Sistemas eléctricos e instrumentos II	5	TMA-077	Electricidad e instrumentos aeronáuticos
1	*TMA-077	SCAV-navegación/radio I	5	TMA-056, OAE-097, MM-314	Aviónica
2	**TMA-098	SCAV-navegación/radio II	5	TMA-077	Aviónica

La distribución porcentual de los campos del conocimiento y créditos académicos que constituyen el TUMA se ve reflejada en la siguiente gráfica:

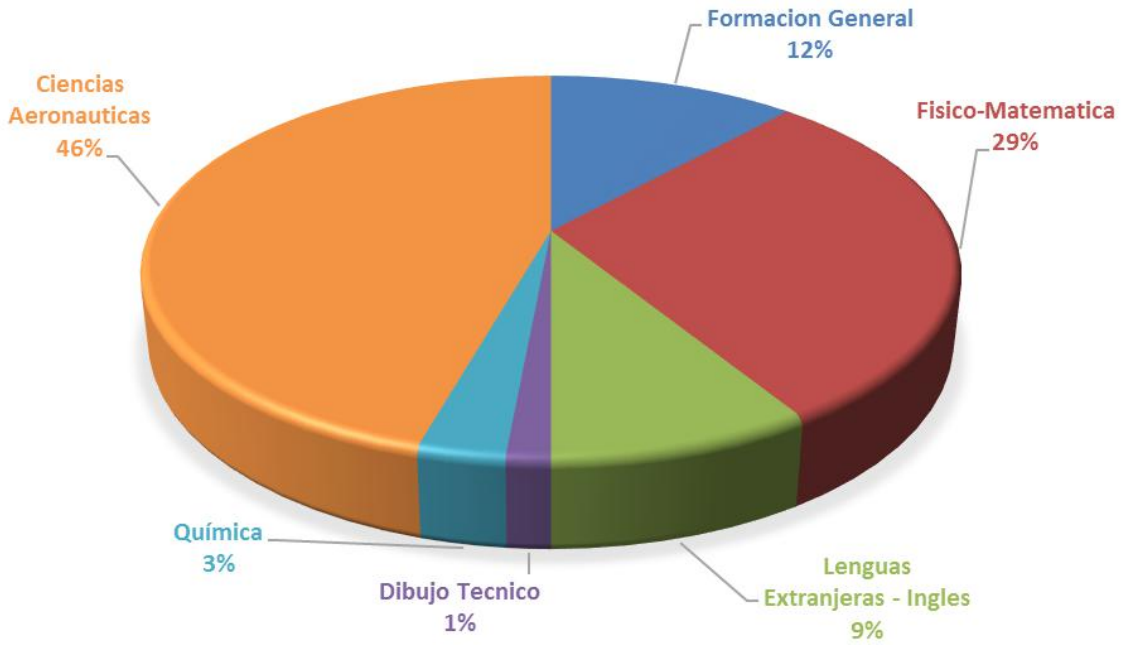

Figura 4: Distribución de C.A. por campo del conocimiento del TUMA.

En la gráfica podemos observar que se cuenta con 46 % de créditos académicos profesionalizantes o específicos del campo, pero a la vez se cuenta con 29 % del componente físico matemático; parámetros que se manejan en la UNAH en cuanto a datos curriculares de carreras técnicas.

Hay que hacer notar que el componente de lenguas extranjeras en la figura 4 se observa de un 9 % el cual corresponde a los espacios de aprendizaje de Ingles I, II y III, sin embargo, si se revisa la malla curricular, observamos que existe un cuarto inglés, el Inglés Técnico (nivel IV OACI), el cual forma parte del 46 % del componente de ciencias aeronáuticas.

4.2.2 Variables de la malla curricular según el componente matemático.

Esta propuesta variable de la malla curricular se expone para tratar de abarcar en su totalidad la recomendación de la OACI en cuanto a que un técnico en mantenimiento aeronáutico debe conocer las aplicaciones básicas de las ecuaciones diferenciales en el campo físico práctico, pero debe valorarse el hecho también de que el componente matemático seria aumentado con respecto a un Técnico Universitario.

En este caso el componente de Ecuaciones Diferenciales aplicado a las Ciencias Aeronáuticas es lo que haría variar la malla curricular en el bloque físico-matemático. Aunque existe ya en la UNAH una clase con este tema, MM-411 Ecuaciones Diferenciales, su temática es muy amplia e ingenieril y no es aplicable tal cual se propone para el TUMA.

Para cubrir esta recomendación de capacitación, se propone crear en el DCA un nuevo espacio de aprendizaje con cuatro áreas temáticas o unidades de aprendizaje. Dicho E.A. tendría en sus dos primeras unidades las bases de las ecuaciones diferenciales en lo que respecta a ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales, y en las dos unidades restantes las aplicaciones en el campo aeronáutico. Este E.A. se agregaría a la malla curricular existente, con 3 créditos académicos y como requisito o pre-requisito tendría el E.A. MM-202 Cálculo II.

4 *Discusión*

La comparación de las diferentes carreras generó un indicador del porcentaje de cada una de las clasificaciones que forman las diferentes asignaturas y que conlleva a apreciar que el 45 % de la carrera deberá ser utilizada para las clases propias especificas del mantenimiento aeronáutico, un 18 % para clases Generales, 15 % las Clases de Ingeniería, el resto de contenidos se distribuyen casi equitativas en un 10 % (diez por ciento) para las clases de Idiomas, 8 % (ocho por ciento) para las clases Científicas y 4 % (cuatro por ciento) para las clases de Computación.

Los encuestados fueron representantes de empresas que desarrollan o han desarrollado actividades directas con la Aeronáutica Civil, tienen presencia en el mercado aeronáutico por más de 5 años, han tenido a su cargo personal laboral y cuentan con algún tipo de capacitación de mantenimiento de aeronaves y que pudieran ser considerados posibles contratantes de egresados como profesionales en el área de mantenimiento de aeronaves a nivel superior en Honduras.

El 89 % de los encuestados opinan que es “Muy importante” y un 11 % restante opinan que es “importante” que haya Formación Profesional a nivel Superior en el área de Mantenimiento de Aeronaves. Un 89 % de los encuestados consideran que existe una demanda real de contratación de profesionales con formación en el área de mantenimiento de aeronaves a nivel superior. El 85 % de los entrevistados considera que la institución en la que labora estaría dispuesta a contratar profesionales con formación en el área de mantenimiento de aeronaves a nivel superior.

En base a lo anterior se puede inferir que efectivamente existe demanda, descrita por parte de los entrevistados que laboran en el ámbito aeronáutico señalando que hay una necesidad de formación profesional a nivel Superior en el área de mantenimiento de aeronaves en Honduras.

5 *Conclusiones*

1. Considerando las consultas hechas y el conocimiento acumulado del investigador se constata la necesidad de contar en Honduras con Técnicos en Mantenimiento Aeronáutico con conocimientos que les permitan desempeñarse con autonomía y competencias en el cumplimiento de directrices y procedimientos técnicos, que requieren el entendimiento y el dominio de terminología, conocimiento profundo del campo y el manejo de destrezas y pericias propias de la ingeniería del mantenimiento aeronáutico.

2. Las universidades consultadas de la región presentan Carreras de Grado con similitudes suficiente como para proponerse como un referente en la conformación de un técnico universitario concebido para el ámbito hondureño; además, el repaso de las carreras revisadas permitió visualizar los extremos de una malla curricular, que elimina elementos esenciales de la carrera o incorpora un número excesivo de espacios de aprendizaje para un técnico universitario.

3. Para una primera aproximación a la malla curricular de un Técnico en Mantenimiento Aeronáutico, se deben incorporar las orientaciones derivadas de al menos tres fuentes:

    a. El Documento 7192 de OACI (ICAO, 2003) sobre formación de técnicos en mantenimiento aeronáutico;
    b. Consulta a directores de mantenimiento, así como a técnicos activos en el mantenimiento aeronáutico y,
    c. La experiencia de campo del investigador en términos de aplicación de criterios en la selección de espacios de aprendizaje y contenidos necesarios para una combinación pedagógica adecuada y pertinente.

4. Se pudo detectar que existen tres ramas o campos importantes en los cuales el técnico puede decidir diversificar su especialidad técnica estas son:

    a. Sistema eléctrico e instrumento
    b. Propulsión (motores)
    c. Aviónica (AP, navegación, radio)

5. Se constató en toda la investigación la importancia del área curricular físico matemática para la formación de un técnico en mantenimiento; los espacios de aprendizaje propios de esta área ocupan una porción importante en todas las mallas curriculares revisadas. Por su parte el Documento 7192 de OACI recomienda explícitamente los contenidos de la Matemática y de la Física, así como el Dibujo Técnico y la Química en los que el proceso formativo debe hacer énfasis (ICAO, 2003).

6 *Referencias*

AHAC (2019). Agencia Hondureña de Aeronautica Civil-AHAC. Obtenido de Regulaciones Aeronáuticas: http://ahac.gob.hn/regulaciones-aeronauticas/.

FAA (2019). Federal Aviation Administration-FAA. Obtenido de International Aviation Safety Assessment (IASA) Program: https://www.faa.gov/about/initiatives/iasa/.

ICAO (2003). Manual de instrucción del técnico en mantenimiento de aeronaves-doc 7192. Montreal, Canada.

ICAO (2011). Global and regional 20-year forecasts. Montreal: ICAO.

UNAH (2019). Direccion del Sistema de Admision. Obtenido de Oferta Académica-UNAH: https://www.unah.edu.hn/oferta-academica.

UNA APROXIMACIÓN AL SEGUIMIENTO A EGRESADOS DE EDUCACIÓN NO FORMAL EN EL DCA-FACES

Ana-Lucía Ulloa-Cadalso[1,*], Alex Matamoros-Castro[1,†]

[1]Departamento de Ciencia Aeronáuticas, Facultad de Ciencias Espaciales, UNAH

Recibido: 01/julio/2019 **Aceptado:** 06/julio/2019

DOI: https://doi.org/10.5377/ce.v12i2.10288

RESUMEN

La presente investigación analiza la formación impartida por el Departamento de Ciencias Aeronáuticas (DCA) de la UNAH para facilitar el seguimiento a egresados. Para lograr este objetivo se hizo una caracterización de los egresados de los diplomados aeronáuticos impartidos por el DCA. Se aplicaron dos instrumentos de consulta: una encuesta y una entrevista; los consultados cumplían con los criterios de: estar activos en el campo para el cual fueron formados, ser profesionales de los que el DCA contaba con sus contactos y mostraron disponibilidad a ser consultados. De los resultados destacan, el uso intensivo de los conocimientos adquiridos y la percepción de los beneficios de la formación recibida; además, los entrevistados mencionaron aportes de los diplomados como la comprensión de los perfiles que interactúan en la aeronáutica, la inducción a la investigación, el proveer una visión global de las Ciencias Aeronáuticas y la aplicación de conocimientos para la mejora de procesos. En el apartado de Discusión se ofrecen entre otras reflexiones las variables que debería incluir un banco de datos de egresados del DCA. Se concluye que los conocimientos y habilidades adquiridos o estimulados por los dos diplomados cursados en el DCA, han mejorado el desempeño de los técnicos y profesionales egresados, los cuales se encuentran prestando sus servicios en un abanico amplio de empresas e instituciones aeronáuticas, mismas que constituyen una fuente importante de información para el establecimiento de una oferta académica del DCA, acorde con las necesidades reales de formación de la comunidad aeronáutica de Honduras.

Palabras clave: Seguimiento a egresados, banco de datos, formación.

ABSTRACT

This research analyzes the training given by the Department of Aeronautical Sciences (DCA) of UNAH to facilitate the monitoring of graduates. To achieve this objective, a characterization of the graduates of the aeronautical diplomas taught by the DCA was made. Two instruments of consultation were applied: survey and interview, the respondents met the criteria of: being active in the field for which they were trained, being professionals of whom the DCA had their contacts and showed willingness to be consulted. Of the results, the intensive use of the acquired knowledge and the perception of the benefits of the training received stand out; In addition, the interviewees mentioned the contributions of the graduates such

[*]ana.ulloa@unah.edu.hn
[†]amatamoros@unah.edu.hn

as the understanding of the profiles that interact in aeronautics, the induction of research, providing a global vision of aeronautical sciences and the application of knowledge to improve processes. In the Discussion section, among other reflections, the variables that a database of DCA graduates should include are offered. It is concluded that the knowledge and skills acquired or stimulated by the two graduates studied at the DCA have improved the performance of the graduated technicians and professionals, who are providing their services in a wide range of aeronautical companies and institutions, which constitute An important source of information for the establishment of an academic offer of the DCA, in accordance with the real training needs of the Honduran aeronautical community.

Keywords: Follow-up to graduates, data bank, training.

1 *Introducción*

El seguimiento a egresados es para la Universidad Nacional Autónoma de Honduras una función vital, de ahí que se haya instituido un Departamento dedicado a esta finalidad; entre las funciones de dicho Departamento están las de revisar la pertinencia de la formación de los egresados y la definición de los requerimientos de actualización (UNAH, 2008). La Dirección de Vinculación Universidad Sociedad cuenta con un sistema de indicadores de seguimiento para el monitoreo de estos y otros aspectos de seguimiento a graduados, a la espera de ser implementado (DVUS, 2016).

Por su parte el Departamento de Ciencias Aeronáuticas de la Facultad de Ciencias Espaciales de la UNAH, a la fecha ha formado un número importante de egresados de distintos procesos de educación no formal (ver tabla 1) a los que debería estar dando seguimiento de forma sistemática.

Tabla 1: Descripción de diplomados impartidos según número de ediciones y número de egresados. Proyectos de vinculación del DCA período 2015-2018

N°.	Proceso formativo	Ediciones	Egresados
1	Diplomado en Gestión de Sistemas Aeroportuarios (DCA, 2015)	3	61
2	Diplomado en Gestión de la Aeronavegabilidad y Mantenimiento Aeronáutico (DCA, 2018b)	3	25
3	Seminario de Navegación Aérea, Tendencias Internacionales y su Influencia en la Región Centroamericana (DCA, 2018c)	1	38
4	Seminario de Mantenimiento Aeronáutico e Ingeniería	2	24
5	Curso Formación de Instructores Técnicos Aeronáuticos (DCA, 2018a)	1	18
6	Curso Aeródromos Municipales	2	47
7	Seminario Introducción a Sistemas Aéreos no Tripulados de Operación Remota (RPAS)	1	18
8	Seminario Certificación de Aeródromo	1	13
9	Curso Peso y Balance de Aeronaves	3	47
10	Seminario Certificación de Centros de Instrucción Aeronáutica RAC 141	1	3
11	Ciclo de conferencias	3	152
Totales			446

Como se muestra en la tabla anterior la oferta formativa del DCA es relativamente amplia y variada. Sin embargo, para la presente investigación se tomaron los datos de egresados de los diplomados, puesto

que son procesos formativos que cuentan con la mayoría de elementos incluidos en la educación formal, a saber: matrícula formal, combinación de actividades presenciales y virtuales, actividades prácticas de campo y talleres, asesoría a los estudiantes, tareas para desarrollar fuera del aula de clases, investigaciones, presentaciones por parte de los estudiantes como requisito de egreso de investigaciones y proyectos de mejoramiento de procesos para aplicar los conocimientos adquiridos.

Un referente importante para el presente trabajo de investigación es la gestión del conocimiento entendido como el uso de los conocimientos institucionales e individuales para el mejor desempeño posible de la institución, organización o empresa poseedora de estos conocimientos (del Moral Bueno *et al.*, 2007). Al establecer una dinámica de gestión de los conocimientos difundidos y empleados en sus procesos formativos el DCA, estará colaborando con la comunidad aeronáutica nacional hondureña, proveyéndole retroalimentación sobre las necesidades de formación de sus empleados. Esta iniciativa de colaboración está en consonancia con el Modelo Educativo de la UNAH que destaca en el estudiante egresado la capacidad para "resolver problemas cotidianos en espacios concretos" (UNAH, 2009) y, con las Normas Académicas que establecen como tema constante de investigación el seguimiento a graduados (Art. 267), los cuales deben contar con conocimientos actualizados sobre el campo en el cual se desempeñan; de hecho, "Toda carrera de grado y posgrado con la participación de los docentes de la Escuela o el Departamento a la cual la carrera está adscrita, deberá periódicamente (por lo menos cada cinco años), determinar la pertinencia de la formación recibida por los graduados en relación con las demandas de la sociedad, y del desarrollo humano sostenible" (UNAH, 2015).

2 *Metodología*

Los datos recogidos para la presente investigación corresponden al período 2015-2018 y están referidos a actividades realizadas en las Ciudades de Tegucigalpa y San Pedro Sula. Asumiendo la condición explicativa de la investigación propuesta, se enlistan algunas de las características que poseen los exalumnos de programas de formación ofrecidos por el DCA, así como las aportaciones de los mismos a las instituciones y/o empresas donde laboran. Dado que los aspectos seleccionados se revisaron una sola vez, se considera una investigación transversal. Sin embargo, con los aportes de esta investigación se espera establecer un conjunto de variables que servirán de base para elaborar un banco de datos que permita desarrollar estudios longitudinales de seguimiento a egresados de la oferta académica del DCA.

Se consultó como fuente primaria a los exalumnos egresados del Diplomado en Gestión de Sistemas Aeronáuticos y a los del Diplomado en Gestión de la Aeronavegabilidad y el Mantenimiento Aeronáutico; cada uno de estos diplomados ha desarrollado tres ediciones de las cuales provienen 76 egresados. Las fuentes secundarias fueron los perfiles de los diplomados antes mencionados, las estadísticas generadas por el DCA de exalumnos egresados de sus programas educativos y el Modelo Educativo de la UNAH.

Luego de hacer una revisión bibliográfica se aplicaron como instrumentos de consulta, una entrevista en profundidad con el Encargado de seguimiento a graduados de la Dirección de vinculación Universidad Sociedad de la UNAH, una encuesta a egresados de diplomados y un cuestionario a un grupo de egresados seleccionado aplicando los criterios de estar activos en el campo para el cual fueron formados, ser profesionales de los que el DCA contaba con sus contactos y mostrar disponibilidad a ser consultados. Los instrumentos aplicados se orientaron a examinar aspectos como las habilidades desarrolladas, el valor de uso dado a los contenidos de la formación recibida, la preferencia de los entrevistados por la formación recibida con el DCA.

3 *Resultados*

1. Análisis de la encuesta

1.1 Vigencia del conocimiento. La mayoría de los encuestados recibieron su diplomado entre febrero de 2014 y junio de 2015 (51.5 %), entre el último mes mencionado y el presente (agosto de 2018) han transcurrido 3 años, no obstante, se considera que los conocimientos adquiridos son todavía vigentes puesto que los contenidos tratados tienen, una velocidad moderada de cambio, se trató de Anexos al Convenio de Chicago, Regulaciones de Aviación Civil, Estructuras de manuales, legislación aeronáutica, estructuras tipo de autoridades aeronáuticas; así como estructuras de Directivas de Aeronavegabilidad o AD notes, certificados tipo y otros documentos similares (ver gráfico de la figura 1).

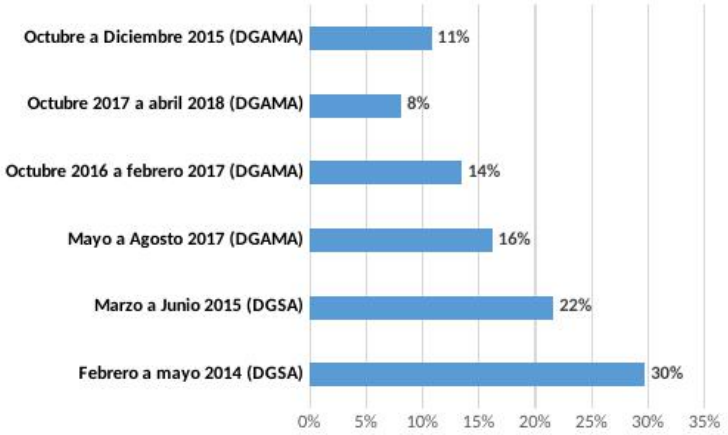

Figura 1: Fecha en que se cursó el Diplomado. Fuente: elaboración propia.

1.2 Áreas fortalecidas. En el caso de DGSA se reportaron fortalezas en: Aeropuertos, operaciones, seguridad (72.7 %) y en el caso del DGAMA: Mantenimiento de la Aeronavegabilidad y Operadores aéreos, cumplimiento de regulaciones; ambos ítems obtuvieron 10 de las doce respuestas hechas a la pregunta sobre los temas en los que se consideraban mejor formados (ver gráficos de las figuras 2 y 3).

1.3 Aplicación del conocimiento. Al momento de aplicar la encuesta los egresados tenían presencia en 15 instituciones o empresas del rubro aeronáutico en donde un 81.8 % de los encuestados dijo estar aplicando los conocimientos adquiridos. Este hecho convierte a los consultados en un buen referente para que el DCA considere sus criterios para revisar la pertinencia de los conocimientos utilizados y por utilizar en sus propuestas formativas (ver gráfico de la figura 4). Con el resto de la población, el DCA debería profundizar en las razones por las cuales no se están aplicando los conocimientos adquiridos, las respuestas que se obtengan en este caso deberían orientar nuevas propuestas formativas.

1.4 Beneficios de la formación. La gran mayoría de los consultados (97 %) dijo que la formación recibida en los diplomados fue beneficiosa a nivel personal; de hecho, en un 61.9 % de los casos el diplomado recibido fue un elemento que ayudó a conseguir un empleo dentro del rubro aeronáutico (ver gráfico de la figura 5).

Figura 2: Temas en los que se percibe mayor fortaleza - DGSA. Fuente: Elaboración propia.

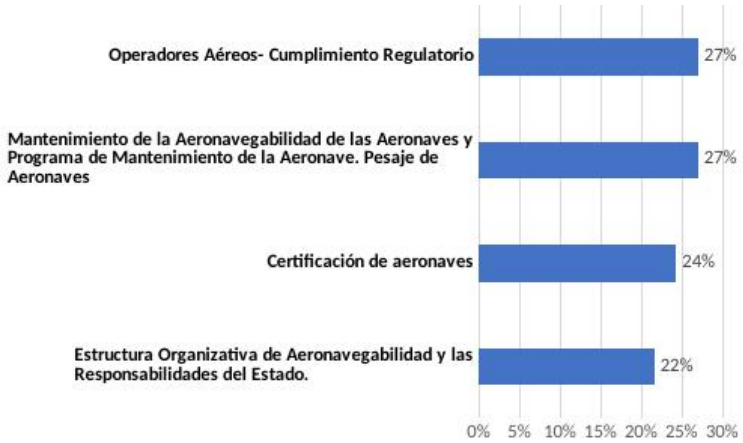

Figura 3: Temas en los que se percibe mayor fortaleza – DGMA. Fuente: Elaboración propia.

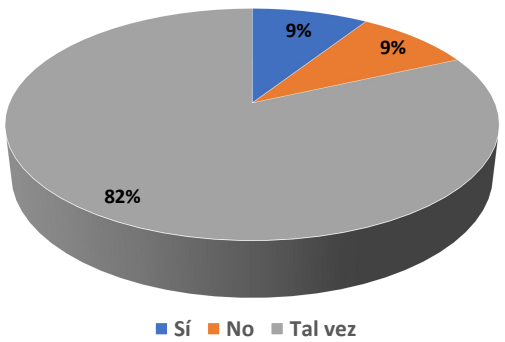

Figura 4: Aplicación de los conocimientos adquiridos.

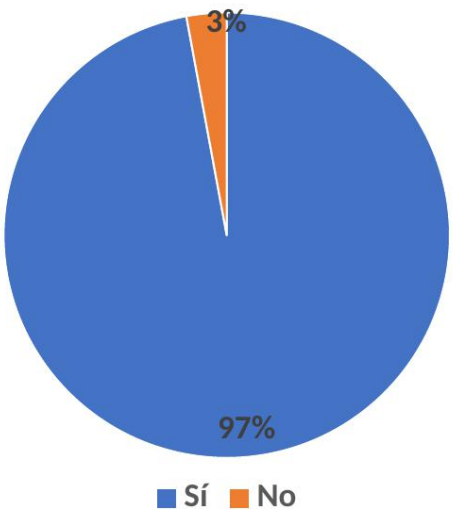

Figura 5: ¿Ha sido beneficioso para Usted el Diplomado cursado en el DCA?

1.5 Interés en la formación ofrecida por el DCA. Un 88.2 % de los entrevistados expresaron interés en recibir formación del DCA, esto es ocho veces más que quiénes sólo consideraron esta posibilidad. Este resultado coloca al Departamento en condición favorable para ofrecer propuestas de formación nuevas o que retomen, para profundizarlos, algunos de los temas abordados en los diplomados impartidos (ver gráfico de la figura 6).

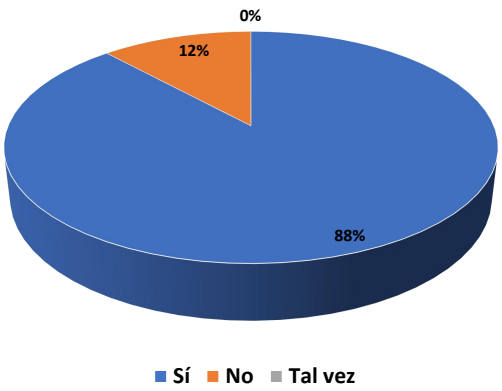

Figura 6: ¿Le interesa cursar un programa formativo con el DCA?

2. Resultado de las entrevistas

2.1 Todos los entrevistados se encuentran trabajando en el rubro aeronáutico en un espectro amplio de empleos que van desde profesores universitarios hasta pilotos incluyendo un consultor en Ciencias Aeronáuticas, dos empleados en temas de capacitación de la AHAC, un gerente de operaciones, un empleado de una OMA, dos miembros de un bufete dedicado a temas aeronáuticos y un propietario de una Centro de Instrucción Aeronáutico.

2.2 Nueve de los diez entrevistados consideran que los conocimientos adquiridos les han sido útiles para el desempeño del propio trabajo y afirman haberlos utilizado para: hacerse una idea de conjunto del campo aeronáutico para conformar una oferta académica, dar a la propia vida profesional una nueva orientación, hacer consultoría en el campo aeronáutico, diferenciar los roles de la aeronáutica civil de los que corresponden a la aeronáutica militar, definir una concepción clara de los asuntos de la aeronáutica civil y mejorar la propia imagen.

2.3 Entre los principales aportes de los Diplomados del DCA se destacan: la comprensión de los perfiles que interactúan en la aeronáutica, la inducción a la investigación en aeronáutica, el fortalecimiento de capacidades para el desempeño de las propias funciones de trabajo, el contacto con la comunidad aeronáutica, el proveer una visión global de las Ciencias Aeronáuticas, el enriquecimiento de los conocimientos sobre aeronáutica, conocimientos para hablar con propiedad de la aeronáutica, el mejoramiento de los servicios ofrecidos, la aplicación de conocimientos para la mejora de procesos, la corrección a terceros que no hacen bien el trabajo que les corresponde, la profundización de conocimientos, la presentación en el aula de situaciones que se habían presentado en la vida cotidiana, la distinción entre la venta de conocimientos y la venta de servicios, una base técnica sólida para el desempeño en las propias funciones, el mejoramiento de la relación con la AHAC, el mejoramiento de la asesoría profesional, buenas relaciones con la comunidad aeronáutica, ver el aeropuerto en su conjunto.

2.4 Nueve de los 10 entrevistados han estado en contacto con el Departamento de Ciencias Aeronáuticas (DCA) y todos dijeron que este Departamento debe seguir impartiendo nuevos Diplomados, se agrega que: no se cuenta con este tipo de oferta en otros lugares con lo cual el DCA está siendo determinante para la aeronáutica más que cualquier otro Departamento de la UNAH.

2.5 A la pregunta sobre si el o los diplomados recibidos les habían motivado para buscar una carrera aeronáutica, cinco entrevistados dijeron que sí, igual número que no; el sí tuvo los siguientes agregados: el Diplomado en Gestión de Sistemas Aeroportuarios motivó a una de las entrevistadas a sacar un Master en el campo aeronáutico, la motivación se dio por el dinamismo y la importancia dada a las clases, dos entrevistados están considerando la posibilidad de un Doctorado. En los casos en los que se dijo que no había una motivación para hacer una carrera aeronáutica, se explicó que esto era por los siguientes motivos: no se ha dado la oportunidad, ya se cuenta con una carrera, la formación en aeronáutica es un instrumento de trabajo solamente para este momento. Seis de los entrevistados están interesados en cursar un posgrado en aeronáutica civil.

2.6 Temas sobre los que el DCA debería hacer nuevos diplomados: manejo de vehículos aéreos no tripulados, SMS, producción Aeronáutica, gestión aeronáutica, aeropuertos eco sostenibles, políticas públicas en materia aeronáutica, seguridad de vuelo, aviación regional, aerodinámica, CRM, sobre legislación aeronáutica, instructores técnicos aeronáuticos, gestión de calidad aeronáutica bajo las normas ISO, derecho aeronáutico, ingeniería aeronáutica, recurrentes para despachadores y personal de tripulación, AVSEC, investigación de accidentes.

4 *Discusión*

1. Sobre los egresados de Diplomados del DCA.

Dado que estos egresados deben significar para el DCA un medio de comunicación efectiva con la comunidad aeronáutica vale la pena identificar en perspectiva de análisis, el perfil de los egresados, los datos que debería manejar el DCA en relación con esta población y la internacionalización en la oferta de servicios que estos egresados han presentado al propio mercado.

1.1 Perfil aproximado de ocupación de los egresados.

Considerando la información obtenida a través las fuentes secundarias y de los instrumentos aplicados se puede inferir que el perfil del egresado de los diplomados hasta ahora desarrollados por el DCA responde a las siguientes características Generales:

- Manejo conceptual: Hasta la fecha el DCA ha desarrollado dos Diplomados en tres ediciones cada uno, el Diplomado en Gestión de Sistemas Aeroportuarios (DGSA) y el Diplomado en Gestión de la Aeronavegabilidad y Mantenimiento Aeronáutico (DGAMA). Estos dos diplomados determinan el dominio conceptual y práctico con el que cuentan los egresados. El DGSA se dio en cinco módulos; el primero denominado Fundamentos de la Aeronáutica Civil abordó los temas de Terminología y principales definiciones utilizadas en la aeronáutica, los antecedentes de la aeronáutica en Honduras, las instancias internaciones y nacionales de la aeronáutica, nociones de sistema aeroportuario, una descripción general de los perfiles técnicos y profesionales en el rubro aeronáutico, las empresas e instituciones del rubro; el segundo módulo, Aeropuertos, operaciones, seguridad y mantenimiento, explicó conceptos como una clasificación de aeropuertos, la seguridad y la higiene en los aeropuertos, la operación y el mantenimiento de un aeródromo; el tercer módulo, administración y finanzas aeroportuarias, propuso las temáticas de los tipos de administraciones que puede tener un aeropuerto, las agencias reguladoras y promotoras de aeropuertos y aeródromos a nivel mundial; las distintas fuentes de financiamiento con las que puede contar un aeropuerto, las dimensiones financiera y operativa del presupuesto de un aeropuerto; el cuarto módulo llamado legislación y desarrollo de servicios aeronáuticos, ofreció los conceptos de la legislación de la aeronáutica civil en Honduras, el desarrollo de servicios aéreos, el mercadeo y la función de las relaciones públicas en un aeropuerto, el emprendedurismo aeroportuario, el impacto económico de un aeropuerto; el quinto y último módulo, llamado planificación aeroportuaria: construcción y sostenibilidad ambiental, desarrolló los temas de la planificación para el mejoramiento de un aeropuerto, el plan maestro aeroportuario, el diseño de aeródromos, la sostenibilidad ambiental aeroportuaria. Por otra parte el DGAMA se desarrolló en cuatro módulos, el primer módulo llamado Estructura organizativa de la aeronavegabilidad y las responsabilidades del Estado, abordó los temas de las responsabilidades del Estado en materia de aeronavegabilidad, la organización del departamento de aeronavegabilidad, el concepto de Certificado Tipo; el segundo módulo, Estado de diseño y estado de fabricación de la aeronave, contó con los temas de la distribución de responsabilidades de los estados de diseño y los estados de fabricación con respecto a los certificados tipo, el proceso de una certificación tipo, los cambios al diseño tipo, la aprobación y certificación de la producción en el mantenimiento de la aeronavegabilidad, los requisitos adicionales cuando el Estado de fabricación no es el Estado de Diseño; el tercer módulo, denominado Certificación de Aeronaves, incluyó los temas requerimiento regulatorio para marcas

y matrículas de aeronaves, registro y marcas de aeronaves, certificado de homologación de ruidos, certificado de aeronavegabilidad, aprobación de permiso especial de vuelo, certificado de aeronavegabilidad para la exportación; el cuarto y último módulo, Operadores Aéreos – Cumplimiento, contó con los siguientes temas: responsabilidad por el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, el proceso de certificación de un operador aéreo, el personal gerencial y el sistema de gestión para el mantenimiento de la aeronavegabilidad (control de mantenimiento, planificación, sistema de calidad, almacén de productos aeronáuticos), los requerimientos de instrumentos, equipamiento y equipos de comunicación, el sistema de Manual del operador, las Directivas de Aeronavegabilidad (RAC 39), modificaciones y reparaciones, la información mandatoria de aeronavegabilidad.

- Habilidades. A juzgar por los trabajos de investigación presentados, el desempeño durante el desarrollo de los dos diplomados y los aportes hechos por los egresados en sus ambientes de trabajo se puede afirmar que los egresados muestran las siguientes habilidades:
  - Habilidad para aplicar los conocimientos adquiridos a situaciones nuevas,
  - Facilidad para presentar proyectos de mejora de procesos,
  - Capacidad de adaptación a nuevas funciones dentro del propio trabajo,
  - Cumplimiento con instrucciones,
  - Capacidad para resolver problemas,
  - Aplicación de principios éticos,
  - Capacidades para el trabajo en equipo.

1.2 Componentes de un banco de datos del DCA para el manejo de la oferta académica

a. Oferta de educación no formal. No todos los trece proyectos de vinculación en educación no formal, con los que cuenta el Departamento hasta la fecha se encuentran activos y los que registran actividades se encuentran en distintos momentos de su desarrollo, algunos de ellos después de una dos o tres ediciones, no se han vuelto a activar, otros actualmente (agosto 2018) se encuentran en plena actividad, otros están en proceso de conformación y por último, algunos se han presentado en distintas discusiones en el DCA como ideas de proyecto. Esta variedad debería contar con un registro dentro del Departamento de manera que la oferta de académica de vinculación pueda ser planificada por año y período.

b. Oferta de educación formal. Este apartado del banco de datos debería dar seguimiento a las carreras de grado y posgrado del DCA, incluyendo las Carreras que están en proceso de aprobación, las que están en pleno desarrollo, las carreras de las que se está elaborando una investigación diagnóstica y aquellas que ya cuentan con un diagnóstico finalizado. El tema se relaciona con la labor en educación no formal, puesto que con los diplomados impartidos por el DCA, se ha llegado al mercado potencial para las carreras de grado y posgrado que puede ofrecer este Departamento.

c. Egresados de procesos formativos. Conviene al DCA saber de los egresados de todos sus procesos formativos manteniendo actualizada información sobre aspectos como, el número de egresados, perfiles de trabajo en los que se desempeñan, lugares en donde trabajan y necesidades de formación.

d. Proyectos de investigación. Debe existir un archivo con la información básica de las investigaciones, los proyectos de mejora de procesos y otros trabajos relevantes que hayan surgido de

los diplomados y cursos impartidos por el DCA. Considerando que los estudiantes de Diplomados y los de algunos de los cursos impartidos han preparado documentos con propuestas en algunos casos novedosas y han hecho presentaciones de dichos trabajos, este material sería la materia prima de este apartado del banco de datos.

e. Conferencias, publicaciones y otras actividades académicas del DCA en las que han participado los egresados. Este apartado debería ofrecer información sobre las actividades académicas del Departamento en las que ha contado con la colaboración de egresados de los propios procesos formativos, de hecho hasta ahora los egresados han escrito artículos para la Revista Ciencias Espaciales o han sido coautores, han presentado conferencias y han apoyado el desarrollo de al menos dos de la asesorías que está haciendo el DCA para la comunidad aeronáutica (es el caso de la conformación de una Regulación para el uso de RPAS y el levantamiento de way points para el aeródromo de Utila). A este tipo de colaboraciones se les debería dar seguimiento, pero además a labores similares que atienden los egresados aplicando los conocimientos adquiridos en nuestros procesos formativos o generando nuevos conocimientos a partir de lo aprendido con el DCA.

f. Seguimiento a la publicidad de las actividades de vinculación. Los procesos formativos de vinculación en el DCA, han sido dados a conocer a la comunidad universitaria y, en algunos casos al público en general; en tal sentido es recomendable dar seguimiento a la visibilidad de estos procesos en los distintos medios de comunicación dentro y fuera de la UNAH.

1.3 Internacionalización de los egresados

El campo de trabajo de la Aeronáutica es por su naturaleza nacional, regional e internacional; esta característica es notoria en la labor de los egresados de los dos diplomados que han sido objeto de análisis en la presente investigación. Se cuenta con pilotos que desempeñan sus funciones a nivel regional y quien lo hace fuera de la región centroamericana, además se tiene noticia de quienes han realizado una labor de consultoría para empresas e instituciones de fuera de la región centroamericana. El tomar nota de este aspecto debe obligar al DCA a pensar las propias propuestas de formación, dando por hecho que sus egresados deberán prestar sus servicios fuera de las fronteras nacionales y aún más allá de la región centroamericana.

1.4 Incidencia de egresados en Instituciones y empresas

El requisito de egreso relacionado con el trabajo que deben presentar los estudiantes de diplomados del DCA ha evolucionado de ser una investigación mínima que puede elaborarse en base a información accesible, a presentarse como una propuesta de mejora de procesos construida con información específica propia de los ambientes en los que se estaban desenvolviendo los alumnos al momento de participar en el diplomado. Se cuenta por ejemplo, con una investigación que subrayó la necesidad de contar en Honduras con un Consejo Aeronáutico Nacional para orientar una política para este campo como ya sucede en Chile, en Ecuador y en República Dominicana; otra investigación examinó el tema de los certificados tipo para aeronaves experimentales y las conclusiones del trabajo sirvieron luego para asesorar a un operador que en Honduras afrontaba problemas con un registro con características similares a las que se dan con este tipo de certificados; otro de los proyectos abordó el tema de la seguridad en un aeródromo municipal logrando recomendaciones útiles e interesantes. Por lo que se refiere a propuestas para la mejora de procesos se han elaborado recomendaciones para el mejoramiento de un hangar que sirve a aeronaves para la fumigación, se han propuesto una

planificación del manejo de un almacén de repuestos y se ha revisado la atención a las no conformidades para el mantenimiento de una aeronave de un centro de instrucción aeronáutico.

En lo relacionado con la aplicación de conocimientos en la práctica cotidiana se tienen testimonios de un egresado que en fechas recientes (2018) sirvió clases en el primer ejercicio de formación hecho por un centro de instrucción en materia de mantenimiento aeronáutico que fue ofrecido en la Zona Norte de Honduras; pero contó con alumnos del Centro y Sur del País. Este curso se impartió de forma gratuita y aunque no cumpliera con los requisitos para una certificación, con su impartición se cumplió con lo establecido en el Manual de Operativo de una Organización de Mantenimiento Aprobada.

No se debe dejar de mencionar que los conocimientos adquiridos en uno de los Diplomados sirvieron para orientar el trabajo de un bufete que actualmente atiende casos propios del campo aeronáutico. Dos de los egresados que trabajan en este tema consideran que la experiencia del diplomado recibido les permitió pasar de un paradigma de venta de servicios que ofrece intervenciones puntuales a uno de transmisión de conocimientos aplicados en el que se prioriza la resolución de problemas.

Se puede afirmar que uno de los principales aportes de los Diplomados del DCA lo ha recibido la Academia, puesto que los cinco pasos utilizados para los proyectos de investigación y para la conformación de proyectos de mejora de procesos (1. Aspectos generales del proyecto, 2. Metodología, 3. Datos a recolectar, 4. Resultados a obtener, 5. Informe del proyecto) ya están siendo aplicados para orientar el trabajo en investigación educativa en uno de los tres grupos conformados dentro de la Comunidad STEM de la UNAH. [1]

1.5 Incidencia en la oferta académica del DCA

Hasta la fecha, dado que el DCA no cuenta con Carreras de grado, la labor más relevante del Departamento ha sido la desarrollada en materia de vinculación Universidad Sociedad y, dentro de toda esta oferta, los diplomados representan un lugar central, de hecho la información más significativa que se ha reportado para la elaboración del catálogo de vinculación que se elabora año con año en la FACES proviene de los diplomados; los cuales no solo han generado nuevos temas de investigación, sino que además se han mejorado con la sucesión de ediciones y han logrado que el DCA visualice temas sobre los que es oportuno y necesario generar nuevos procesos formativos en los formatos de educación no formal (cursos, seminarios, conferencias y talleres).

Adicionalmente con los diplomados se han conocido de manera específica una porción significativa de los perfiles profesionales y técnicos que pueblan el campo aeronáutico en Honduras. Cabe mencionar que son o han sido parte del cuerpo de docentes del DCA cuatro de los egresados de los dos diplomados impartidos hasta la fecha y los nombres de los perfiles más prominentes de los

[1] Actualmente la Dirección de Innovación Educativa de la UNAH está apoyando la conformación de una Comunidad STEM (Siglas en Ingles que significan Science Technology and Mathematics), la cual se ha distribuido en tres grupos uno para la elaboración de tutoriales para la enseñanza de Matemáticas y temas relacionados, un segundo para la realización de una Feria STEM y un tercero para hacer investigación educativa aplicada a las áreas STEM, este tercer grupo está conformando un Curso denominado IE STEM aplicando los cinco pasos propuestos para los proyectos de investigación e intervención de los diplomados del DCA.

egresados ya son parte del banco de datos de docentes presentados en los planes de estudio de las carreras de grado que al presente están próximas a ser aprobadas en la UNAH.

1.6 Limitación de los impactos logrados.

Los dos diplomados desarrollados por el DCA han sido diseñados cuidando los detalles centrales de todo proceso formativo incluyendo datos relevantes de las empresas e instituciones de procedencia de los participantes, definición clara de los perfiles de egreso de acuerdo a los contenidos establecidos, contenidos pertinentes, una combinación adecuada de teoría y práctica, estrategias pedagógicas adecuadas, uso de plataforma virtual, visitas de campo diseñadas, perfiles adecuados de docentes para cada uno de los módulos de cada diplomado, planificación de recursos pedagógicos y didácticos, asignaciones de tiempos. Toda esta preparación ha garantizado, en alguna medida el éxito relativo de las seis promociones de los diplomados ofrecidos.

Sin embargo, el Departamento es consciente de que los impactos logrados pueden ser mejores si se incorporan aspectos como la intensificación de contactos con empresas e instituciones regionales centroamericanas a las que se pueda ofrecer los diplomados disponibles u otros similares según la demanda de la región. Cabe incluso la posibilidad de incorporar como factor de mejora la conformación de programas conjuntos de formación con universidades más allá de la región centroamericana a nivel continental y aún mundial; en este orden de ideas sería muy provechoso como una prestación extra para los egresados el que el DCA ostentara una Certificación como Centro de Instrucción por parte de OACI. Otro elemento de mejora que está por incorporarse es el establecimiento de convenios de cooperación con empresas del rubro a las cuales se pueda ofrecer formación inicial y recurrente en los campos en los que el Departamento tiene experiencia. Por último y no menos importante para mejorar el impacto positivo de los diplomados impartidos por el DCA, sería cumplir con una de las finalidades de la presente investigación, es decir, establecer las bases para un sistema de seguimiento a egresados en los términos sugeridos en la discusión del presente trabajo, sería un sistema que permitiría la toma de decisiones informadas con respecto a la oferta académica de educación no formal y podría orientar también en alguna medida, la conformación de nuevas carreras de grado y posgrado para el campo de la aeronáutica civil en Honduras y la región centroamericana.

5 *Conclusiones*

1. Una porción importante de los egresados se encuentra activa en el campo aeronáutico y muestran interés por continuar formándose en temas que ellos mismos proponen y que el DCA podría calificar como relevantes y pertinentes para los campos en los que los egresados están empleados.
2. Los conocimientos y habilidades adquiridos o estimulados por los dos diplomados cursados en el DCA, han mejorado el desempeño de los técnicos y profesionales egresados; de los productos de los instrumentos aplicados se percibe cierta destreza en el manejo de habilidades que pueden facilitar en el egresado su adaptación a distintos contextos laborales, entre estas habilidades destacan la aplicación de conocimientos a situaciones nuevas, el asumir nuevas funciones en el propio ámbito laboral, la resolución de problemas y el trabajo en equipo.
3. La cobertura de los espacios de trabajo en donde los egresados prestan sus servicios, representa un abanico amplio de la institucionalidad y el empresariado aeronáutico; dado el perfil de trabajo de los egresados se cuenta con presencia de éstos en: la Autoridad Aeronáutica, Organizaciones de Mantenimiento Aprobadas, líneas aéreas, servicios de *ground handlings*, centro de instrucción aeronáutica, la Policía Nacional,

empresas fumigadoras y asesoría legal. Esta presencia le debe significar una ventaja al DCA al momento de promover la propia oferta académica, dando seguimiento a la relación que se ha venido dando con las empresas e instituciones que mantienen activo en Honduras el rubro aeronáutico.

4. Se resalta la importancia de formalizar relaciones con la Autoridad Aeronáutica y con las empresas del rubro aeronáutico para abrir la posibilidad al DCA de ofrecer a estas instancias formación inicial y recurrente, según las capacidades existentes en el Departamento; este relacionamiento puede iniciar con una colaboración planificada en conjunto para luego establecerse en forma de convenios.
5. Considerando que los egresados tienen una percepción positiva de la formación recibida, la cual es considerada útil puesto que ha contribuido a la mejoría del propio desempeño y que además la mayoría de los entrevistados consideran que el DCA debe seguir formando en distintos temas de la aeronáutica; se puede afirmar que nuevos programas formativos continuarán teniendo demanda, siempre que se renueven las temáticas ofrecidas (los entrevistados enlistaron 18 nuevas temáticas a abordar) y se aproveche el momento favorable que se está dando para el DCA en el contexto nacional de formación para la comunidad aeronáutica.
6. Una característica que debe asignársele a la oferta académica es su orientación hacia estudiantes que cumplan con una o más de estos requisitos: secundaria finalizada, que se encuentren estudiando en el nivel superior, empleados en el rubro aeronáutico con título de grado universitario.
7. De acuerdo con las actividades cotidianas de los propios campos de trabajo de los egresados se constata interés por las siguientes áreas de formación:

    a. Temas de interés general: Manejo de Vehículos aéreos no tripulados, Sistemas de seguridad operativa (SMS), Seguridad de la aviación (AVSEC), aeropuertos eco sostenibles, Seguridad de Vuelo, Aviación Regional.

    b. Temas legales y administrativos: Gestión Aeronáutica, CRM, Producción Aeronáutica, sobre Legislación aeronáutica, Gestión de calidad aeronáutica bajo las normas ISO.

    c. Ecología y políticas públicas: Aeropuertos eco sostenibles, Políticas públicas en materia aeronáutica.

    d. Formación científica e instrucción: Aerodinámica, Instructores Técnicos Aeronáuticos, Ingeniería Aeronáutica, recurrentes para despachadores y personal de tripulación, investigación de accidentes.

Listado de siglas utilizadas

AD Notes: Directivas de aeronavegabililidad (en inglés: Airworthiness Directives Notes).

AVSEC: Aviation Security (Seguridad de la Aviación).

CRM: Crew Resource Management (Gestión del Personal de Cabina).

DCA: Departamento de Ciencias Aeronáuticas.

DGAMA: Diplomado en Gestión de la Aeronavegabilidad y Mantenimiento Aeronáutico.

DGSA: Diplomado en Gestión de Sistemas Aeroportuarios.

ISO: International Standard Organization (Organización Internacional de Estándares).

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional.

RAC: Regulación de Aeronáutica Civil.

SMS: Safety Managment System (Sistema de Gestión de la Seguridad).

STEM: Science Technology, Engineering, Mathematics (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas).

UNAH: Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

6 Referencias

DCA (2015). Informe final diplomado en gestión de sistemas aeroportuarios. Tegucigalpa: archivo del Departamento de Ciencias Aeronáuticas de la Facultad de Ciencias Espaciales, UNAH.

DCA (2018a). Informe final curso formación de instructores técnicos aeronáuticos. Tegucigalpa: archivo del Departamento de Ciencias Aeronáuticas de la Facultad de Ciencias Espaciales, UNAH.

DCA (2018b). Informe final diplomado en gestión de la aeronavegabilidad y mantenimiento aeronáutico. Tegucigalpa: archivo del Departamento de Ciencias Aeronáuticas de la Facultad de Ciencias Espaciales, UNAH.

DCA (2018c). Navegación aérea, tendencias internacionales y su influencia en la región centroamericana. Tegucigalpa: archivo del Departamento de Ciencias Aeronáuticas de la Facultad de Ciencias Espaciales, UNAH.

del Moral Bueno, A., Pazos Sierra, J., Rodriguez Fernandez, E., Rodriguez-Paton Aradas, A., y Suarez Garaboa, S. (2007). *Gestión del conocimiento*. Editorial: Paraninfo.

DVUS (2016). Informe del primer estudio de seguimiento a graduado. Dirección de Vinculación Universidad Sociedad. Tegucigalpa: Editorial Universitaria.

UNAH (2008). Reglamento de vinculación universidad-sociedad. Tegucigalpa: La Gaceta.

UNAH (2009). Modelo educativo. Tegucigalpa : Editorial Universitaria.

UNAH (2015). Normas académicas. Tegucigalpa : Editorial Universitaria.

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y ENSAYO DE PRUEBA DE UN TÚNEL DE VIENTO VERTICAL, PARA ENSAYOS DE CAÍDA LIBRE DE CUERPOS

Santiago Garro[1,*], Santiago Pezzotti[2,†], Vicente Nadal Mora[3,‡]

Desarrollo, Extensión y Transferencia – Grupo de Transporte Aéreo – Grupo de Ingeniería Aplicada a la Industria), Dto. Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, 1900 Buenos Aires, Argentina.

Recibido: 30/septiembre/2019 **Aceptado:** 14/octubre/2019

DOI: https://doi.org/10.5377/ce.v12i2.10344

RESUMEN

En el presente trabajo se detalla el proceso de diseño, construcción y caracterización de un túnel de viento vertical para el ensayo de objetos en caída libre. El túnel de viento constituye un equipo especial para pruebas experimentales, en el que se busca conocer la interacción entre un cuerpo en estudio y el flujo uniforme de aire a diversas condiciones de velocidad, con la finalidad de evaluar el comportamiento fluidodinámico, energético, aerodinámico y estabilidad del cuerpo en estudio, con la particularidad de que el flujo de aire circula de abajo hacia arriba, simulando una condición de vuelo casi libre del cuerpo. El túnel de viento está compuesto por una cámara o sección de pruebas, un ventilador encargado de generar la corriente de aire, conductos y adaptadores, y la instrumentación necesaria para la realización de mediciones. El presente túnel fue desarrollado principalmente con el objeto de ensayar pararrotores. Estas sondas poseen como objeto principal frenar la caída libre de un cuerpo en la atmósfera. Existen múltiples aplicaciones de estos deceleradores, como la recuperación de elementos provenientes del espacio, la estabilización del giro de proyectiles, el transporte de cargas con precisión y el uso de sondas meteorológicas. Así mismo, tienen una potencial aplicación en el envío de sensores donde el riesgo de ingreso es muy elevado, como ser incendios o zonas afectadas por derrames tóxicos o bacteriológicos.

Palabras clave: Túnel de viento, caída libre, pararrotores.

[*]santiago.garro87@gmail.com
[†]santiago.pezzotti@ing.unlp.edu.ar
[‡]vnadal@ing.unlp.edu.ar

ABSTRACT

In the present work the process of design, construction and characterization of a vertical wind tunnel for the test of objects in free fall, in particular aerodynamic rotary wing decelerators (pararotors) is detailed. The wind tunnel is a special equipment for experimental tests, which seeks to know the interaction between a solid body under study and the uniform flow of air at various speed conditions, in order to evaluate the fluid dynamic behavior, energy, aerodynamic and stability of the body under study, with the particularity that the air flow circulates from bottom to top, simulating an almost free flight condition of the body. Mainly the wind tunnel consists of a camera or test section, a fan responsible for generating the air flow, a special geometric structure according to the needs, ducts and adapters, and the necessary instrumentation for the measurements. The present tunnel was developed mainly for the purpose of testing pararotors. These probes have as main object to stop the free fall of a body in the atmosphere. There are multiple applications of these decelerators, such as the recovery of elements from space, the stabilization of the rotation of projectiles, the transport of loads with precision and the use of meteorological probes. Likewise, they have a potential application in sending probes where the risk of entry is very high, such as fires or areas affected by toxic or bacteriological spills.

Keywords: Wind tunnel, free fall, pararotors.

1 *Introducción*

Los pararrotores conforman una de las principales líneas de investigación de la UIDET GTA GIAI, dentro de la cual se ha trabajado en proyectos acreditados, se han formado tres doctores Nadal Mora (2005), Piechocki (2012), Martiarena (2018) (además, hay un doctorando en la actualidad) y ha permitido la vinculación con universidades de Europa como ser la Universidad Politécnica de Madrid. Por estas razones es que en la actualidad se está trabajando con la etapa de desarrollo y pruebas experimentales y por tal, fue necesario construir un túnel de viento vertical.

El mismo se encuentra desarrollado, calibrado y equipado con el objeto de medir la velocidad del aire, y todos los parámetros asociados a la rotación del pararrotor, con el objeto de simular la caída libre del mismo.

El presente trabajo describe el diseño del túnel con sus consideraciones, dimensiones y geometrías, la caracterización y sus rediseños, ensayos de prueba y las conclusiones.

2 *Diseño del tunel*

2.1 Geometría y dimensiones

El túnel se diseñó de manera modular (figura 1). El mismo consta de tres módulos de sección cuadrada. Dos módulos rectos y un módulo divergente (entre ambos) el cual oficia de sección de prueba. En la base y sujeto a una bancada de acero se ubica un soplador axial, encargado de propulsar una corriente de aire a la entrada del túnel. Se coloca en el primer módulo un enderezador de flujo.

A continuación, se describen los elementos constituyentes del túnel.

2.1.1 Módulo base

Este módulo se ubica en la base del túnel y es por donde ingresa la corriente de aire. Se eligió una sección cuadrada, por cuestiones constructivas, con el fin de introducir el soplador dentro del módulo, condicionando de esta manera las dimensiones transversales del módulo (figura 2). El carenado del soplador tiene un radio exterior de 555 mm.

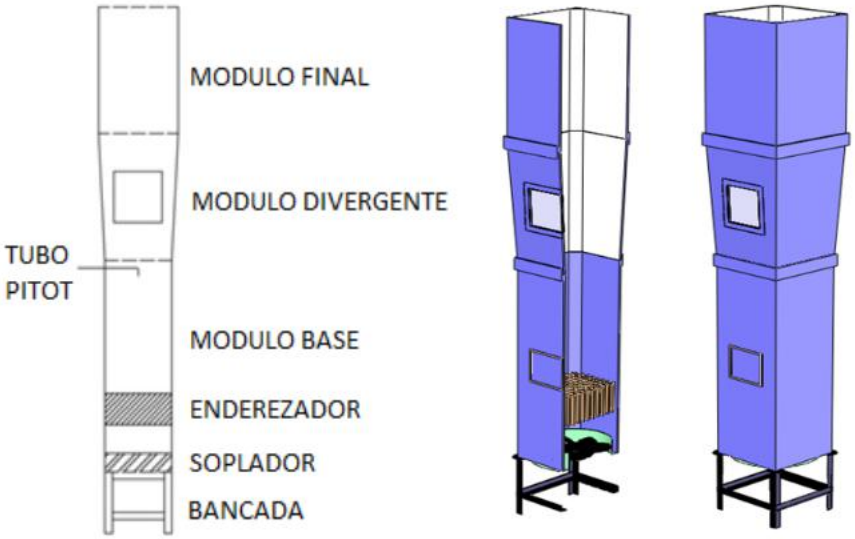

Figura 1: Esquema túnel de viento vertical.

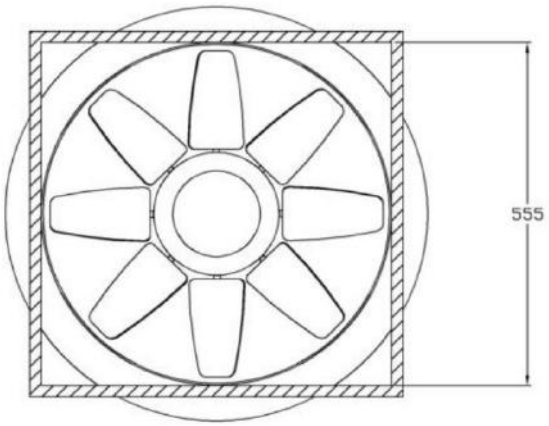

Figura 2: Carenado del soplador dentro del módulo base. Sección cuadrada del módulo base D1=555 mm.

Por lo tanto, los lados de la sección cuadrada serán de D1: 555 mm.

El largo del módulo resultó producto de un análisis, entre la Norma IRAM 19004 (1996), la experiencia de la UIDET GTA GIAI en este tipo de dispositivos, la disponibilidad de los materiales de construcción (medidas de placas MDF), dimensiones de la sala de montaje del túnel y la funcionalidad del mismo. Resultando de esta manera, un largo de L1: 1670 mm. Se diseñan también, en carácter de refuerzo, largueros en cada vértice de los módulos a 45°. De esta manera, también se eliminan los vértices rectos de la sección.

2.1.2 Módulo Divergente (sección de prueba)

Este módulo se ubica por encima del módulo base y es donde se encuentra la sección de prueba, por lo tanto, es donde se busca un perfil homogéneo de velocidades. Se propone una divergencia en este módulo, es decir, un aumento gradual del área transversal, conforme nos desplazamos de manera ascendente, con el fin de generar un regulador de posición del objeto a ensayar en la sección de prueba.

La sección de prueba divergente funciona de la siguiente manera: ante una perturbación que incremente la velocidad, si la sección fuera constante el cuerpo ascendería, producto que ha aumentado la resistencia del mismo saliendo de la sección de prueba. Ahora bien, en el momento que el objeto ascendió, este se encuentra en una posición por encima de la sección de prueba, por lo tanto, el área transversal del módulo ha aumentado, por lo tanto, para mantener un caudal constante, la velocidad del túnel desciende (Figura 3). De esta manera, el cuerpo descenderá nuevamente a la posición de equilibrio. El regulador tendrá el efecto inverso, en caso de un descenso en la velocidad, el cuerpo descendería, se encontraría con una velocidad mayor y volvería a la posición de equilibrio.

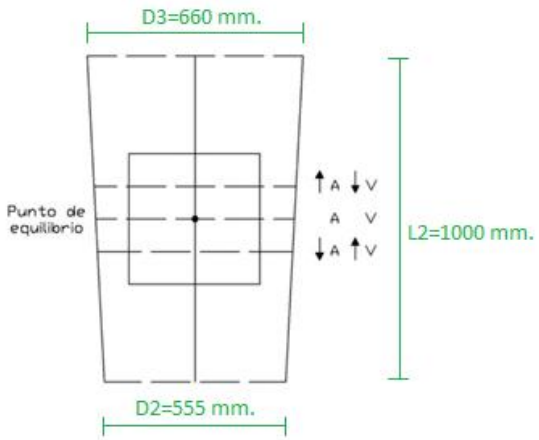

Figura 3: Módulo divergente con variación de área y velocidad.

Las dimensiones de entrada del módulo divergente serán las mismas que las del módulo base, ya que se busca una continuidad en las paredes interiores del túnel.

Por lo tanto, tenemos que D2: 555 mm.
Se elige como longitud de este módulo, L2: 1000 mm.

Para la divergencia del módulo, es decir, el ángulo de apertura o de incrementos de área de la sección del módulo, se consideró 3°. La Norma IRAM 19004 (1996) indica un máximo de 3.5°. Utilizando un ángulo de 3°, y con la longitud (L2) del módulo, se define el área transversal de salida. Resultando el siguiente valor: D3: 660 mm.

Con el fin de disponer de un espacio para armar el ensayo y la posterior visualización del mismo, a este módulo se le realizó una puerta-ventana frontal de 400 x 400 mm en la sección de prueba.

Así mismo, para optimizar la visualización del ensayo, a este módulo se lo pinto de blanco por dentro, de manera de tener un mejor contraste a la hora de evaluar el comportamiento del objeto a ensayar.

2.1.3 Módulo Final

La función de este módulo es proporcionar un conducto luego de la sección de prueba: de esta manera la descarga de la corriente se ubica a una distancia que asegura no tener perturbaciones que afecten dicha sección. Nuevamente los lados de la sección transversal de este módulo, están condicionados por el área de salida del módulo divergente. Siendo este valor D3: 660 mm y la longitud propuesta del módulo, L3: 1000 mm.

2.1.4 Elementos adicionales del túnel

2.1.4.1 Enderezador de flujo

Se incorporó un enderezador de flujos en el primer módulo del túnel, con el objeto de minimizar las componentes transversales de la corriente y uniformizar la distribución de velocidades. La Norma IRAM 19004 (1996) da las dimensiones y tolerancias del enderezador de flujo, de acuerdo al diámetro equivalente del túnel, D_e (figuras 4 y 5).

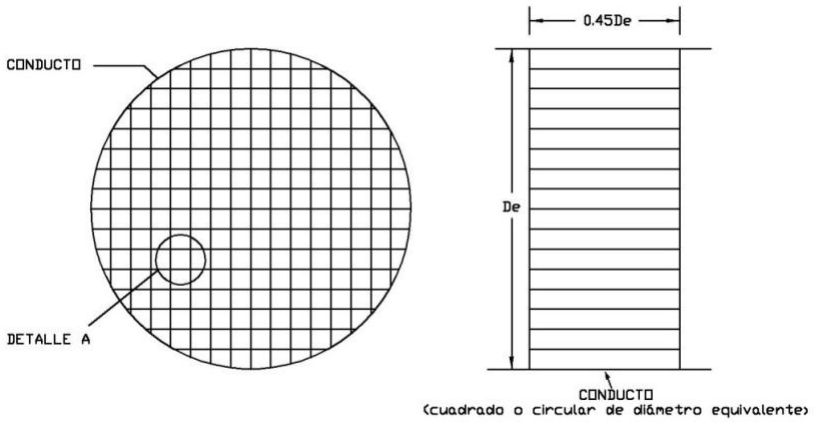

Figura 4: Dimensiones del enderezador de flujo – diámetro equivalente – Norma IRAM 19004 (1996)

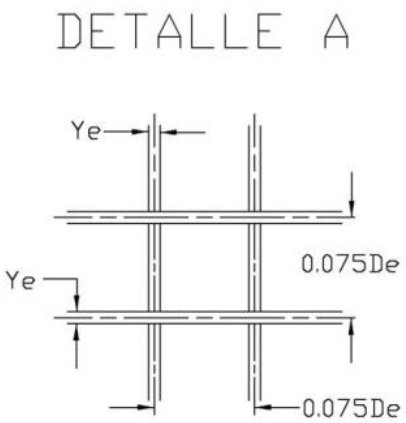

Figura 5: Detalle A dimensiones del enderezador del flujo – Norma IRAM 19004 (1996)

2.1.4.2 Soplador

Como se mencionó en las consideraciones de diseño, la UIDET GTA GIAI de la Facultad de Ingeniería de la UNLP contaba con un soplador disponible para ser utilizado en el presente túnel.

El motor/soplador, es un electroventilador marca GATTI, modelo KRT 550/4 P. En la Tabla 1, se muestran los datos técnicos del motor.

Tabla 1: Datos técnicos Motor/soplador.

Datos técnicos del Soplador					
Modelo	Ø Hélice [mm]	Motor (50 Hz)		Nivel sonoro [db A]	Peso [kg]
		C.V.	R.P.M.		
KRT 550/4 P	530	0,75	1350	76	16

En la figura 6, se pueden ver las dimensiones del soplador.

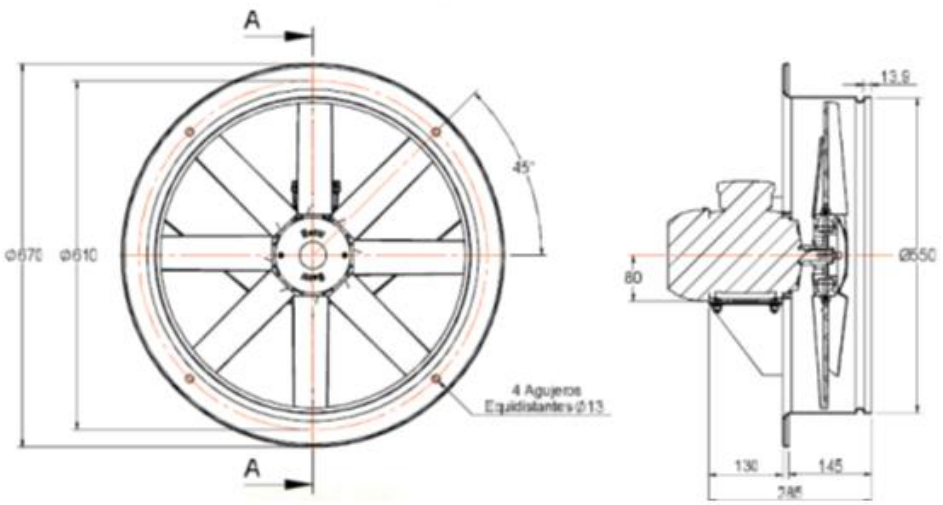

Figura 6: Dimensiones del soplador.

2.2 Caracterización

Con el fin de conocer el perfil de velocidades en la sección de prueba, se realizó una caracterización de dicha sección, para ello se tomaron medidas de la velocidad en diferentes puntos.

En referencia al equipo de laboratorio empleado:

- Tubo Pitot
- Regulador de voltaje
- Planilla para registro de datos

En referencia al instrumental utilizado:

- Luz Estroboscópica Lutron. (Rango: De 100 a 10.000 rpm, Resolución 1 rpm)
- Micromanómetro diferencial R-Fuess. (Rango: De 0 a 260 mmCA, Resolución: 0,05 mmCA)
- Termómetro de bulbo seco – bulbo húmedo. (Alcance: bulbo húmedo de -25 a 30 °C; bulbo seco de 0 a 100 °C, Resolución: 1 °C)
- Barómetro marca Druck. (Rango: 74500 a 115000 Pa, Resolución: 0,1 Pa)

Se realizaron 7 orificios equidistantes en la pared lateral derecha del túnel, a la altura de la sección de prueba, por estos orificios se introduce el tubo Pitot, el cual hará un barrido tomando 7 puntos nuevamente equidistantes entre sí, lo que da un total de 49 puntos de medida en la sección.
La configuración de dichos puntos se presenta en la figura 7.

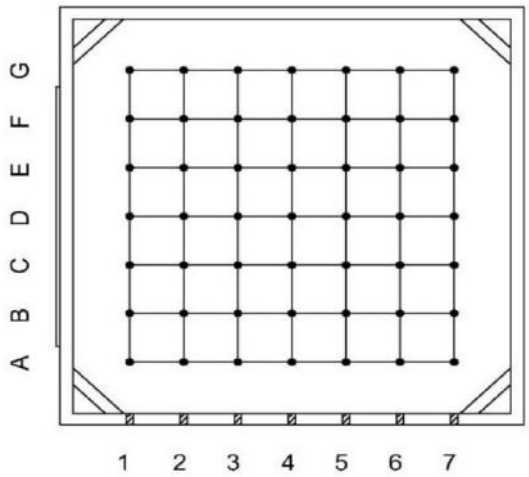

Figura 7: Puntos de caracterización.

Haciendo uso de la luz estroboscópica se midió la velocidad de giro que alcanzaba el soplador para 3 configuraciones. Las mismas son: 35 Hz y 50 Hz del regulador de voltaje y la última configuración con el soplador en conexión directa. Los valores se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: Velocidad de giro correspondiente a la configuración del soplador.

Configuración del soplador	Velocidad de giro [rpm]
35 Hz	1049
50 Hz	1230
Conexión directa (Trifásica)	1440

Se utilizó dicha variable del regulador de voltaje (frecuencia), para fijar la velocidad de giro deseada a la hora de realizar el ensayo. Previo a la toma de los valores de velocidad, con el objeto de conocer en una primera etapa el perfil de velocidades, se realizó un ensayo cualitativo para conocer como respondía el perfil de velocidades en la sección de prueba. A continuación, en la figura 8 se muestra un esquema del perfil de velocidades obtenido.

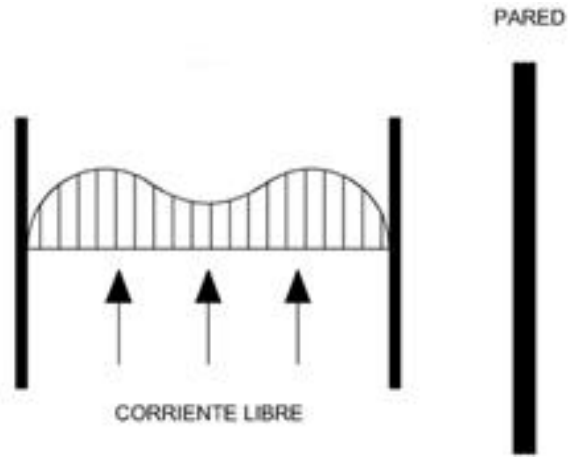

Figura 8: Esquema perfil de velocidades, primer ensayo cualitativo.

En el mismo, se aprecia una disminución de la velocidad en la región central. Del resultado de este primer ensayo se concluye lo siguiente: existe una clara relación entre el diámetro del eje del soplador con la región de menor velocidad en la sección de prueba (sector central); se concluye que esto ocurre en parte por las dimensiones del eje del soplador, un diámetro grande en relación a las palas; y por otro lado, en virtud de la distancia entre el soplador y la sección de prueba, ya que la misma no es suficiente para mitigar los efectos producidos por el eje. Esto último era de esperarse ya que, por cuestiones de diseño como se mencionó anteriormente, no se pudo respetar dicha distancia especificada por la Norma IRAM 19004 (1996).

2.3 Rediseño

Habiendo considerado fijas las variables tales como la longitud del túnel o la elección del soplador, se propuso como solución para corregir el perfil de velocidades, incorporar en el interior del túnel, a la salida del enderezador del flujo, una malla con un orificio en el centro copiando el diámetro del eje del soplador (figura 9); la misma está sujeta por un marco de madera que se fija a las paredes interiores del túnel (figura 10).

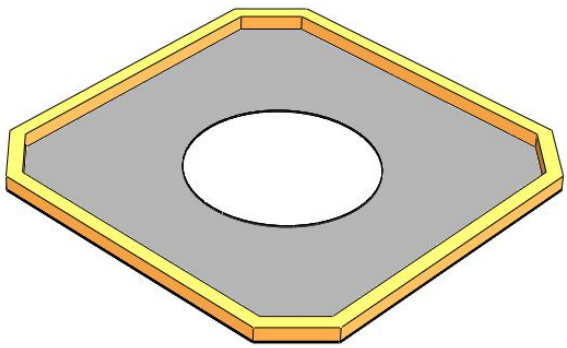

Figura 9: Modelado 3D de malla con orificio central.

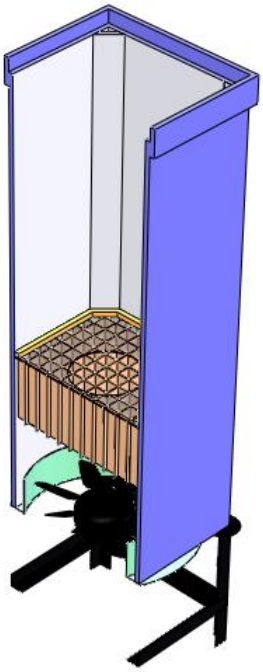

Figura 10: Modelado 3D del módulo base con el soplador, enderezador y malla.

De esta manera parte de la corriente que anteriormente ascendía libremente por los extremos, al encontrarse con el mallado, se direcciona al centro de la sección. La cantidad de láminas necesarias para lograr la proporción y el efecto deseado se determinó en función de los ensayos.

Nuevamente se realizó un ensayo cualitativo para ver como respondía el rediseño I. Fueron necesarias 3 láminas de telas metálicas para conseguir el efecto deseado en la sección de prueba.

Se logró mitigar la caída de velocidades en el centro de la sección de prueba, sin embargo, se aprecia una diferencia entre el centro del perfil de velocidades (área de prueba) y el centro geométrico de la sección (figura 11).

A continuación, se muestra un esquema del perfil de velocidades obtenido.

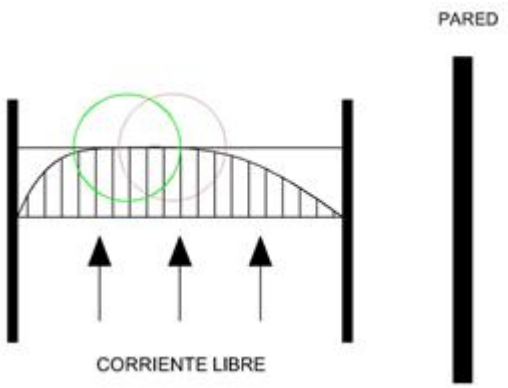

Figura 11: Esquema del perfil de velocidades, segundo ensayo.

Se concluye que esta diferencia ocurre por un ingreso desigual de aire al soplador, producto de la cercanía del túnel con la pared de la sala de montaje (figura 12). Esta cercanía hace que en uno de los lados el ingreso de aire se vea acotado, mientras que en los lados restantes se puede considerar un ingreso libre.

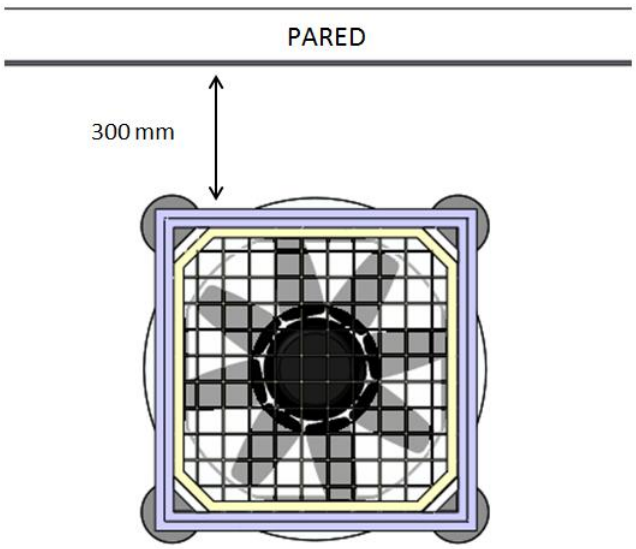

Figura 12: Vista superior modulo base, distancia a la pared.

A continuación, se propone un segundo rediseño como solución a dicho problema.

Ante la dificultad de desplazar el túnel hacia una nueva ubicación donde los muros no tengan efecto alguno sobre el ingreso de aire al soplador, se optó por construir un recinto alrededor del túnel, de manera tal, que exista la misma distancia entre el ingreso de aire al soplador y el muro, en cualquiera de sus ejes (figura 13).

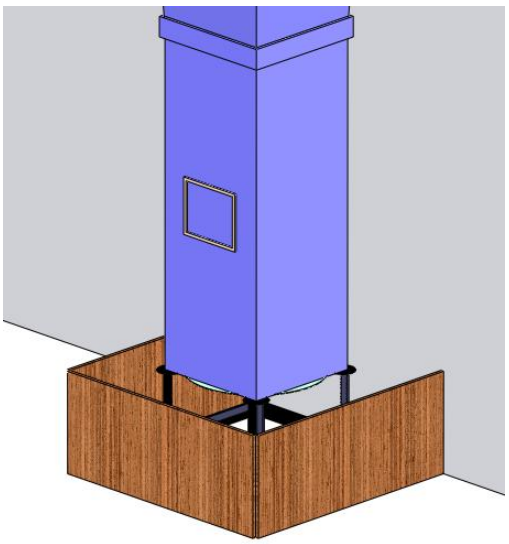

Figura 13: Modelado recinto equidistante.

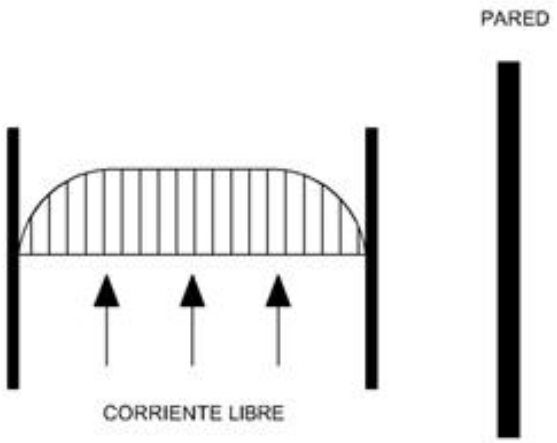

Figura 14: Esquema del perfil de velocidades, tercer ensayo cualitativo.

Se realizó nuevamente un ensayo cualitativo para ver la respuesta del perfil de velocidades ante el rediseño II, el perfil cualitativo obtenido se presenta en la figura 14.

Ante una respuesta favorable del perfil de velocidades, se procedió a la adquisición y registro de datos.

2.4 Caracterización final

Finalmente, conociendo el perfil de velocidades de manera cualitativa, se realizaron los ensayos de caracterización para tres velocidades de referencia (4,23 m/s; 5,06 m/s y 6,05 m/s). A continuación, en las Figuras 15-17 se muestran los resultados de la caracterización punto a punto.

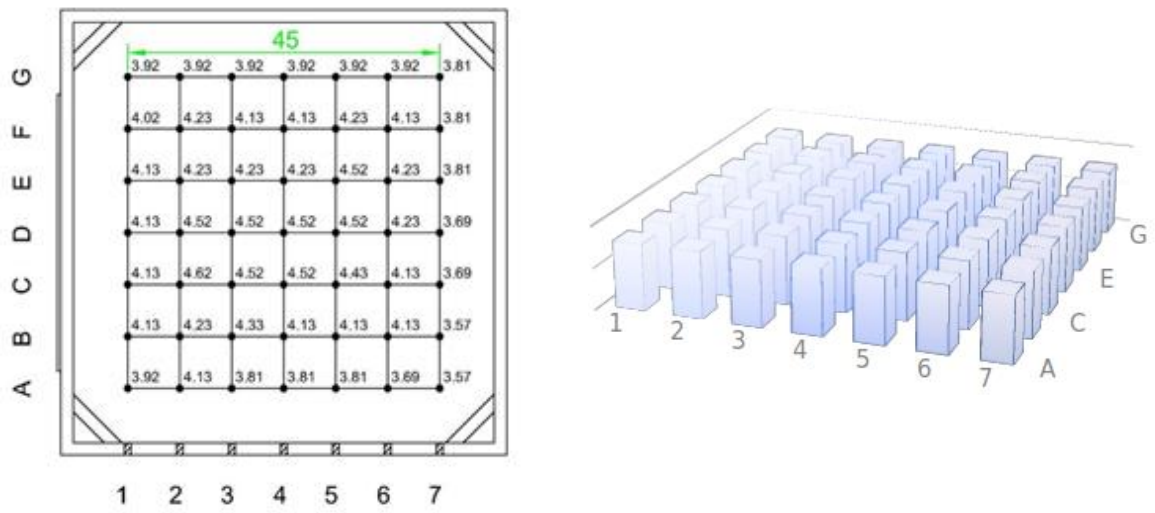

Figura 15: Valores de velocidad para una velocidad de referencia de 4,23 m/s.

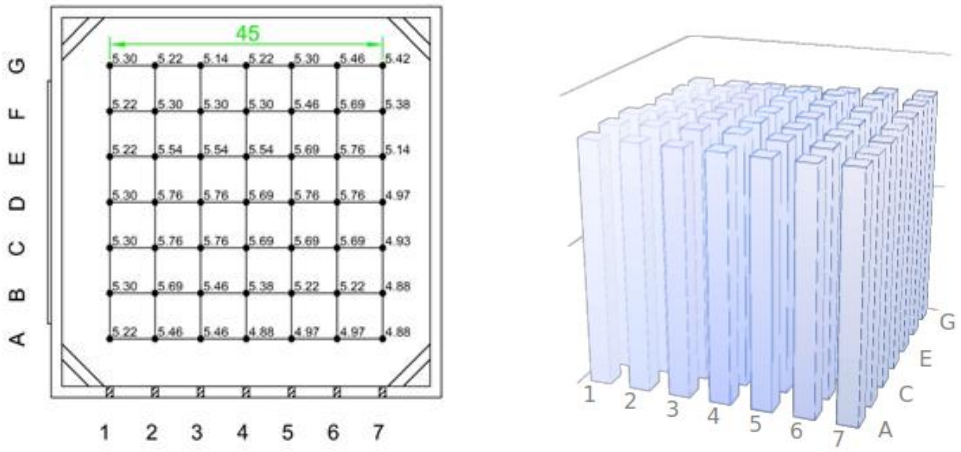

Figura 16: Valores de velocidad para una velocidad de referencia de 5,06 m/s.

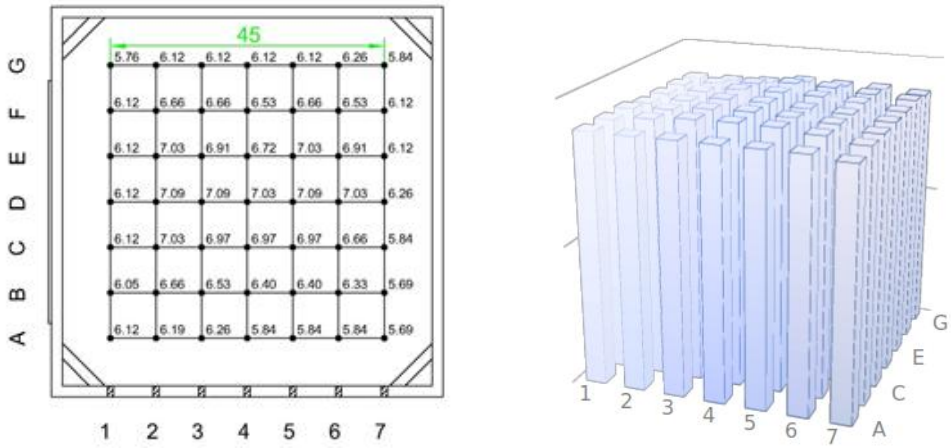

Figura 17: Valores de velocidad para una velocidad de referencia de 6,05 m/s.

En virtud de las mediciones de velocidad durante el ensayo de caracterización en este último rediseño (rediseño II), se concluye que se lograron mitigar los efectos producidos por el ingreso desigual de aire al soplador, por lo tanto el perfil de velocidades es simétrico respecto al eje longitudinal del túnel. Se divisa un área central de 30 cm de diámetro donde tenemos un perfil de velocidades apto para realizar los ensayos.

3 *Ensayo de prueba*

Para realizar ensayos de prueba del túnel y comprobar de esta manera el desempeño del mismo, se optó por ensayar un pararrotor cuya configuración (ángulo de paso de palas, radio de aspecto, dimensiones y momentos de inercia) correspondía a una condición cuyo comportamiento dinámico era conocido (figura 18). La construcción del prototipo se realizó mediante una impresora 3D.

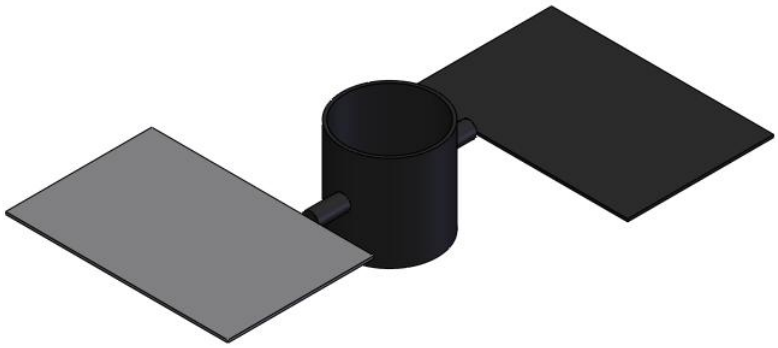

Figura 18: Modelado del prototipo.

Para realizar el ensayo de prueba, en primera instancia se colocaron dos varillas en el módulo de prueba, con el fin de sujetar el objeto a ensayar (ver Figura 19). En estas dos varillas se coloca un hilo, el hilo pasa por un orificio en el centro del objeto; de esta manera el cuerpo queda sujeto, pero libre de desplazarse verticalmente y de girar sobre su propio eje, y en menor medida (dependiendo de la tensión del hilo) puede desplazar lateralmente.

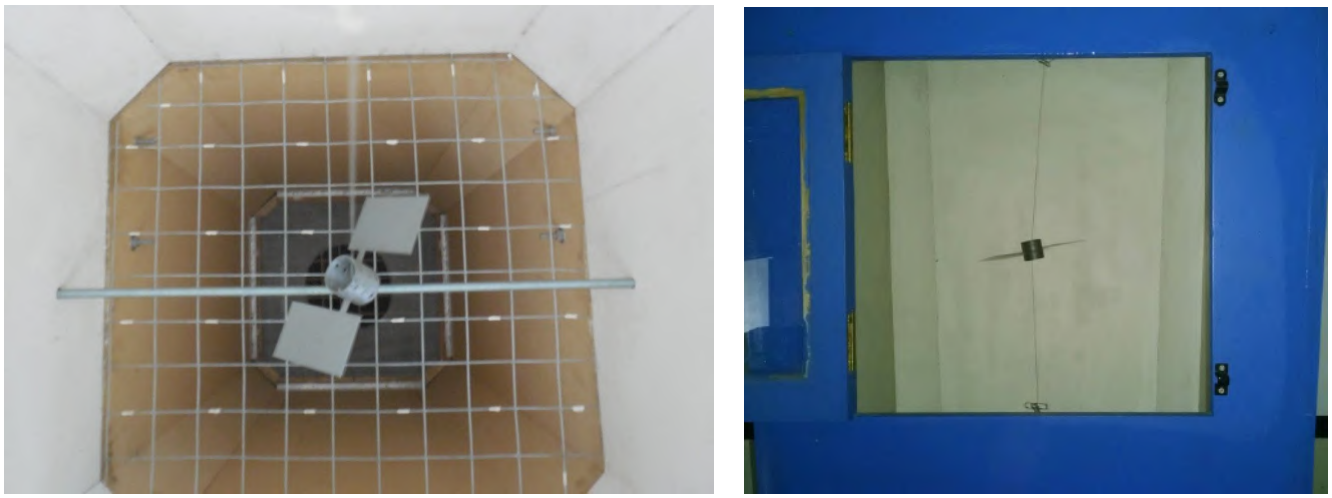

Figura 19: Modelado del prototipo.

Se observa una respuesta del prototipo acorde a lo esperado, ya que todos los parámetros medidos correspondieron con los modelos teóricos/analíticos.

4 *Conclusiones*

Se concluye finalmente y en virtud de las conclusiones parciales obtenidas en cada uno de los ensayos realizados, que el túnel cuenta con una sección de prueba donde se tiene un perfil homogéneo de velocidades apto para realizar ensayos de objetos en caída libre.

La construcción de este túnel permitió la contrastación experimental de resultados obtenidos de manera analítica, que han sido publicados (Nadal Mora *et al.* (2005), Nadal Mora *et al.* (2006), Nadal Mora y Sanz Andrés (2006), Nadal Mora *et al.* (2007), Piechocki *et al.* (2014), Piechocki *et al.* (2016)) en diversas revistas científicas generando un desarrollo completo en el estudio de la temática.

5 Referencias

Martiarena, J. (2018). *Estudio del desplazamiento lateral de un decelerador de alas rotatorias de pequeño alargamiento a través de las variaciones cíclicas del paso de las palas*. Tesis doctoral, Facultad de Ingeniería.

Nadal Mora, V. (2005). *Comportamiento Aerodinámico de Sondas Atmosféricas en Entornos Aeroportuarios*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

Nadal Mora, V., Piechocki, J., y Sanz Andres, A. (2007). Experimental research on a vertically falling rotating wing decelerator model. *AIAA Paper*.

Nadal Mora, V. y Sanz Andrés, A. (2006). Stability analysis of a free falling pararotor. *Journal of Aircraft*, 43:980 – 986.

Nadal Mora, V., Sanz Andrés, A., y Cuerva, A. (2005). Experimental investigation of an autorotating-wing aerodynamic decelerator system. *AIAA Paper 2005-1635*.

Nadal Mora, V., Sanz Andrés, A., y Cuerva, A. (2006). Model of the aerodynamic behaviour of a pararotor. *Journal of Aircraft*, 43:1893 – 1903.

Norma IRAM 19004 (1996).

Piechocki, J. (2012). *Estudio de la Dinámica del Vuelo de un Decelerador Aerodinámico Basado en el Concepto de Pararrotor*. Tesis doctoral, Facultad de ingeniería.

Piechocki, J., Nadal Mora, V., y Sanz Andrés, A. (2014). Pararotor dynamics: Center of mass displacement from the blade plane—analytical approach. *Journal of Aircraft*, 51:651–660.

Piechocki, J., Nadal Mora, V., y Sanz Andrés, A. (2016). Numerical simulation of pararotor dynamics: Effect of mass displacement from blade plane. *Aerosp. Sci. Technol*, 55:400 – 408.

NOTAS INFORMATIVAS

REVISTA CIENCIAS ESPACIALES, INSTRUCCIONES A LOS AUTORES Y CRITERIOS PARA EL DISEÑO, DIAGRAMACIÓN Y MAQUETACIÓN

1 *POLÍTICA EDITORIAL*

La Revista Ciencias Espaciales es una publicación semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Cada año calendario se publica un Volumen que consta de dos Números. El primero, Numero 1, llamado Primavera, incluye artículos de los campos de Astronomía y Astrofísica, Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Arqueoastronomía y Astronomía Cultural y Ciencias Aeronáuticas. El segundo, el Numero 2, llamado Otoño, se dedica rotativamente por años, a cada uno de los campos temáticos mencionados. El color de fondo de la carátula de la Revista cambia anualmente según el departamento responsable de la coordinación de la publicación. Las composiciones RGB para cada color de fondo se encuentran en la sección 3 de estas notas informativas, "Criterios para el diseño, diagramación y maquetación de la revista".

La Revista Ciencias Espaciales tiene un Director y un Consejo Editorial integrado por académicos de la Facultad y externos invitados. Ellos son los encargados de recibir los documentos y gestionar el proceso de selección de los artículos, edición y publicación de la Revista. Dependiendo del campo temático del año, rotatoriamente un miembro del Consejo Editorial se desempeña como Editor de la Revista. La Revista Ciencias Espaciales cuenta además con un Consejo Científico Internacional responsable de velar por la calidad del contenido de la Revista. En el interior de la Portada se publican los nombres del Director, Editor, Miembros del Consejo Editorial y del Consejo Científico.

La Revista Ciencias Espaciales publica artículos originales de autores nacionales y extranjeros, residentes dentro o fuera del país. Los artículos publicados pueden estar referidos a investigaciones científicas en los campos de la Astronomía y Astrofísica, Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica, Arqueoastronomía y Astronomía Cultural y Ciencias Aeronáuticas. El contenido de cada artículo es responsabilidad de sus autores. Los artículos son evaluados por pares ciegos.

El consejo editorial se reserva el derecho de rechazar o devolver para su revisión, cualquier artículo que no se considere completo o apropiado. Antes de que un artículo sea publicado, sus autores deben mostrar evidencias de contar con los permisos para usar figuras y datos en caso de ser necesario. Si un artículo tiene varios autores, debe presentarse evidencia que todos los coautores desean publicarlo.

La Revista Ciencias Espaciales se encuentra indexada en la base de datos de Central American Journal Online (CAMJOL).

2 *INSTRUCCIONES A LOS AUTORES*

2.1 Para los editores

Los manuscritos son evaluados por el consejo editorial en consulta con pares ciegos. En ocasiones, los autores pueden sugerir revisores. Los editores garantizan el anonimato de los revisores. Los editores tienen la decisión final sobre la publicación de los manuscritos. Los autores son informados de la aceptación o no aceptación de su manuscrito. La aceptación puede indicar mejoras al manuscrito. Los documentos no aceptados, pueden ser considerados después de revisados, para una nueva selección.

2.2 Para los autores

Los autores son responsables de los contenidos de sus artículos, y de garantizar que sus documentos se presenten en la forma adecuada, incluyendo los permisos necesarios para agregar figuras, tablas, u otro material protegido.

Cada artículo que se remita para ser publicado en la Revista Ciencias Espaciales debe organizarse en secciones. Todas las secciones deben escribirse a espacio sencillo de acuerdo a la plantilla disponible en http://faces.unah.edu.hn/revistace/. El orden de las secciones es el siguiente:

- Título
- Resumen en idioma español
- Resumen en idioma inglés
- El cuerpo del artículo
- Agradecimientos si se considera necesario
- Referencias bibliográficas

2.2.1 Título

- Escrito en mayúsculas, centrado y colocado en la parte superior de la página. El título debe ser conciso, pero informativo. Su objetivo es dar a conocer al lector lo esencial del artículo. No debe exceder de 15 palabras.
- Nombre del autor o los autores. Escribir el nombre completo del autor o autores, indicando su grado académico, su filiación, su dirección de correo electrónico y de preferencia el identificador ORCID.

2.2.2 Página de resumen en idioma español

Debe incluirse un resumen en idioma español, con las siguientes características:

- Debe tener un máximo de 250 palabras.
- La estructura debe contener el objetivo del estudio; metodología, técnicas o procedimientos básicos utilizados; los resultados más destacados y las principales conclusiones. Hará hincapié en aquellos aspectos del estudio o de las observaciones que resulten más novedosas o de mayor importancia.
- El resumen no debe incluir citas bibliográficas, ni siglas ni abreviaturas, a menos que sean las convencionales conocidas.

- Con el encabezado de palabras clave, inmediatamente después del resumen se deben incluir de 3 a 5 palabras clave las cuales facilitaran el indizado del artículo.

2.2.3 Página de resumen en idioma inglés

Un resumen y palabras clave también deben ser presentados escritos en idioma inglés. El resumen en inglés puede ser un poco mayor de 250 palabras.

2.2.4 El cuerpo del artículo

Al inicio de cada sección, los títulos de primer nivel deben escribirse en letras mayúsculas y minúsculas cursivas negritas. Los títulos de segundo nivel deben escribirse en mayúsculas y minúsculas, en negritas. Los títulos de tercer nivel deben escribirse en mayúsculas y minúsculas, y en letra cursiva. La enumeración de los distintos niveles se hará de acuerdo a la plantilla utilizada por la Revista Ciencias Espaciales y que está disponible en http://faces.unah.edu.hn/revistace/.

Se recomienda que el cuerpo del artículo se estructure en las siguientes secciones:
Introducción, Metodología, Resultados, Discusión y Conclusiones.

Introducción. La finalidad de esta sección es ubicar al lector en el contexto en que se realizó la investigación, por lo que debe mencionar claramente el propósito de la investigación, por tanto, es importante que se presenten de forma clara los objetivos, la fundamentación teórica, el problema abordado y, cuando corresponda, la hipótesis. Se debe enunciar de forma resumida la justificación del estudio.

Metodología. En términos generales, es la manera estructurada por medio de la cual se ha logrado obtener conocimiento o información producto de la investigación. En términos prácticos, es la manera seleccionada para solucionar el problema estudiado garantizando rigor científico. Puede incluir aspectos como el escenario en el cual se desarrolló la investigación, el o los objetos de estudio, el tamaño de la muestra, condiciones de trabajo, métodos de recolección y análisis de datos.

Resultados. Presente los resultados auxiliándose de tablas y figuras, siguiendo una secuencia lógica. No repita en el texto los datos de las tablas y figuras, destaque los aspectos más relevantes de las mismas. Recuerde que las tablas y figuras deben tener una numeración correlativa y siempre deben estar referidas en el texto.

Los resultados deben ser enunciados claros, concretos y comprensibles para el lector; y por supuesto, se deben desprender del proceso investigativo enmarcado en el artículo.

Discusión. Debe centrarse en los resultados de la investigación y hacer hincapié en aquellos aspectos nuevos e importantes del estudio. No debe repetir, de forma detallada, los datos u otras informaciones ya incluidas en los apartados, las limitaciones del estudio, así como sus implicaciones en futuras investigaciones. Si es posible, se comparan las observaciones realizadas con las de otros estudios pertinentes.

Conclusiones. Son proposiciones o ideas producto o resultado de la investigación realizada, de modo que se deben relacionar con los objetivos del estudio. Asegúrese de fundamentar sus conclusiones en datos sólidos y suficientes.

Agradecimientos. Los agradecimientos se incluyen al final del texto. Este debe ser un apartado muy breve, en donde se agradece a las personas que han colaborado con la investigación, o a las instituciones que apoyaron el desarrollo del trabajo. También se debe incluir en los agradecimientos a los entes que brindaron el apoyo financiero y otros recursos.

2.2.5 Referencias citadas

La lista de las referencias citadas y las citas deben concordar y ser precisas. Todas las referencias que aparecen citadas en el texto deben de aparecer también en la lista de referencias; y todas las referencias listadas deben de aparecer mencionadas en el texto.

Las referencias deben ser utilizadas en el texto incluyendo el apellido del autor y el año de la publicación. Para construir la lista de referencias se recomienda utilizar las Normas Internacionales APA, distinguiendo si la cita se refiere a un solo autor o a varios autores de un artículo, al autor de un libro, sección o capítulo de un libro, una publicación periódica u otra obtenida en Internet. En tal sentido, es necesario incluir todas las fuentes que sustentan la investigación realizada y que se usaron directamente en el trabajo.

2.2.6 Figuras y tablas

Las figuras y tablas se deben entregar por separado en formato PDF, JPG, PNG, TIFF o GIF (con una resolución mínima de 300 dpi). Los créditos de las imágenes deben estar incluidas en la leyenda de las mismas. Aquellas imágenes cuyo autor no sea el mismo del artículo deberán contar con la debida autorización. En caso de importarse tablas de datos desde otro software en formato de figura, se tratarán igual que las figuras de imágenes, o alternativamente se pueden crear dentro del texto usando la función de diseño de tabla de Word o LaTeX, según el formato establecido en la plantilla correspondiente.

2.2.7 Abreviaturas y símbolos

En las siglas, abreviaturas y símbolos, use únicamente las de uso común (ejemplo: ONU, UNESCO, OACI, entre otros). Evite las abreviaturas en el título y en el resumen. Cuando en el texto se emplee por primera vez una abreviatura o sigla, esta debe ir precedida del término completo, salvo si se trata de una unidad de medida común.

2.2.8 Recomendaciones generales para presentar el manuscrito

Para presentar el manuscrito, se recomienda al autor o autores tener en cuenta:

- Todo el manuscrito debe presentarse en un solo documento, escrito con letra Palatino, tamaño 11.
- Las páginas se numeran consecutivamente comenzando por la página del título hasta terminar con la última referencia citada.
- Incluya las autorizaciones para la reproducción de material anteriormente publicado, para la utilización de figuras o ilustraciones que puedan identificar a personas o para imágenes que tengan derechos de autor. Adjunte la cesión de los derechos de autor y formularios pertinentes.
- Los autores externos a la Facultad de Ciencias Espaciales deben entregar el manuscrito vía email al correo electrónico: revistace@unah.edu.hn.

3 *CRITERIOS PARA EL DISEÑO, DIAGRAMACIÓN Y MAQUETACIÓN DE LA REVISTA*

3.1 De la portada:

Texto:

- La cabecera donde se inserta el texto del título y los datos de la publicación debe tener una altura de 8 cm.
- ≪CIENCIAS ESPACIALES≫. Tipo: Times New Roman. Tamaño: 67. Color: blanco.
- ≪Publicación semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)≫. Tipo: Times New Roman. Tamaño: 14 . Color: blanco.
- ≪Universidad Nacional Autónoma de Honduras | Volumen, Número, Temporada, año≫. Tipo: Times New Roman. Tamaño: 13. Color: blanco.
- ≪ISSN 2225-5249 (impreso), ISSN 2521-5868 (en línea)≫. Tipo: Times New Roman. Tamaño: 14. Color: blanco.
- La franja que separa las dos secciones de la portada tiene un grosor de 3 mm. La combinación de colores es: R: 1, G: 0.5, B: 0.

Imágenes y logos:

- Imagen alusiva al contenido.
- El recuadro que contiene los logos tiene una altura de 2.5 cm. Se coloca en la esquina inferior derecha de la portada. Es de color blanco. Contiene el logo de la Facultad de Ciencias Espaciales (izquierda) y el logo de la UNAH (derecha).
- La franja inferior, sobre la cual se coloca el recuadro de los logos, tiene una altura de 3 cm. Su color es el mismo del fondo, según el campo de conocimiento.

Color de fondo:

- Revista Ciencias Espaciales de Astronomía y Astrofísica: R: 41, G: 52, B: 82.
- Revista Ciencias Espaciales de Ciencia y Tecnologías de la Información Geográfica: R: 37, G: 107, B: 44.
- Revista Ciencias Espaciales de Arqueoastronomía y Astronomía Cultural: R: 130, G: 47, B: 44.
- Revista Ciencias Espaciales de Ciencias Aeronáuticas: R: 160, G: 199, B: 230.

Dimensiones:

- 235×160 mm. El grosor varía.

3.2 Del lomo:

Texto:

- Ciencias Espaciales. Tipo: Times New Roman. Tamaño: 12. Color: Blanco.
- Volumen x, Número x, Temporada xxxxxx, Año xxxx.

3.3 De la contraportada

Logos:

- El recuadro que contiene los logos tiene una altura de 2.5 cm. Se coloca en la esquina inferior izquierda de la contraportada. Es de color blanco. Contiene el logo de la UNAH (izquierda) y el logo de la Facultad de Ciencias Espaciales (derecha).

Texto:

- Arial 12. Color: blanco.
- A la derecha del recuadro de logos:

  Facultad de Ciencias Espaciales
  Universidad Nacional Autónoma de Honduras
  Ciudad Universitaria, edificio K2
  Bulevar Suyapa, Tegucigalpa, M.D.C., Honduras
  Teléfono: (504) 22163034
  Correo electrónico: revista.cespaciales@unah.edu.hn
  Página Web: http://faces.unah.edu.hn/revistace/

3.4 De la portada interior

Texto:

- Márgenes: superior: 20 mm, izquierdo: 5 mm, inferior: 13 mm, derecho: 7 mm, encuadernado: 6 mm.
- Primera sección: Tipo de letra: Palatino 10

  Título: ≪Ciencias Espaciales≫. Tipo de letra: Palatino, en negrita. Tamaño: 16.

  ≪Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)≫. Tipo de letra: Palatino, en negrita. Tamaño: 9.

  ≪Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH)≫. Tipo de letra: Palatino, en negrita. Tamaño: 9.

  ≪Tegucigalpa M.D.C., Honduras≫. Tipo de letra: Palatino, en negrita. Tamaño: 9.

  ≪Volumen 11, Número 1 Primavera, 2018. ISSN 2225-5249 (impreso); ISSN 2521- 5868 (en línea)≫. Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.

- Segunda sección:

  ≪Portada≫. Tipo de letra: Palatino, en negrita. Tamaño: 9.

Descripción de la imagen de la portada, con sus respectivos créditos. Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9. Interlineado: sencillo.

- Tercera sección: a dos columnas.
  - Columna izquierda:

    ≪Dirección≫. Tipo de letra: Palatino, en negrita. Tamaño: 9.
    Nombre del Director de la Revista de Ciencias Espaciales. Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
    (Filiación institucional). Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
    ≪Edición≫. Tipo de letra: Palatino, en negrita. Tamaño: 9.
    Nombre del Editor de la Revista de Ciencias Espaciales. Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
    (Filiación institucional). Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
    ≪Consejo Editorial≫. Tipo de letra: Palatino, en negrita. Tamaño: 9.
    Nombre de cada miembro del Consejo Editorial. Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
    (Filiación institucional). Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
    ≪Consejo Científico≫. Tipo de letra: Palatino, en negrita. Tamaño: 9.
    Nombre de cada miembro del Consejo Científico. Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
    (Filiación institucional). Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
    ≪Edición, arte y diagramación≫. Tipo de letra: Palatino, en negrita. Tamaño: 9.
    Nombre de cada diagramador y maquetador. Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
    (Filiación institucional). Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
  - Columna derecha:

    ≪Contacto:≫. Tipo de letra: Palatino, en negrita. Tamaño: 9.
    Nombre del Director de la Revista de Ciencias Espaciales. Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
    Correo electrónico del Director de la Revista. Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
    ≪Para mayor información:≫ Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
    ≪Página Web:≫ Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
    ≪http://faces.unah.edu.hn/revistace/≫ Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
    ≪Correo Electrónico:≫ Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
    ≪revista.cespaciales@unah.edu.hn≫ Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
    Recuadro:

      ≪Facultad de Ciencias Espaciales≫. Tipo de letra: Palatino en cursiva. Tamaño: 9.
      ≪El 17 de Abril de 2009, mediante Acuerdo No. CU-O-043-03-2009, el Consejo Universitario de la UNAH creó la Facultad de Ciencias Espaciales en reconocimiento al funcionamiento del Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa (OACS/UNAH)≫. Tipo de letra: Palatino en cursiva. Tamaño: 9.

- Cuarta sección: a una columna

  «La Revista Ciencias Espaciales es una publicación semestral de la Facultad de Ciencias Espaciales. El contenido de cada artículo es responsabilidad de su(s) autor(es).» Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.

3.5 Del interior de la revista

Texto:

- Tipo de letra en el título del artículo: Palatino en negrita cursiva. Tamaño: 17
- Tipo de letra de los títulos de primer nivel del cuerpo del artículo: Palatino en mayúsculas y minúsculas cursivas negritas. Tamaño: 11.
- Tipo de letra de los títulos de segundo nivel del cuerpo del artículo: Palatino en mayúsculas y minúsculas negritas. Tamaño: 11.
- Tipo de letra de los títulos de tercer nivel del cuerpo del artículo: Palatino en mayúsculas y minúsculas cursivas. Tamaño: 11.
- La enumeración de los distintos niveles se hará de acuerdo a la plantilla utilizada por la Revista.
- Tipo de letra en el cuerpo del artículo: Palatino. Tamaño: 11.
- Espaciado: Anterior 0 puntos. Posterior 10 puntos. Interlineado: sencillo.
- Márgenes: superior: 20 mm, izquierdo: 13 mm, inferior: 25 mm, derecho: 13 mm, encuadernado: 12 mm.
- Figuras y tablas: Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 10.

Las paginas de la derecha deben llevar, justificado a la derecha:

- En la parte superior: REVISTA CIENCIAS ESPACIALES, VOLUMEN X, NUMERO X TEMPORADA XXXXXXX, AÑO XXXX (páginas del artículo XX - XX). Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
- En la parte inferior, a la par del número de página: FACULTAD DE CIENCIAS ESPACIALES. Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.

Las páginas de la izquierda deben llevar, justificado a la izquierda:

- En la parte superior: nombre del artículo en mayúsculas en la primera línea y nombre del autor o autores en minúscula en la segunda línea. Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 9.
- En la parte inferior, a la par del número de página: FACULTAD DE CIENCIAS ESPACIALES. Tipo de letra: Palatino. Tamaño: 8

Fecha de última actualización: 13 de noviembre de 2019.
Fecha de aprobación: 13 de noviembre de 2019.

Facultad de Ciencias Espaciales
Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Ciudad Universitaria, Edificio K2
Bulevar Suyapa, Tegucigalpa MDC, Honduras
Teléfono: (504) 2216 - 3034
Correo electrónico:revista.cespaciales@unah.edu.hn
Página Web:http://faces.unah.edu.hn/revistace/