

FOUKO

Propuesta de Diseño de una Aeronave Inalámbrica para Beneficiar la Búsqueda y Rescate de Andinistas (SAR)

Dinamarca, A.; Ontivero, M. I.; Ortubia, J.; Rey, F.; Sanchez, I.; Videla, J.
Space Apps Challenge - Mendoza, Argentina.
18-19 de Octubre 2019

Categoría del Desafío: Vuelo a las Estrellas Desafío Elegido: Nave Inalámbrica

Resumen

En este trabajo se propone un diseño de aeronave inalámbrica, de bajo costo, para asistir a los operativos de búsqueda y rescate de montañistas en el Aconcagua, haciendo las búsquedas más eficientes, más baratas y brindando asistencia mediante IA (inteligencia artificial). Este diseño promete satisfacer esta creciente demanda en esta actividad. Este diseño inalámbrico no usa cables ni conectores para su funcionamiento. Estas características sumado a la problemática de búsquedas y rescates de andinistas hacen que la aeronave inalámbrica sea una tecnología disruptiva, permitiría reducir en un 95% las horas de vuelo de un operativo de búsqueda y rescate tradicional y, en un 83% los costos del mismo en un año en el Aconcagua.

1. Introducción

En los últimos años se ha registrado un número creciente de muertes de andinistas en zonas montañosas e intervenciones de rescatistas, como el Aconcagua y el Everest. Estas son causadas principalmente por mal de altura y otros factores médicos (Zavala Tello, 2019; Butcher, 2019). Podemos reducir estas estadísticas si detectamos los posibles casos de riesgo mediante un algoritmo de predicción (IA) y lograr un rescate eficiente mediante el uso de una aeronave inalámbrica.

Actualmente estas operaciones de búsqueda y salvamento son muy costosas y a través de esta innovación permitirá optimizar los tiempos operativos. La aeronave inalámbrica permitirá disminuir el número de muertes y además no requiere de altos valores económicos para funcionamiento.

Este proyecto está situado en el contexto de Mendoza, Argentina, ya que se encuentra el Cerro Aconcagua (elevación 6,962 m), el pico montañoso más alto de América. Este diseño de aeronave pero con debidas modificaciones puede llevarse a nivel global.

En la siguiente sección se detalla el diseño propuesto.

2. Desarrollo

La descripción del diseño se especificará en la sección de “características” y el análisis de su conveniencia y viabilidad económica se detalla en la sección de “estimación de tiempo y costos en operativos de búsqueda y rescate”.

A. Características

Tras estudiar la problemática que plantea el desafío (reducir el cableado de la nave) partimos estudiando todas las oportunidades en cuanto a nuevas opciones tecnológicas para poder reemplazar los cables y conectores por otro método de transmisión de información, la conectividad de datos y el procesamiento.

Planteamos la posibilidad de usar un sistema de infrarrojo:

Es un estándar físico en la forma de transmisión y recepción de datos por estos rayos, esta tecnología está basada en rayos luminosos que se mueven en el espectro infrarrojo. Los estándares IrDA soportan una amplia gama de dispositivos eléctricos y permite la comunicación bidireccional entre dos extremos a velocidades que oscilan entre los 9.600 bps y los 4 Mbps.

Para el movimiento del timón de profundidad y dirección: consta de un ángulo estrecho de 30 grados opera en una distancia de decenas de metros.

Conta de comunicación punto a punto. La comunicación del dron es satelital por medio de banda L similar a la tecnología Iridium para poder manejar el movimiento telemétrico.

Para la geolocalización de las personas que no poseen la pulsera, el dron hace un barrido de 360 grados de la zona con un termómetro infrarrojo y visual ubicado en el radome, este extrae la imagen y la envía por satélite a la estación.

El termómetro visual identifica el problema intermitente con el monitoreo temporal de la persona para obtener alertas cuando la temperatura se encuentra fuera del rango, previsto con las alarmas de temperatura obtenidas de algoritmos de aprendizaje.

Termómetro infrarrojo: realiza la precisión y la medición exacta, repetible y la asocia al termómetro visual.

El techo máximo de vuelo es 10.000 metros. Está tomado por la montaña más alta conocida: Everest con 8.848 m y el mínimo es de 6.000 metros por la montaña Aconcagua con una altura de 6.962 metros.

El diseño consta con una estructura modular y accesible, para el mantenimiento e inspección de la misma.

Los andinistas contarán con parche y una pulsera con sensores que permitiría obtener datos de los signos vitales en tiempo real de su ubicación, temperatura corporal, presión arterial, ritmo cardíaco y pulsaciones. Esta información sería enviada a la aeronave y esta lo enviaría a una base de datos en un servidor (Cloud). Sobre esta base de datos se

aplicarían algoritmos de aprendizaje automático y profundo (machine learning y deep learning respectivamente). Estos modelos permitirían realizar predicciones sobre la evolución de esos parámetros vitales en las próximas horas y poder evaluar la posibilidad de que la persona monitoreada sufra o no mal de altura, paro cardíaco, etc. Los algoritmos de aprendizaje robustos que se implementarán estarán previamente bien testeados y estudiados para reducir al mínimo los falsos positivos y falsos negativos. Una alerta a los rescatistas de que hay alguien, ya localizado, que necesita asistencia activaría la fase de rescate mediante el helicóptero SAR (search and rescue).

Contamos con 3 parches. Uno será utilizado como método para obtener la respiración por minuto, este sería el duplicado de la pulsera. El otro como medio para obtener el dato de la ubicación de la persona con su respectivo duplicado.

Tanto el parche como la pulsera consta con una autonomía de 60 días aproximadamente gracias a su batería de larga duración, teniendo en cuenta el tiempo de las expediciones más largas conocidas, se utiliza software privativo para conocer el estado de los signos vitales, junto con la triangulación a partir de "Physical Scalars and Plotting Tools in Scala" software provisto por NASA, para prevenir errores relacionados con unidades físicas en ingeniería y computación científica, también junto con las imágenes termográficas de los 2 (dos) sensores infrarrojo y térmico en el radome de dicha aeronave.

Combustible:

Esta aeronave está pensada para que ocupe combustible de aviación sostenible (SAF). Actualmente diferentes organizaciones están dedicadas a la investigación y desarrollo de ésta. Uno de los recursos que se está utilizando es la caña de azúcar, la planta más productiva del mundo, para producir petróleo que pueda convertirse en combustible de *bio-jet*. En un estudio reciente, se descubrió que el uso de esta caña de azúcar diseñada podría producir más de 2.500 litros de combustible de *bio-jet* por acre de tierra (~0.4 hectáreas) (Kumar, 2017). En comparación con dos fuentes de plantas competidoras, la soja y la jatropha, este produciría aproximadamente 15 y 13 veces más combustible para aviones por unidad de tierra.

En consecuencia, en la producción de este tipo de biocombustible puede elevar un número de inquietudes, incluidos los posibles cambios en el uso de tierras agrícolas, uso del agua, el efecto sobre los precios de los alimentos; y el impacto del riego, pesticidas y fertilizantes en ambientes locales. Si bien estas materias primas podrían ser utilizadas para crear combustible para aviones a través de diferentes procesos, en la industria de la aviación se ha querido evitar usarlos debido a preocupaciones de sostenibilidad.

Estos promueven sólo combustibles alternativos de origen sostenible. Por eso la industria utiliza el término "combustible de aviación sostenible" (SAF)

La tecnología actual permite que los combustibles sean producidos a partir de una amplia gama de materias primas, que incluyen: residuos sólidos municipales residuos que provienen de hogares y empresas entre muchos otros.

Cuenta con un sistema eólico para su propulsión.

Esta aeronave utiliza el combustible sostenible sólo en cierto rango de altura, desde su despegue hasta llegar a los 200 m aproximadamente. Luego utiliza el sistema eólico

compuesto por turbohélices hasta llegar a los hasta 6.500 a 10.000 metros aproximadamente, debido a las condiciones de presión.

Diseño:

El diseño de la aeronave está basada en la estructura de un insecto, específicamente de una libélula. Esto se debe a que ésta cuenta con mayor estabilidad ante ráfagas de viento y su cola le permite movimientos de rotación de 360° respecto a su eje vertical. Combinamos la morfología de este insecto con el diseño estructural del helicóptero Lama, utilizado en rescates. Se le dio un diseño moderno y se adaptó la estructura a la tecnología inalámbrica, modularizado la estructura interna (Figura 1).

El material utilizado para la aeronave es Micotectura, flexible, que soporta altos impactos y es ecológico. El material es liviano y económico.

Se plantea la posibilidad de usar la aeronave inalámbrica en otros ambientes y climas, tales como selvas, océanos y desiertos. Para ello, será necesario hacer un estudio de diseño estructural y de material óptimos para esos casos.

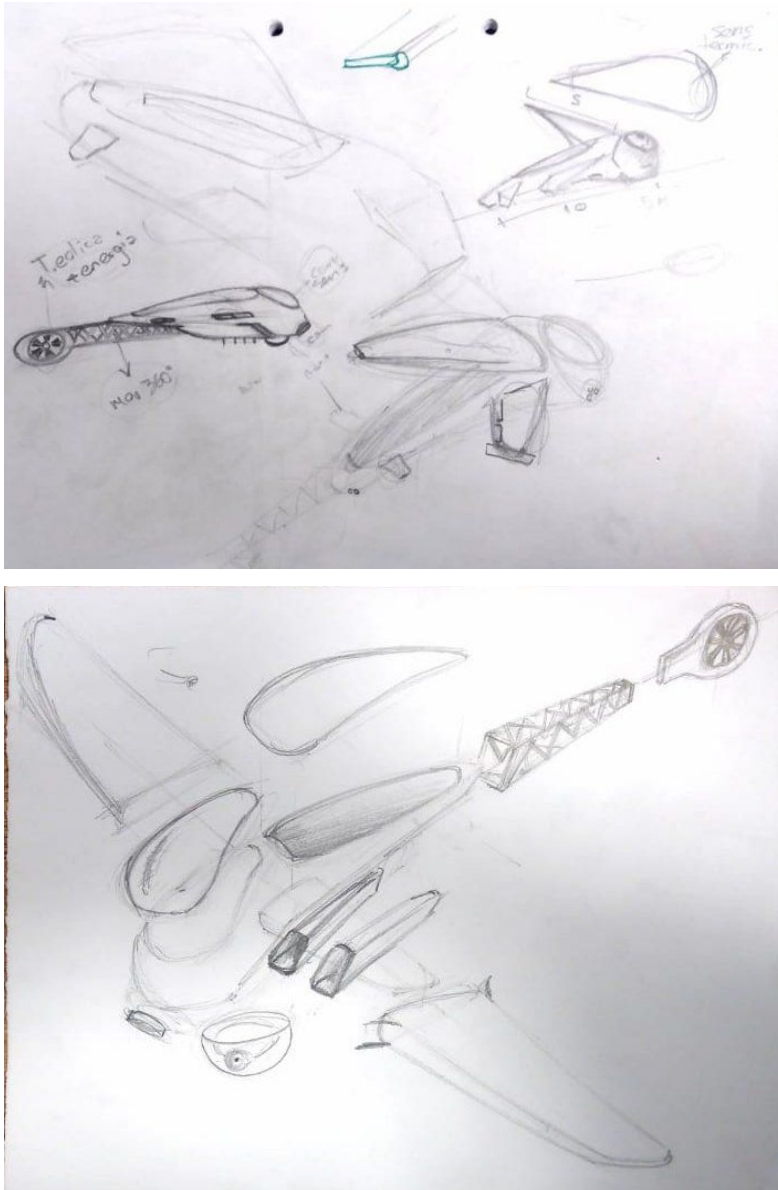


Figura 1. Diseño de nave inalámbrica.

Plan de contingencia :

Lista de procedimiento físico (Pulsera)

1_ En caso que la pulsera tuviera alguna falla de algún tipo, los duplicados de los parches automáticamente pasan a transmitir la información del usuario al satélite para que el equipo de búsqueda y rescate pueda acceder a la persona.

Plan de emergencia de la aeronave

1_ En caso que de falle el sistema infrarrojo, se utiliza la fibra óptica con un sensor de fibra en las alas, en el plano y en el fuselaje, esto nos permite tener el tiempo para luego poder reparar la falla.

2_ En caso de que la aeronave no tenga combustible automáticamente usará las turbohélices.

B. Estimación de tiempo y costos en operativos de búsqueda y rescate

La Tabla 1 estima tiempo y costos promedios de los operativos tradicional y con tecnología inalámbrica en el Cerro Aconcagua, el pico montañoso más alto de América, ubicado en la Provincia de Mendoza, Argentina. La Tabla 2 estima aquello en un año.

	Operativo con Aeronave Inalámbrica	Operativo Tradicional
Tiempo Promedio	4 h (helicóptero)	24 h (helicóptero) + 48 h (preparación y tiempo muerto) = 72 h
Costo Promedio	12.000 dólares	72.000 dólares

Tabla 1. Estimación de tiempo y costos promedios de un solo operativo de tipo tradicional y con tecnología inalámbrica en el Aconcagua.

	Operativo con Aeronave Inalámbrica	Operativo Tradicional
Tiempo Promedio	312 h (helicóptero)	1872 h (helicóptero) + 3744 h (preparación y tiempo muerto) = 5616 h
Costo Promedio	936.000 dólares	5.616.000 dólares

Tabla 2. Estimación de tiempo y costos promedios de los operativos tradicional y con tecnología inalámbrica en el Aconcagua anualmente.

Anualmente hay un promedio de 78 operativos de búsqueda y rescate en el Aconcagua (Lui, 2017). Asimismo, un operativo costaba aproximadamente 2500 dólares por hora de helicóptero en 2016 (CNN Español, 2016). Se estima que en 2019 este valor ha ascendido a 3000 dólares. La duración de un operativo depende de muchos factores tales como el clima, el propio personal, zona de la montaña y de cada caso particular. En promedio, 8 h por día (cantidad máxima de vuelo por día) durante tres días.

Con la aeronave inalámbrica, las horas de helicóptero serían reducidas a sólo las invertidas en el rescate de la persona ya localizada por aquella (~4 h). La aeronave haría 4 escaneos diarios de adquisición y recolección de datos, lo que se estima en 15 h de vuelo diarios. Los costos del operativo de búsqueda y rescate se reducen a las horas de helicóptero invertidas en la fase de rescate (sin contar el costo de mantenimiento diario de la aeronave).

Los datos de las Tabla 1 y Tabla 2 muestran lo valioso que sería invertir en la tecnología de una nave inalámbrica. Permitiría reducir en un 95% las horas de vuelo de un operativo de búsqueda y rescate tradicional y en un 83% los costos del mismo en un año en el Aconcagua (Figura 2). Cabe mencionar que cálculo no tiene en cuenta el mantenimiento diario de la aeronave. A pesar de ello, si se tuviese en cuenta este costo, la conveniencia del uso de la aeronave no superaría la suma invertida en los operativos tradicionales.

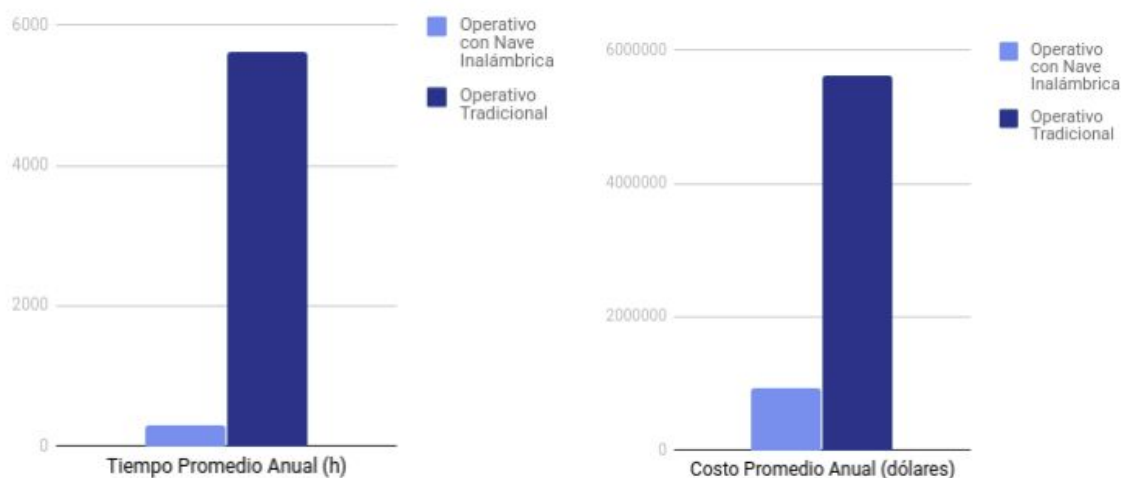


Figura 2. Gráficos de barra del tiempo (en horas) y costos (en dólares) promedio anuales respectivamente para operativos con nave inalámbrica y tradicional.

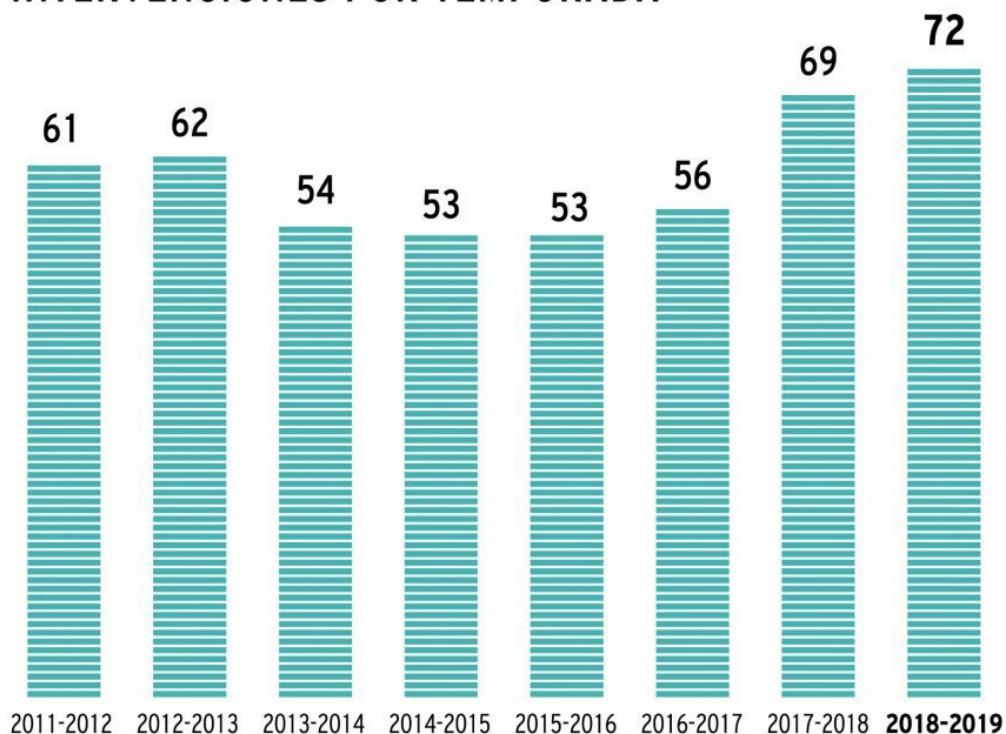
3. Conclusión

En este trabajo se propuso un diseño innovador y prometedor de aeronave inalámbrica, de bajo costo, para asistir a los operativos de búsqueda y rescate de montañistas en el Aconcagua, haciendo las búsquedas más eficientes, más baratas y brindando asistencia mediante IA (inteligencia artificial). Este diseño inalámbrico no usa cables ni conectores para su funcionamiento lo cual soluciona problemáticas asociadas al cableado (más peso,

fallas, costos), teniendo una estructura modularizada y de fácil integración. Estas características sumado a la problemática de búsquedas y rescates de andinistas hacen que la aeronave inalámbrica se una tecnología disruptiva, permitiría reducir en un 95% las horas de vuelo de un operativo de búsqueda y rescate tradicional y en un 83% los costos del mismo en un año en el Aconcagua.

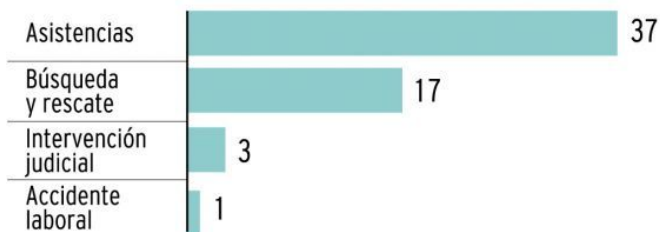
4. Apéndice

INTERVENCIONES POR TEMPORADA



TOTALES SEGÚN EL MOTIVO DEL RESCATE

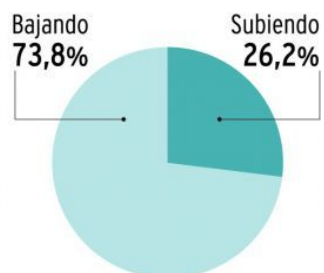
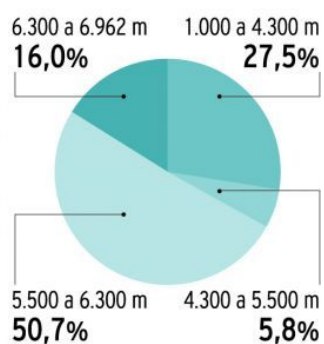
En el Parque



Fuera del Parque



ALTURAS EN LAS QUE SE INTERVINO



Fuente: Patrulla de rescate, Ministerio de Seguridad.

Infografías LOS ANDES

Figura A1. Estadísticas sobre las intervenciones de la Patrulla de Rescate dependiente del Ministerio de Seguridad de la Provincia de Mendoza a marzo de 2019 (Zavala Tello, 2019).

Muertes en el Monte Everest

Número de fallecidos acumulados entre 1900 y 2018

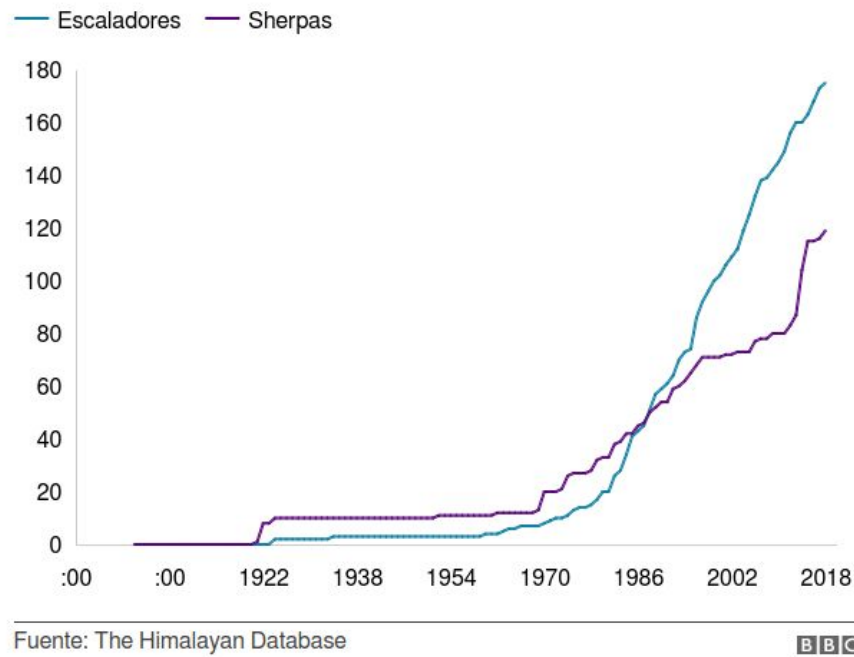


Figura A2. Gráfica de fallecidos acumulados en el Monte Everest entre 1900 y 2018 (Butcher, 2019).

5. Referencias

Studor, G. (2007). "Fly-by-Wireless": A Revolution in Aerospace Vehicle Architecture for Instrumentation and Control. Recuperado de <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=20070013704>

Hahn, A.S., Holmes, B.J., & Alexandrov, N.M. (2016). A Benefit Analysis of Infusing Wireless into Aircraft and Fleet Operations - Report to Seedling Project Efficient Reconfigurable Cockpit Design and Fleet Operations Using Software Intensive, Network Enabled, Wireless Architecture (ECON).

Zavala Tello, I. (17 de marzo de 2019). Héroes de altura: los rescates de la temporada en la montaña, en cifras. Los Andes. Recuperado de <https://www.losandes.com.ar/article/view?slug=heroes-de-altura-los-rescates-de-la-temporada-en-la-montana-en-cifras>

Butcher, B. (22 de marzo de 2019). Los 6 gráficos que demuestran cuán mortífero es el Monte Everest. BBC. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-47667091>

Lui, A. (29 de octubre de 2017). Así se prepara la Patrulla de Rescate para la temporada en el Aconcagua. El Sol. Recuperado de <https://www.elsol.com.ar/asi-se-prepara-la-patrulla-de-rescate-para-la-temporada-en-aconcagua>

CNN Español (21 Noviembre, 2016). Argentina cobrará rescate a escaladores perdidos o heridos en la montaña Aconcagua. Recuperado de <https://cnnespanol.cnn.com/2016/11/21/argentina-cobrara-rescate-a-escaladores-perdidos-o-heridos-en-la-montana-aconcagua/>

Kumar,D.; Long, S.P. & Read, S.V. (21 de noviembre de 2017). Can Sugarcane Fuel Airplanes?. Smithsonian. Recuperado de <https://www.smithsonianmag.com/innovation/can-sugarcane-fuel-airplanes-180967288/>

<https://www.smithsonianmag.com/innovation/can-sugarcane-fuel-airplanes-180967288/>

https://aviationbenefits.org/media/166152/beginners-guide-to-saf_web.pdf

<https://software.nasa.gov/software/GSC-18128-1>

<https://software.nasa.gov/software/LAR-17758-1>