

REPÚBLICA ARGENTINA
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR
CURSO DE CAPACITACIÓN EN METEOROLOGÍA



TRABAJO FINAL INTEGRADOR DE METEOROLOGÍA
“VIGILANCIA METEOROLOGICA A TRAVÉS DE
SISTEMAS AÉREOS NO TRIPULADOS”

AUTOR: ALFÉREZ JOAQUIN MATIAS AGUIRRE
TUTOR: MAYOR FENANDO AGUILAR

2016

ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
INTRODUCCIÓN.....	4
OBJETIVOS.....	5
TITULO I.....	6
1.1 VANT.....	6
1.2 VENTAJAS DE LOS VANT.....	7
TITULO II.....	7
2.1 SURGIMIENTO DEL VANT EN LA METEOROLOGÍA.....	7
2.2 MARCO NORMATIVO DE LA OACI.....	8
2.2.1 SERVICIO METEOROLOGICO.....	9
2.2.2 CARTAS AERONÁUTICAS.....	10
TITULO III.....	11
3.1 CONDICIONANTES DE LOS UAS.....	11
3.1.1..TURBULENCIA.....	11
3.1.2 ENGELAMIENTO.....	19
3.1.3.TORMENTA/ GRANIZO.....	21
3.1.4 CENIZA VOLCÁNICAS.....	22
TITULO IV.....	24
4.1 ESCUDO ARTICO Y PUMA AE.....	24
4.2 UAV EN FAA.....	30

CONCLUSIÓN.....	32
BIBLIOGRAFÍA.....	33

INTRODUCCIÓN

Durante el transcurso del tiempo, la meteorología ha estudiado el comportamiento de la atmósfera, para ello no solo alcanzó con lo que un observador pudo llegar a interpretar, sino que necesitó la ayuda de instrumentos que han sido modificados para obtener datos más precisos, y que fueron reemplazados por otros más novedosos.

Por otra parte, para conseguir un buen pronóstico del tiempo, estudio del clima, los vientos, las lluvias, entre otros factores que influyen en el comportamiento de la atmósfera, es necesario la recopilación de información de fenómenos que pueden observarse, o no, desde superficie pero que no pueden ser analizadas o pronosticadas. Para ello se necesita el apoyo de datos obtenidos por radares y satélites (de órbita polar y de órbita geoestacionario), para brindar un estudio más complejo y acertado.

En los últimos años se han implementado, en diferentes países, otras medidas de obtener información, más compleja y sin poner en riesgo de la integridad física de las personas. Una de ellas fue poner en función Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT), también conocidos como UAS por sus siglas en inglés (Unmanned Aerial System). Se trata de un vehículo con un motor de reacción, sin tripulación reutilizable, capaz de mantenerse en vuelo de manera autónoma y sostenida, usado, entre tantas cosas, para fines meteorológicos.

OBJETIVOS

Teniendo en cuenta los conocimientos obtenidos, durante el curso de meteorología en la Escuela Ciencias del Mar, sobre meteorología, los conceptos y generalidades estudiados sobre Sistemas Aéreos no tripulados en la Escuela de Aviación Militar de la Fuerza Aérea Argentina, e información recopilada de manera individual y otra facilitada por mi tutor, Mayor Fernando Aguilar, realice el presente trabajo con el objetivo de brindar apoyo informativo sobre la implementación del uso de los VANT en las actividades meteorológicas, demostrando la importancia de esta nueva alternativa en los diferentes campos de aplicación.

TITULO I

1.1 VANT

“Un vehículo aéreo no tripulado, UAV por siglas en inglés (Unmanned Aerial Vehicle), o sistema aéreo no tripulado, UAS (Unmanned Aerial System), conocido en castellano por sus siglas como VANT, es una aeronave que vuela sin tripulación humana a bordo.”¹

Eran utilizados inicialmente para operaciones militares y eran manejados por control remoto por un piloto especializado. Éste con el tiempo se fue empleando mayor autonomía en el vuelo, creando variantes, unos que son controlados desde una estación remota, y otros que son programados para que puedan volar de forma autónoma con planes de vuelos programados, teniendo la capacidad de poder despegar, volar y aterrizar de forma automática.

Se las pueden clasificar dependiendo de la misión principal o su funcionamiento principal. Tienen múltiples aplicaciones y posibilidades, tales como: transporte, agricultura, búsqueda, rescate, geología, hidrografía, topografía, seguridad, etc.

¹ <http://mundodrones.blogspot.com.ar/2013/04/un-vehiculo-aereo-no-tripulado-uav.html>. Publicado el 5 de abril 2013 por [dronesworld](#), Madrid, España



Figura 1: avión no tripulado “tracker” que diseña Airbus Defence and Space.

1.2 VENTAJAS DE LOS VANT

Las principales ventajas son dos:

1. Posibilidad de ser usado en áreas donde existe alto riesgo o de difícil ingreso.
2. Posibilidad de que el piloto no se encuentre en el lugar del hecho.
3. Mayor autonomía en horas de vuelo a comparación de un avión.

1.3 DESVENTAJAS DE LOS VANT

Las desventajas pueden ser dos principales:

1. Técnica: como su alcance y sistema de navegación.
2. Económica: debido a su alto costo adquisitivo y de mantenimiento.

TÍTULO II

2.1 SURGIMIENTO DEL VANT EN LA METEOROLOGÍA

En el 2005 en el mes de septiembre, después de haber aparecido el huracán Katrina, surgió otro huracán llamado Ofelia que causó la destrucción de Nueva

Orleans, Luisiana y otras franjas de la costa del Golfo, rastreado, de forma errática, fuera de la costa atlántica de los Estados Unidos.

Ofelia, que varía una magnitud entre una tormenta tropical y un huracán, produjo un daño relativamente pequeño antes de la deriva en el Atlántico Norte. Sin embargo, el agua fría (que quitó fuerza) finalmente apagó la vida fuera del sistema.

La historia registra a Ofelia como la apertura de un nuevo capítulo de la exploración meteorológica. Durante el pico de vida de la tormenta, un pesado cuatrimotor, WP3D Orion "caza huracanes", del Centro de Operación de aeronaves de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), lleno de tripulación y científicos, penetró en el núcleo de Ofelia en repetidas ocasiones, recogiendo una serie de datos en cada ala y fuselaje, pasando a través de bandas de lluvia de la tormenta y la pared del ojo del huracán.

Aunque la NOAA ha estado llevando a cabo estos vuelos durante años, nunca son de rutina, y cada uno es de vital importancia, ya que los científicos usan los datos que proporcionan para formular y ajustar los algoritmos de predicción de trayectoria de la tormenta. Durante el paso de Ofelia lo largo de la costa atlántica, pasaba, en el corazón de la tormenta, una nave de aspecto extraño con su motor y la hélice de abajo y en la parte trasera de su ala, con cola en "V" invertida al final. Era un avión llamado Aerosonde, construido por la empresa AAI. Al igual que el Orión, el Aerosonde recogió gigabytes de datos, como la velocidad y dirección del viento, presión barométrica y la temperatura. A diferencia de la girthy Orion, el Aerosonde, tiene sólo un motor, una envergadura una décima más grande que la de Orion, y para sorpresa de muchos, la Aerosonde no tenía ningún piloto ni la tripulación de a bordo. El pasaje de Ofelia marcó la primera vez que un avión no tripulado penetró una tormenta ciclónica.

Hasta hace poco han sido utilizados principalmente para aplicaciones militares. Hoy en día, las aeronaves no tripuladas pueden volar misiones sobre campos agrícolas, por lo que los agricultores pueden controlar el crecimiento de los cultivos, la ayuda en la exploración de minerales en los tramos inhóspitos del planeta, recopilar imágenes para la cartografía en rápida evolución de los entornos urbanos, y ayudan a los equipos de búsqueda y rescate localizar excursionistas perdidos, entre una lista cada vez mayor de aplicaciones.

2.2 MARCO NORMATIVO DE LA OACI

El Artículo 8 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, firmado en Chicago el 7 de diciembre de 1944 y enmendado por la Asamblea de la OACI (Doc. 7300) (en adelante denominado "el Convenio de Chicago") estipula que: "Ninguna aeronave capaz de volar sin piloto volará sin él sobre el territorio de un Estado contratante, a menos que se cuente con autorización especial de tal Estado y de conformidad con los términos de dicha autorización..."

Para reflejar mejor la condición de estas aeronaves que son realmente pilotadas, se introduce en el vocabulario la expresión "aeronave pilotada a distancia" (RPA).

Las ventajas de las RPA para realizar misiones de vigilancia visual u observación, que típicamente tienen lugar en condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC), son mucho más exigentes debido a la necesidad de evitar colisiones sin el beneficio de un servicio de separación proporcionado por el ATC. Actividades tan variadas como el volovelismo, vuelo en globo, paracaidismo, vuelos de placer, instrucción militar y operaciones policiales ocurrirían probablemente en las mismas condiciones. Todavía no se ha introducido tecnología para apoyar al piloto en el cumplimiento de responsabilidades anticolidión; por lo tanto, el mercado civil para RPA que vuele fuera del espacio aéreo controlado podría ser posiblemente el más lento en evolucionar.

En cooperación con la comunidad científica, las autoridades de aviación civil trabajan sobre los medios para permitir el uso de RPA en apoyo de investigaciones sobre cambio climático, pronósticos meteorológicos y vigilancia de la fauna, entre otras. Muchos, si no la mayoría, de estos vuelos no pueden realizarse con aeronaves tripuladas debido a los emplazamientos remotos, duras condiciones o altitudes en las cuales deben operar los vuelos.

Al igual que en muchas aeronaves tripuladas, las operaciones con UA tendrán consecuencias para el medio ambiente, cuya magnitud dependerá de la categoría y el tamaño de la UA, el tipo y volumen del combustible consumido y el carácter y emplazamiento de la operación, entre muchos otros factores. Resulta crítico que a medida que se diseñen, construyan y operen las UA, su huella ambiental, el ruido y las emisiones gaseosas cumplan con las normas aplicables.

Todo el equipo aplicable requerido, tanto para aeronavegabilidad como para operaciones, se requerirá también para los RPAS, ya sea directamente o a través de una alternativa (p. ej., una brújula digital en vez de una brújula magnética). La diferencia será que el equipo estará distribuido entre la RPA y la estación de piloto remoto. Además del equipo ya requerido, se introducirá nuevo equipo para permitir que los RPAS operen como sistema. Este podrá incluir, sin limitarse a ellos, lo siguiente:

- a) Tecnologías de detectar y evitar; y
- b) Sistemas de mando y control para proporcionar conexión entre la RPA y la estación de piloto remoto.

2.2.1 SERVICIO METEOROLÓGICO

La información meteorológica desempeña una importante función en la seguridad, regularidad y eficiencia de la navegación aérea internacional y se proporciona a los usuarios según se requiera para la performance de sus funciones respectivas. La información meteorológica suministrada a los explotadores y a los miembros de la tripulación de vuelo o tripulación remota abarca el vuelo con respecto al tiempo, altitud y área geográfica. Por lo tanto, la información se relaciona con horas fijas apropiadas, o períodos de tiempo, y se extiende al aeródromo de aterrizaje previsto. También abarca las condiciones meteorológicas pronosticadas entre el aeródromo de aterrizaje previsto y aeródromos de alternativa designados por el explotador.

Los servicios meteorológicos son críticos para la planificación, ejecución y operación segura de la aviación internacional. Dado que el piloto remoto no está a bordo de la aeronave y puede no ser capaz de determinar las condiciones meteorológicas y sus efectos en tiempo real sobre la aeronave, la obtención de información meteorológica de fuentes apropiadas antes y durante el vuelo resultará especialmente crítica para la operación segura de estas aeronaves.

“El Anexo 3” del servicio meteorológico para la navegación aérea internacional tiene un requisito para los Estados de que las aeronaves de su matrícula que vuelen por rutas aéreas internacionales efectúen observaciones ordinarias automatizadas, si están equipadas para ello. Las RPA pueden no estarlo. Análogamente, existe el requisito de que todas las aeronaves hagan observaciones especiales cuando se encuentren turbulencia fuerte, engelamiento fuerte, onda orográfica fuerte, tormentas, granizo, polvo, arena fuerte y cenizas volcánicas durante un vuelo. No obstante, las RPA pueden no ser capaces de cumplir con estas disposiciones dado que el piloto está distante de la aeronave y la aeronave puede no contar con los sensores necesarios para detectar estos fenómenos.

Inversamente, las RPA específicamente equipadas para tales fines pueden realmente utilizarse para vigilar las condiciones meteorológicas transmitiendo información a los sensores terrestres. Estas aeronaves podrían utilizarse en condiciones y lugares en que las aeronaves tripuladas no pueden operar en seguridad como es el caso de huracanes, fenómenos meteorológicos convectivos o cercanía de cenizas o gases volcánicos.

Además de la turbulencia natural, existe también el problema de la estela turbulenta. La información sobre estela turbulenta es crítica para la planificación y ejecución de las operaciones seguras de todas las aeronaves y, especialmente, las RPA que pueden ser muy ligeras en comparación con las aeronaves tripuladas. Las mínimas de separación por estela turbulenta pueden tener que enmendarse dado que las RPA muy pequeñas son mucho más sensibles a la estela turbulenta que las más grandes y pesadas aeronaves tripuladas. Deberán revisarse para aplicaciones las RPA medidas a corto plazo en este sector, incluyendo la implantación de separaciones dinámicas por estela turbulenta y sistemas para evitar la estela turbulenta.

2.2.2 CARTAS AERONÁUTICAS

Es necesario contar con simbología adicional pertinente a las operaciones de UAS. Así, los pilotos remotos pueden tener una mayor dependencia en la información aeronáutica transmitida en las cartas para mantener su conocimiento de la situación del espacio aéreo en que están operando o en las áreas de movimiento en la superficie de los aeródromos. Obteniendo experiencia en esta materia, se considerará la totalidad del tema de la información aeronáutica por lo que hace a las operaciones UAS.

TÍTULO III

3.1 CONDICIONANTES DE LOS UAV

Los UAS como cualquier otra aeronave se encuentran sujetas a ciertas condiciones meteorológicas para la realización de las operaciones.

Entre los fenómenos meteorológicos críticos podemos nombrar la turbulencia, el engelamiento, las tormentas, el granizo, el polvo/arena y las cenizas volcánicas.

3.1.1 TURBULENCIA

La turbulencia es producto de los remolinos o las fluctuaciones en la velocidad o la dirección del viento. Dicha perturbación del estado laminar del viento puede ser originada por diferentes factores (físicos, termodinámicos, etc.)

Aquí se esquematizan las líneas de corriente asociadas con una onda de montaña que se propaga verticalmente. Tanto la onda de propagación vertical como el rotor de circulación crean la turbulencia.

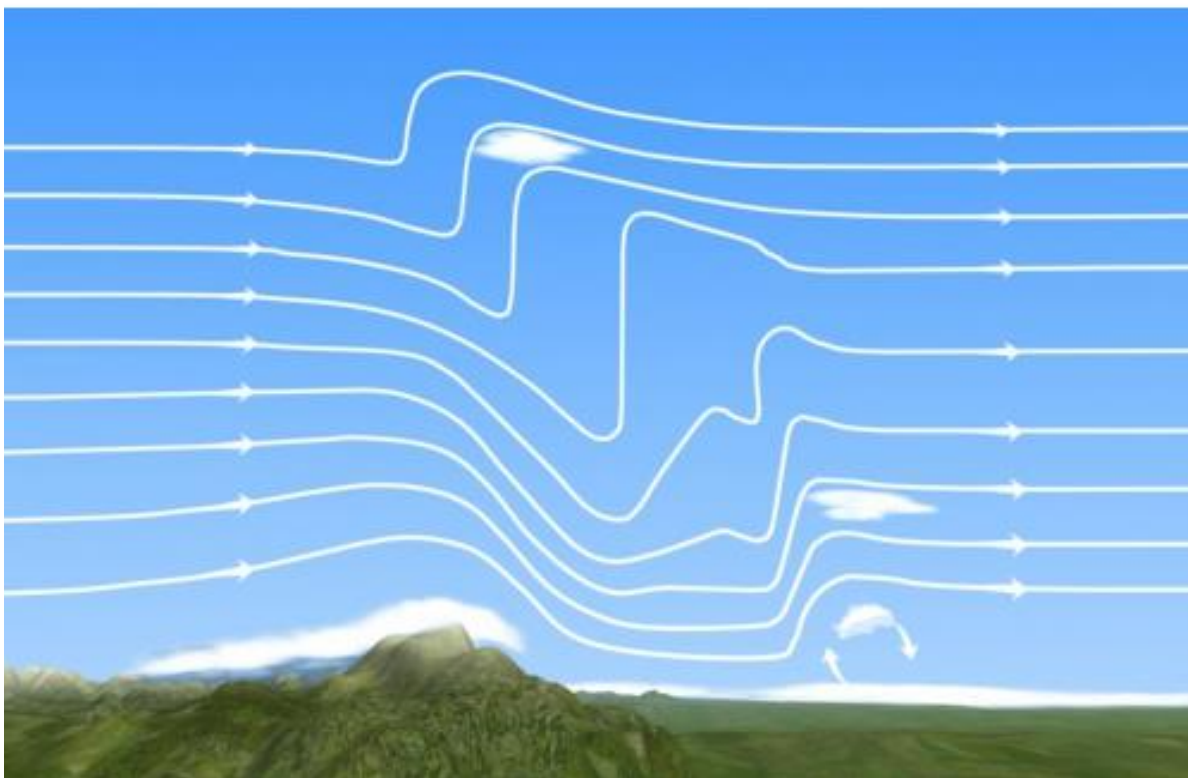


Figura 2: Representación del programa “ The COMET” de ondas de montaña.

Importante para las operaciones UAS

Cuando un UAV entra en una zona turbulenta, experimenta una serie irregular de sacudidas que pueden afectar a su estabilidad y movimiento. El grado de impacto depende tanto de las características de la aeronave (tamaño, velocidad del aire, etc.)

como de la intensidad de la turbulencia encontrada. La intensidad de la turbulencia depende principalmente de la cortante vertical y horizontal del viento y de la estabilidad atmosférica en la capa de vuelo, todas características que se pueden evaluar mediante un diagrama oblicuo T - log p cuando se hace un pronóstico para la aviación.

Algunos experimentan riesgos y los encuentros con turbulencia han sido descriptos como choques contra una pared.

Estas perturbaciones no presentan un patrón definido ni único, sino que varían de acuerdo a las causas que la producen.

Existen varias causas que originan la formación de zonas turbulentas y en ocasiones pueden ser producidas por una combinación de las mismas. Las causas más comunes para su formación son:

Turbulencia orográfica: Ondas de montaña

Es el fenómeno ondulatorio que se produce en un flujo de aire, con ciertas condiciones, el cual se desplaza en forma perpendicular a una barrera montañosa siendo forzado (a barlovento) a ascender, mientras que a sotavento se produce un descenso y extiende su efecto sobre el valle formando una onda. Esto la distingue del caso anterior ya que se trata de un fenómeno que se propaga a cientos de kilómetros de la cadena montañosa que la originó.

Pueden contener turbulencia en aire claro en la forma de ondas que se rompen y/o “rotores”.

Se definen como severas cuando las descendentes asociadas exceden los 600 pies/min (3 m/s, 1 pie/m= 0.00508 m/s) y/o se observa o pronostica turbulencia. La ruptura de ondas y los rotores asociados con ondas de montaña constituyen uno de los fenómenos más peligrosos que pueden experimentar los pilotos. Por eso es importante entender la dinámica de estas ondas y en qué circunstancias se producen estos fenómenos.

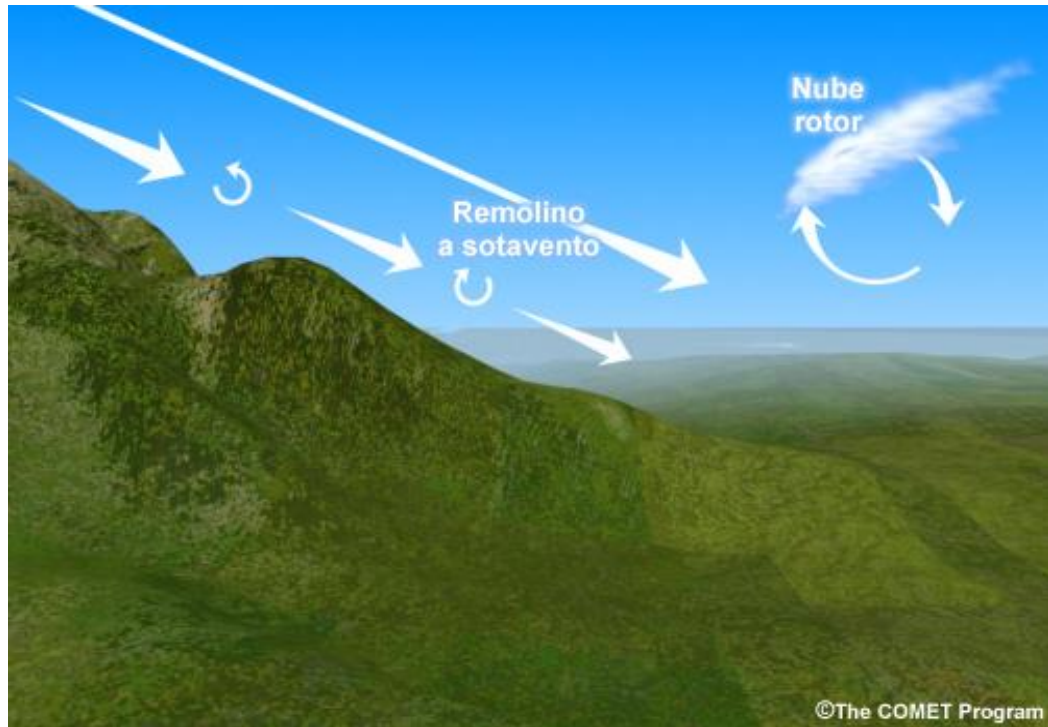


Figura 3: Representación del programa “ The COMET” de remolino a Sotavento.

Penachos nubosos

Los penachos nubosos son un indicio de la probable actividad de ondas a sotavento. A menudo se forman junto a las crestas de la montaña a medida que se fuerza el ascenso del aire en el lado de barlovento. Si el flujo es lo suficientemente húmedo, la humedad se condensará y formará un banco de nubes que sigue la forma de la montaña.

Desde una perspectiva corriente abajo, con frecuencia los penachos nubosos tienen el aspecto de una pared nubosa que cuelga de la cima de la cresta.

Es importante recordar que si bien el penacho nuboso indica la probable actividad de ondas a sotavento, su ausencia no implica la ausencia de ondas.

Bajo condiciones secas, puede haber ondas sin que un penacho nuboso delate su existencia.

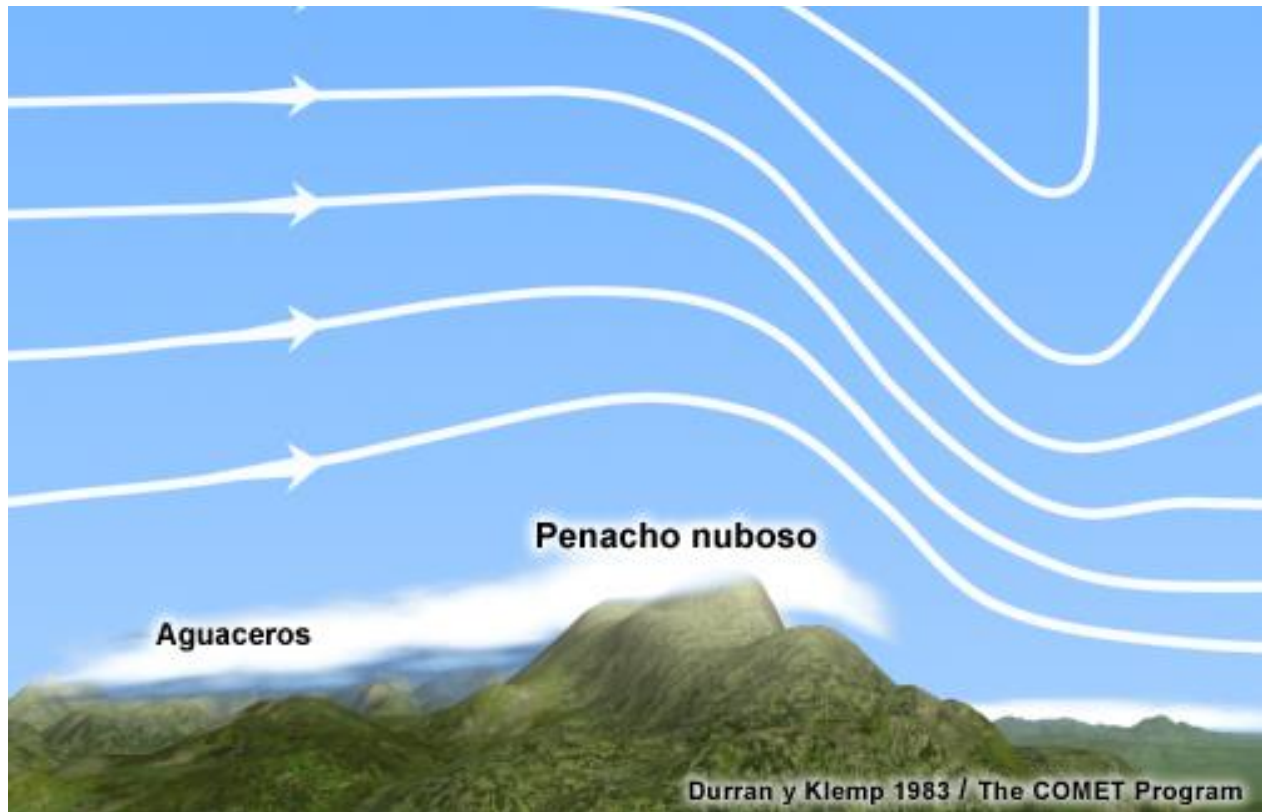


Figura 4: Representación del programa “The COMET” de penachos nubosos.

Ondas rompientes

Cuando tienen suficiente amplitud, las ondas de propagación vertical pueden romper en la troposfera o en la estratosfera inferior.

Al romper, las ondas pueden provocar turbulencia extrema en la región de rompiente y la zona cercana, típicamente a altitudes de entre 6 y 12 km (20,000 a 40,000 pies).

Si una onda de propagación vertical no rompe, es probable que una aeronave experimente efectos ondulares considerables, pero muy poca turbulencia.

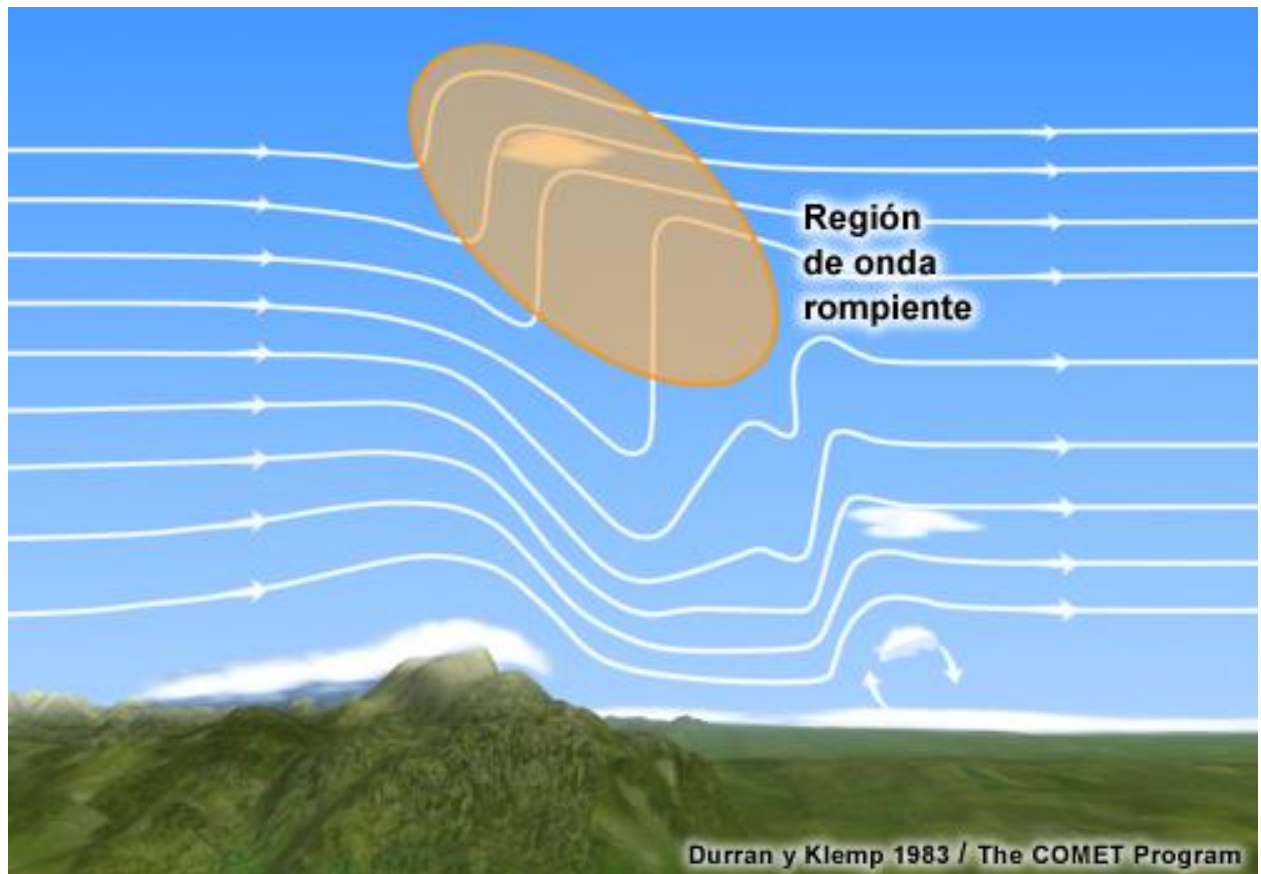


Figura 5: Representación del programa “ The COMET” de la región de onda rompiente.

Rotores

Los rotores forman parte de una zona de turbulencia en los niveles inferiores que a menudo se forma asociada a un sistema de ondas de montaña. Los rotores se conocen también como vórtices de rotación horizontal, porque forman un patrón de rotación completo con el eje de rotación paralelo al suelo.

Típicamente, los ejes de los rotores están a la misma altitud o por debajo del nivel de la cima de la montaña y a menos de unos 35 km de distancia corriente abajo de la línea de la cresta montañosa. Las rotaciones menores presentes en la zona de turbulencia de niveles inferiores llegan a crear efectos giratorios que pueden exceder la capacidad de una aeronave de mantenerse nivelada.

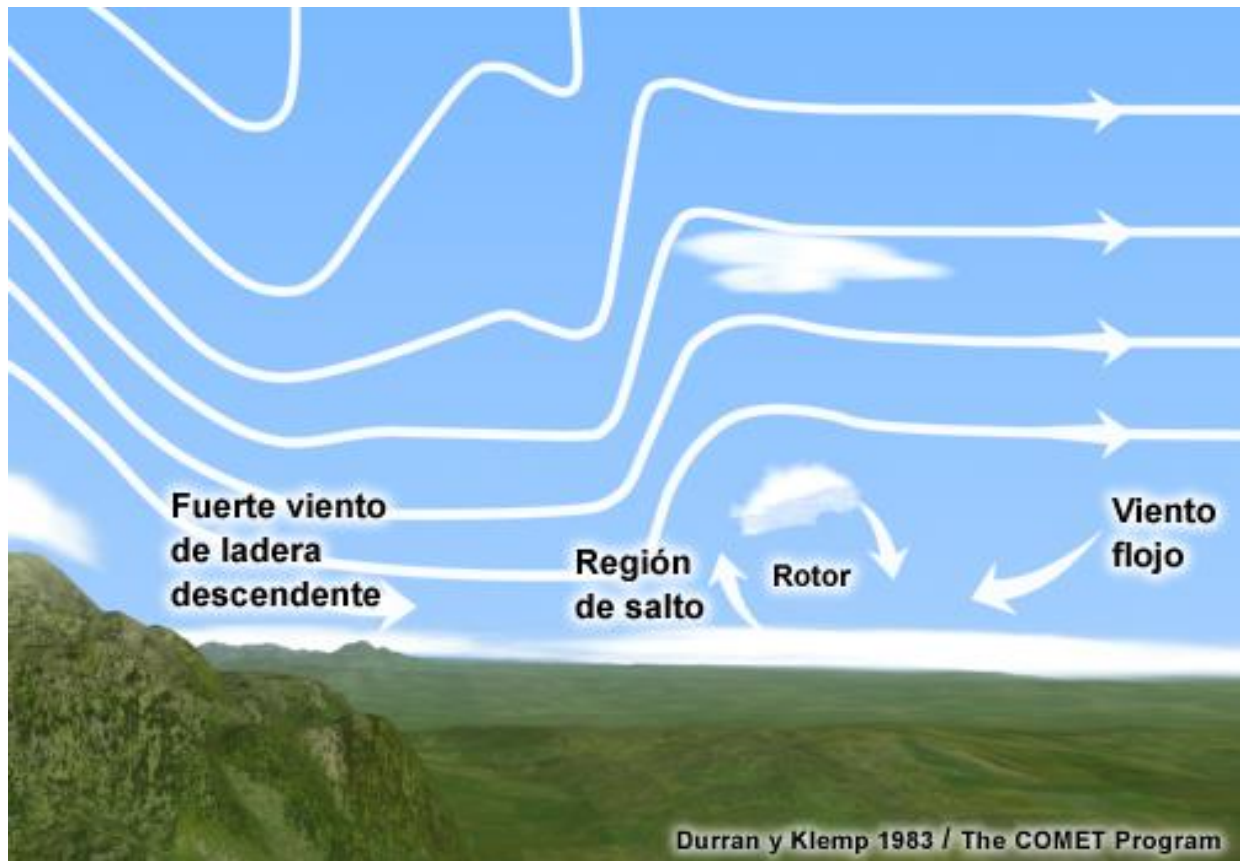


Figura 6: Representación del programa “ The COMET” de rotores.

Nubes rotor

A menudo es posible identificar la posición del rotor si hay suficiente humedad disponible para que se forme una nube rotor asociada. Las nubes rotor se encuentran cerca de la cima de la circulación de rotor y debajo de las nubes lenticulares, que están a mayor altura. Justo arriba de la nube rotor, es probable que el aire sea tranquilo y ondulado.

Las nubes rotor pueden tener un aspecto inocente, pero contienen fuerte turbulencia y los pilotos las deben evitar.

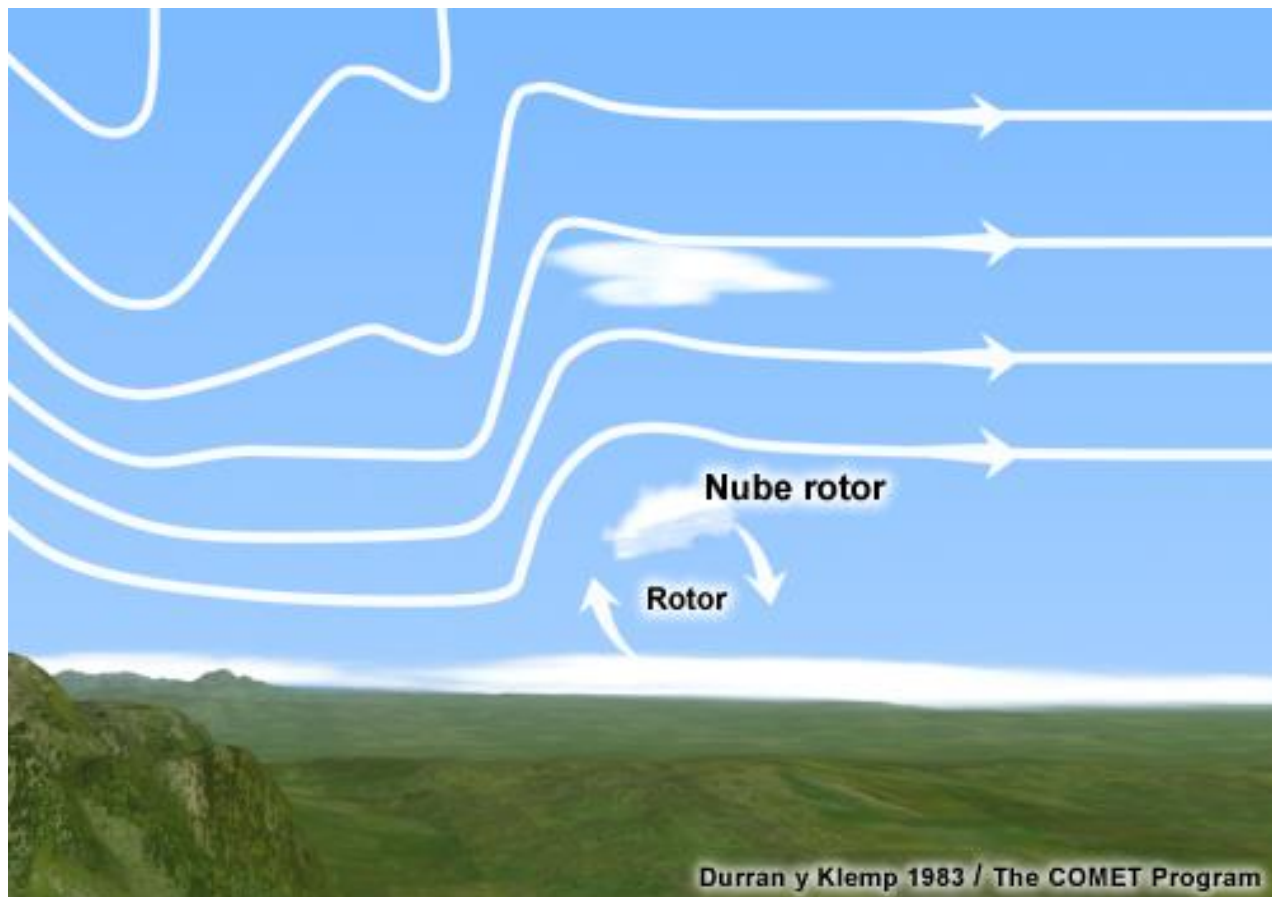


Figura 7: Representación del programa "The COMET" de nubes rotor.

Ondas de sotavento atrapadas

Cuando la energía de las ondas a sotavento no se propaga en sentido vertical debido a una reducción de estabilidad en la vertical o a un aumento en la cortante vertical, decimos que las ondas están "atrapadas". A menudo vemos ondas de sotavento atrapadas corriente abajo de la zona del rotor, aunque puede existir un rotor débil debajo de cada onda a sotavento.

Abarcan un espesor por encima del cual no se propagan verticalmente. Se extienden una mayor distancia que las nubes rotor, a alturas de alrededor de 1 km por encima del tope de la montaña.



Figura 8: Representación del programa “ The COMET” de ondas a sotavento atrapadas.

Estela turbulenta

Este tipo de turbulencia es producido por aeronaves de gran porte. Se genera por los extremos de las superficies de los planos, y se localiza inmediatamente por detrás del paso de la aeronave. Esta representa un serio peligro para las aeronaves de menor porte que realizan su aterrizaje inmediatamente después del despegue de una de mayor tamaño. La particularidad que presenta es que su intensidad disminuye con la distancia y que el efecto del viento en superficie hace que su peligrosidad sea relativa.

Se debe tener en cuenta al momento de autorizar o realizar los despegues o aterrizajes, tomar un tiempo suficiente de separación entre estas operaciones, a los efectos de asegurar su dispersión y de ésta manera minimizar sus efectos.



Figura 9: Fotografía de estela turbulenta de un avión B767. Autor desconocido

3.1.2 ENGELAMIENTO

Es un proceso de depósito de hielo sobre una superficie. Esta acumulación de hielo sobre las alas y la estructura de un UAS puede aumentar su peso, causar la pérdida de elevación, reducir su potencia y provocar otras situaciones capaces de comprometer severamente la navegabilidad.

En la atmósfera las gotitas de agua líquida en nubes pueden existir a temperaturas muy por debajo del punto de congelación (es decir, agua sobreenfriada). Como son muy inestables, se congelan al impacto con la superficie de la aeronave, ya que ésta actúa de manera similar a un núcleo de congelación, finalmente el agua se congela.

El congelamiento es relativamente gradual, debido al calor latente liberado y esto permite cierto escurrimiento hacia atrás antes de la solidificación.

Al producirse este efecto sobre las aeronaves no tripuladas se aumenta la resistencia aerodinámica por lo tanto se produce una disminución de sustentación.

- Aumenta la resistencia al avance
- Se forman remolinos (turbulencia)
- Aumenta la velocidad de pérdida

Todo esto provocaría la pérdida absoluta de control sobre el UAV. Y si éste cuenta con instrumentos de medición para la atmósfera, se verían afectados por la formación del hielo, provocando errores en las mediciones o el deterioro de dicho artefacto.

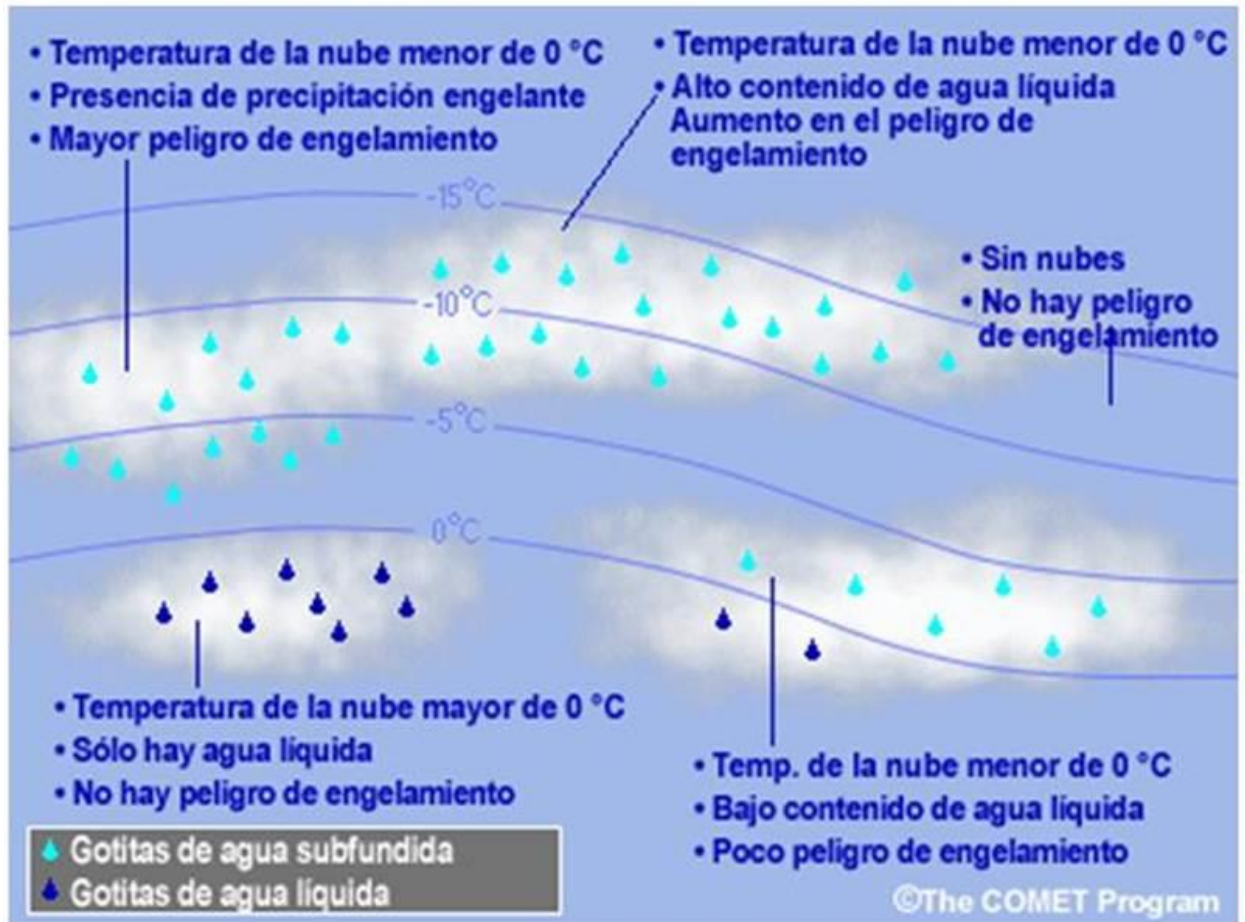


Figura 10: Representación del programa “ The COMET” de ubicación del engelamiento.

- A gotas más grandes, mayores problemas de engelamiento. En general el tamaño de la gota afecta la eficiencia de colección en la superficie de sustentación del UAV.
- A medida que la temperatura disminuye es más difícil mantener nubes sobreenfriadas porque es más probable que las gotas congelen, la única cota inferior física para el engelamiento es -40°C . Para que pueda producirse engelamiento, la temperatura del fuselaje y del aire externo a la aeronave debe ser menor de 0°C .
- A mayor contenido de agua líquida, mayor es la velocidad de acreción de hielo.

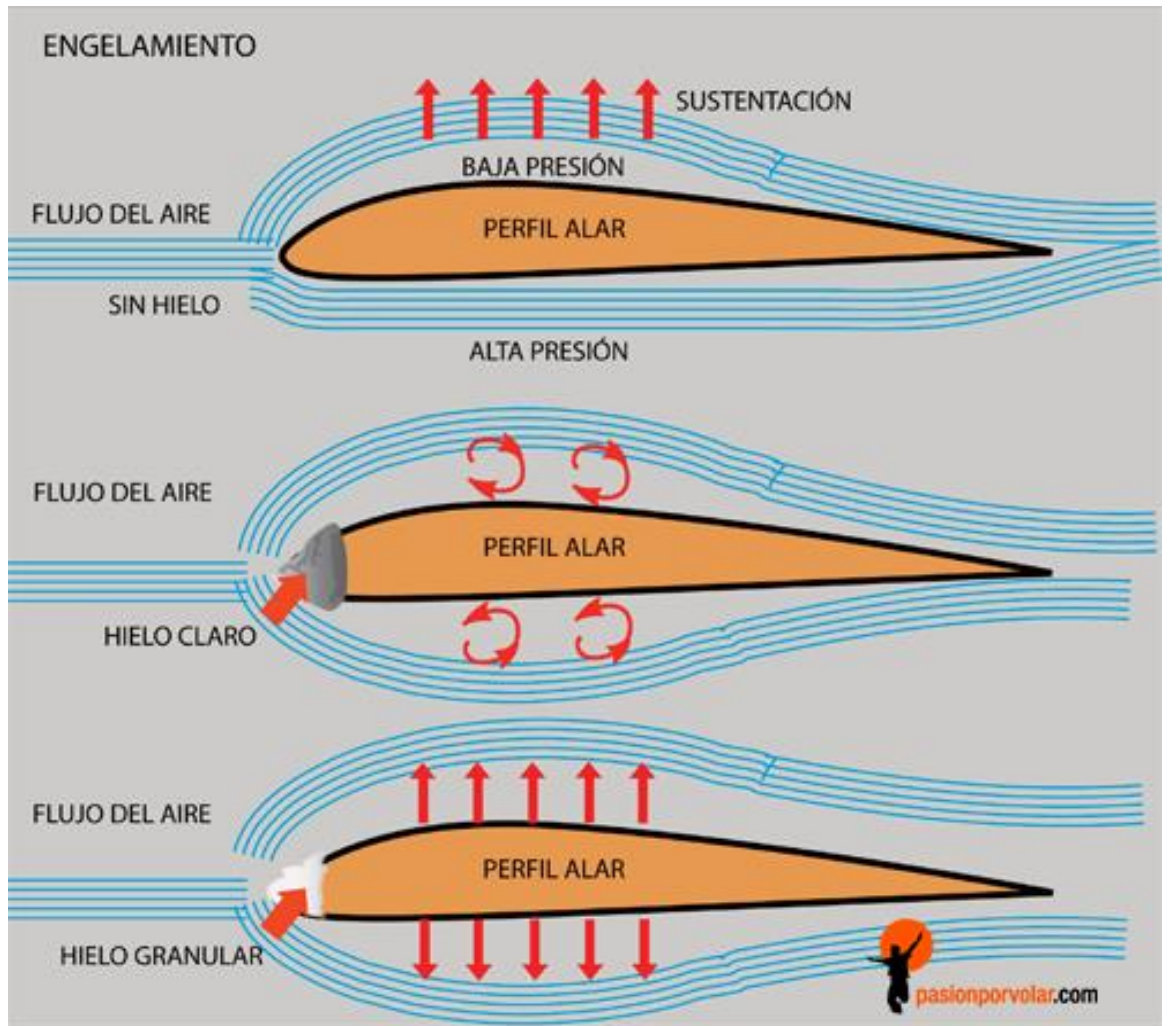


Figura 10: Representación del perfil alar afectado por engelamiento. Realizado por pasión por volar.

Como se puede apreciar en la figura, el engelamiento en el perfil alar de un UAV provoca problemas en la sustentación. En este caso se pueden identificar dos tipos de engelamiento, el hielo claro y el hielo granular, y cómo cada uno de ellos actúa de diferente manera, uno presenta más peligro que otro por su textura, su rapidez para formarse, y la dificultad para removerlo una vez compacta.

3.1.3 TORMENTA Y GRANIZO

Son un fenómeno local, invariablemente producido por una nube cumulonimbus, que siempre está acompañada por actividad eléctrica. Usualmente da lugar a ráfagas, lluvias intensas y eventualmente, granizos y tornados.

Frecuentemente utilizamos la palabra “convección” para describir ese tipo de tormentas, aunque debemos tener en claro que el término convección se aplica al movimiento de un fluido que resulta en el transporte y la mezcla de las propiedades del fluido. Para ser más precisos debemos considerar que una nube convectiva es aquella que debe su desarrollo vertical y posiblemente su origen a la convección.

Esto afecta a los VANT de forma importante, debido a los movimientos ascendentes y descendentes del flujo de aire que se produce dentro de la nube. De tal magnitud que provoca turbulencia, pérdida de control del equipo, problemas y errores en los instrumentos. No hay que dejar de lado la posibilidad de formación de granizo dentro de la misma, la cual sería de gran importancia ya que al producirse este factor, más los movimientos verticales dentro de la nube, provocaría el deterioro absoluto del UAS.

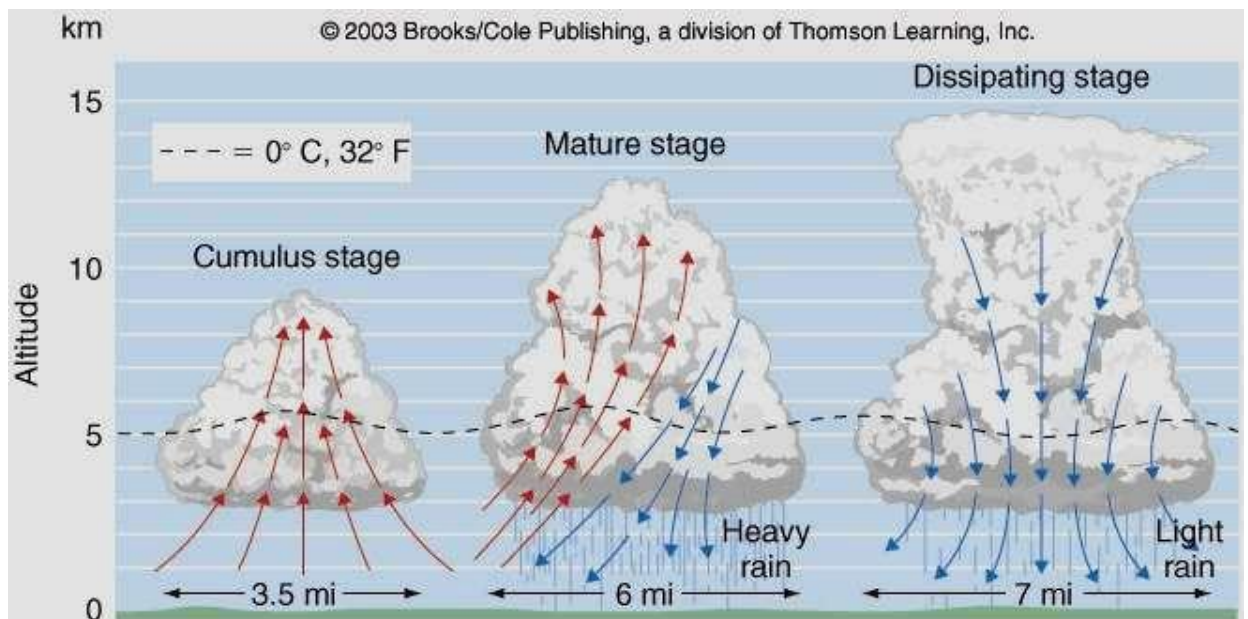


Figura 11: Representación realizada por la división de Thomson Learning sobre movimientos ascendentes y descendentes del viento en un Cúmulus.

Sin embargo, el uso de los UAS en este tipo de fenómenos, nos ayudaría a tener un conocimiento más amplio y detallado sobre el tipo de tormenta. Esto se podría llevar a cabo utilizando un VANT con la configuración necesaria, que atraviese la nube y realice un sondeo, y permita de esta forma, obtener información de las características de la tormenta para poder tener un seguimiento más detallado, un diagnóstico más amplio y realizar un pronóstico con más fundamentos.

3.1.4 CENIZA VOLCÁNICA

Las cenizas volcánicas están compuestas de partículas vítreas duras y afiladas y rocas pulverizadas. Son muy abrasivas y, están compuestas de materiales silíceos. La nube de cenizas volcánicas puede estar acompañada de soluciones gaseosas de dióxido de azufre (que, al combinarse con agua, forman ácido sulfúrico), cloro (que, al combinarse con agua, forma ácido clorhídrico) y otras sustancias químicas que son corrosivas para la célula de la aeronave y peligrosas para la salud. Por lo tanto, las cenizas volcánicas en la atmósfera pueden representar un peligro grave para las UAS en vuelo. Así, los VANT deberían evitar encuentros con cenizas volcánicas.

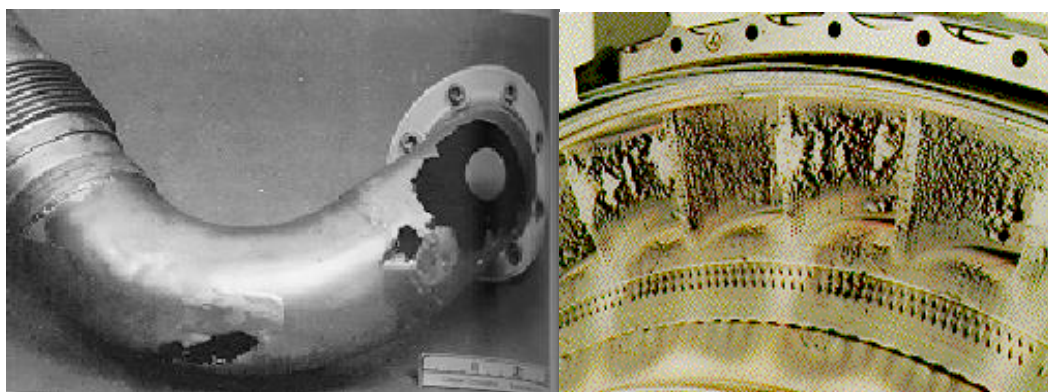
Los indicadores de que un VANT se encuentra con una nube de cenizas volcánicas se relacionan fundamentalmente con lo siguiente

- Modificación de las condiciones del motor. Pueden producirse aumentos de tensión, incendios en el escape y extinciones de llama. Es posible que cambien inesperadamente las temperaturas de los motores y aparezca un resplandor blanco en la admisión de los motores.
- Calima. La mayoría de las tripulaciones de vuelo, tripulaciones de cabina y pasajeros ven formarse calima dentro del puesto de pilotaje y/o la cabina de la aeronave. Es posible que se deposite polvo en las superficies.
- Descargas estáticas. Pueden verse chispas azules que parecen elevarse, puede aparecer un resplandor blanco en los bordes de ataque de las alas o en los motores.
- Velocidad aerodinámica. Si la ceniza volcánica obstruye el tubo de Pitot, la velocidad aerodinámica indicada puede disminuir o fluctuar de forma irregular.

Los peligros que se producirían en vuelo serían:

- 1- Erosión de los componentes externos de la aeronave
- 2- Reducción de la eficiencia del enfriamiento electrónico y, dado que las cenizas volcánicas absorben el agua fácilmente, posibles cortocircuitos que causan una amplia variedad de fallas en los sistemas de las aeronaves y/o comportamientos anómalos;
- 3- Oscurecimiento de la cámara, imposibilitando al piloto la visión y manejo del VANT.
- 4- La obstrucción de los sensores de Pitot y estáticos, con lo que se obtienen indicaciones de velocidad aerodinámica poco fiables y advertencias erróneas; depósitos de ceniza volcánica en una pista, que disminuyen el rendimiento de los frenos, especialmente si la ceniza volcánica está húmeda; en casos extremos, esto puede provocar el cierre de la pista.

Sin embargo, el uso de este tipo de aeronave podría ser útil para realizar exploraciones con el fin de evaluar el riesgo de seguridad de las operaciones de vuelo en zonas que, según los pronósticos, se verán afectadas por cenizas volcánicas o en aeródromos contaminados con cenizas volcánicas.



Figuras 12 y 13 que muestran los efectos de la ceniza volcánica, provocando erosión y depósitos vitrificados.

TÍTULO IV

4.1 Escudo Ártico 2015 con Sistemas de Aviones no tripulados

Para tener una idea sobre la aplicación de las UAS en el ámbito meteorológico, podemos tomar como ejemplo las tareas que se realizan periódicamente en el Escudo Ártico.

El Centro de Investigación y Desarrollo de USCG (Guardia Costera de Estados Unidos) y el Programa UAS NOAA evaluaron varios sistemas de a bordo, incluyendo los sistemas de Puma AE no tripulados de aviones (UAS) proporcionados por la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional (NOAA) para aterrizajes de captura de UAS a bordo de los buques y de la Guardia Costera para apoyar a otros sistemas no tripulados operaciones / ejercicios como parte del Ártico Escudo 2015.

La fusión de datos, la distribución y las herramientas de colaboración que incluyeron son: fusión de las imágenes de 2d3, distribución de datos por satélite de Inmarsat y herramientas de colaboración ERMA de la NOAA también serán evaluados.

Escudo Ártico 2015 fue el tercer viaje de la RDC con la NOAA y el Puma AE bordo USCGC Healy. En el año 2014, el Puma AE voló como parte de una demostración de la tecnología en las articulaciones Beaufort y el mar de Chukchi. El Puma AE se utilizó para buscar, detectar y mapear el flujo de hielo desde el aire, realizar estudios marinos, realizar los desechos marinos y derrame de petróleo ejercicios, y evaluar las capacidades de UAS a bordo de Healy. Utilizando su carga estándar configuración, el Puma AE proporciona imágenes en tiempo real de nuevo a la mejora buque conocimiento de la situación del ejercicio. Debido a su éxito ese año, el Puma AE se utilizó de nuevo durante el Ártico Escudo 2015 para otra ISR, MDA, SAR Ártico y el ejercicio de hielo. El Puma AE llevó a cabo con éxito el agua, el hielo, la cubierta y las recuperaciones de captura netas durante Ártico escudo 2013 y 2015.

Lamentablemente, debido a la falta de permisos y la política, el aterrizaje del Puma no se permitió a HEALY usar el sistema de red de captura autónoma. Por lo tanto, se aterrizó con el mazo vuelo manual y de captura neta aterrizajes.



Figura 14. Barco de recuperación de Puma AE durante el Ártico Escudo de 2013.

Como resultado de ello, una de las recomendaciones para futuras operaciones fue desarrollar procedimientos de aterrizaje autónomos para el Puma AE y obtener permisos para continuar reduciendo el personal y los riesgos de seguridad del equipo.

Esta operación recientemente fue probada con éxito a bordo del NOAA UAS R / V Shearwater. El sistema fue un éxito durante 10 capturas autónomas perfectas durante este desarrollo pruebas.



Figura 15. recuperación neta Autónoma de Puma AE en 2015 en NOAA R / V Shearwater.

Otras recomendaciones que se presentaron durante el Ártico Escudo 2014 después de la misión Revisión y 2015 Misión Crítica del concepto para las operaciones futuras de seguir:

- Operaciones debidamente en cuenta
- Más allá de la línea de puntería (5 NM)
- Ampliación del sobre Puma - Vientos de 30 nudos con rachas de hasta 35 nudos
- Criterios Tiempo de expansión - Libre de nubes
- Desarrollo de la carga útil avanzada y pruebas
- El desarrollo de hielo Sistema de Predicción y pruebas
- Desarrollo de sistema Anti- / de deshielo y las pruebas
- Fusión de Datos (2d3), transferencia de datos (INMARSAT) y la Imagen Operativa Común (ERMA)

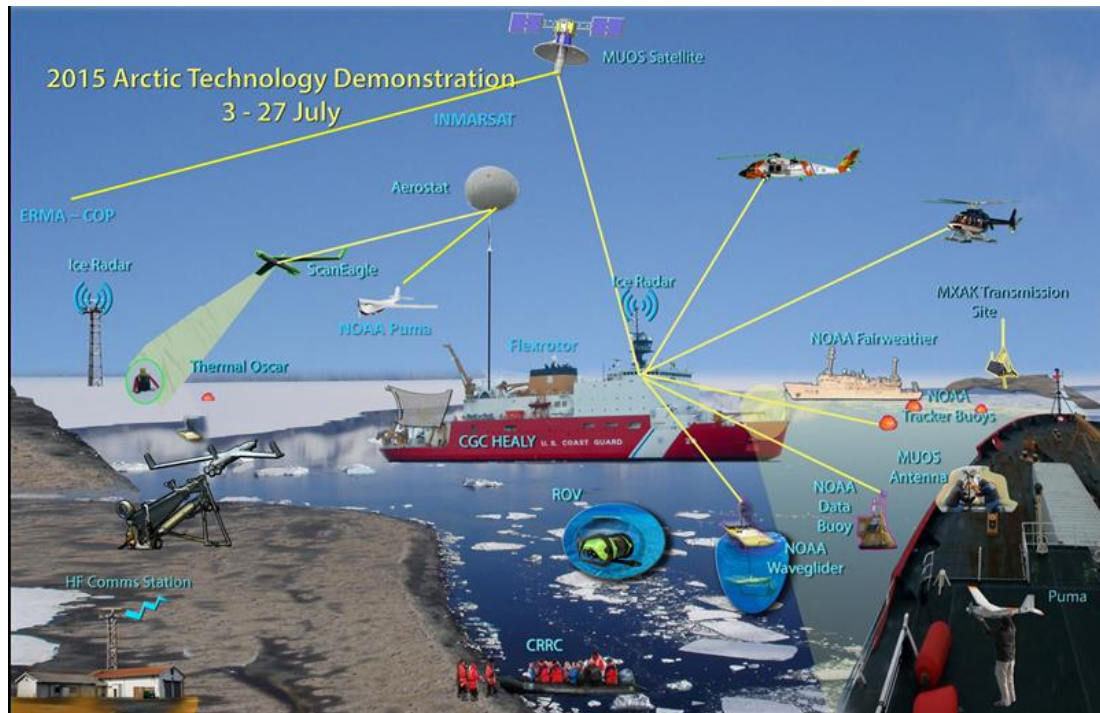


Figura 16. Ártico Escudo 2015 SAREX Concepto de Operaciones.

NOAA / USCG Healy despliegue, objetivos operativos y científicos:

Los objetivos científicos y operativos para los sistemas de a bordo incluyen:

- operaciones de Conducta Puma AE con seguridad de encendido / apagado para romper el hielo placa de Estados Unidos, mientras llevando a cabo en el Ártico en el espacio aéreo internacional, incluyendo incontrolada allá de línea de sitio de operaciones "debidamente en cuenta".
- Demostrar la capacidad de adquirir, controlar y adquirir de nuevo los desechos marinos, aceite y / o personal en dificultades durante un período prolongado de tiempo.
- Conducta de Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento (ISR) y Marítima incluyendo la carga útil avanzada de Puma AE para:
 - o mar de hielo canto de detección / monitoreo
 - o un Mapa de Elevación Digital (DEM) de la cresta de hielo y los alrededores zona
 - o Monitoreo de mamíferos marinos marina y
 - o Utilidad de búsqueda y salvamento (SAR) (respuesta de emergencia) escenarios
 - o Detección y seguimiento de petróleo derramado desde la exploración buque o aceite
 - o Detección y seguimiento de los desechos marinos del buque
 - o Preparación para la investigación futura capa límite de UAS
- Utilizar la Aplicación de Gestión de Respuesta Ambiental (ERMA).

PUMA AE Y EVALUACIÓN DE FUNCIONAMIENTO

Es un pequeño sistema de aviones no tripulados, alimentado por batería. Su misión principal es la recolección de vigilancia e inteligencia con una cámara electro-óptica e infrarroja.

En abril del 2012, el Ejército, la Marina y las Fuerzas Aéreas de los EE.UU. colocaron una orden para la aplicación del RQ-20A. Cada sistema RQ-20A militar tiene tres vehículos aéreos y dos estaciones terrestres. El Puma AE puede operar en condiciones climáticas extremas que incluyen temperaturas de -20 a 120 ° F (-29 a 49 ° C), las velocidades de viento de hasta 25 nudos, y una pulgada de lluvia por horas.

“El 26 de julio de 2013, el Puma se convirtió en uno de los primeros vehículos aéreos no tripulados que se concederá la certificación de la Administración Federal de Aviación de volar en el espacio aéreo EE.UU. con fines comerciales. AeroVironment espera una para ser desplegados a Alaska para apoyar a los equipos de respuesta a derrames de petróleo y contar la vida silvestre. El Puma puede lograr con seguridad las misiones de observación en lugares peligrosos del Ártico, lo que es más seguro, más barato y más ecológico que el uso de los aviones tripulados”². La certificación comercial fue el resultado de la certificación militar previa y la apertura ordenada por el Congreso del espacio aéreo sobre la mayor parte de Alaska a pequeños vehículos aéreos no tripulados. También certificó el Boeing Insitu ScanEagle para ser desplegados en Alaska. Sólo tres Pumas individuales fueron certificados con requisitos estrictos: sólo un avión del tipo se permite que el aire en un momento dado, no pueden volar a través de las nubes o condiciones de hielo, y no pueden despegar o aterrizar durante ciertas condiciones de ráfagas de viento.

El Puma AE es un sistema aéreo no tripulado pequeña diseñada por la tierra en el ámbito marítimo operaciones. Capaz de aterrizar en el agua o en tierra, el PUMA AE es duradera con una construcción reforzar fuselaje. Es portátil hombre para facilitar la movilidad y requiere de equipos auxiliares para las operaciones de lanzamiento o de recuperación.



Figura 17. Puma AE.

² Arctic Shield 2015 - Unmanned Aircraft Systems (UAS)- Test Plan and Operational Assessment- Todd Jacobs, NOAA UAS Program Office

Longitud: 5,9 pies
Envergadura: 8,5 pies
Peso: 9.9 lbs
Velocidad: Max - 60 millas por hora; crucero - 15 para los 31 mph
Techo: 12500 ft
Rango: 9 millas
Resistencia: Batería primaria - 4 h; Batería recargable - 3 h
Propulsión: Motor eléctrico de 600 W

La configuración estándar para el PUMA AE es una carga útil gimbaled, de 360° horizontal continua de 10 a -90 grados de inclinación estabiliza electro infrarrojos/ópticos (EO / IR) de la cámara y el iluminador IR. cargas útiles avanzadas serán considerados para este evento que puede incluir una cámara de 24 MP nadir, Lidar / 14 Sistema de MP, y / o una cámara multiespectral.

El equipo de tecnología de USCG / NOAA / NASA / USN UAS hará todo lo posible para notificar y coordinar con las posibles actividades aéreas tripulados y no tripulados que se encuentran en el entorno de la Puma de las operaciones de USCGC Healy el de Beaufort y Chukchi Mares durante el mes de julio. Actualmente, se sabe que la USCG / NOAA y la industria equipos estarán coordinando ScanEagle y Flexrotor operaciones remotas de Oliktok Point, AK para complementar las operaciones a bordo Puma AE en el área de operación.

El Laboratorio Nacional de Mamíferos Marinos (NMML) llevará a cabo concurrente actividades de aviación en el norte de Chukchi y Beaufort Mares para el mes de agosto 2015. NMML llevará a cabo una encuesta conocida como los reconocimientos aéreos de marino del Ártico Mamíferos (Asamm) y será la utilización de dos aviones tripulados encuesta. El USN será volar ScanEagle UAS de Barrow, Alaska, en agosto de 2015 para la vigilancia marítima y el hielo. NOAA coordinará con estos eventos en tiempo real y el intercambio de datos después de la misión.

El siguiente protocolo de comunicación estará en vigor para asegurar la separación adecuada y conocimiento de la situación para los dos equipos.

Para las operaciones basadas en los vasos UAS, el mando de la nave, en consulta con la UAS PIC determinará si el clima, el mar, buques, aeronaves y los factores humanos son tales que las operaciones de UAS de seguridad pueden llevar a cabo de acuerdo con criterios documentados. El piloto al mando (PIC) se encarga de la responsabilidad general de la ejecución segura de la misión. Es responsabilidad del PIC para asegurar que todos los miembros de la tripulación entienden y pueden llevar a cabo todas sus funciones específicas para el vuelo.

Los nano-tubos se han integrado con éxito en Ojo UAS de la NASA Dragón y Puma de AeroVironment, y son utilizados en tierra y en vuelo probado a bordo del Puma AE para mitigar los riesgos de formación de hielo. Estos serán los primeros de pruebas de deshielo para los pequeños UAS.



Figura 18- nano-tubos integrados en borde de ataque de perfil aerodinámico.

- Planificación de Misiones y evaluación operativa:
Los objetivos principales para el equipo de nano-tubos serán los siguientes:
- a) rompehielos de familiarización, Comprobación de ajuste y la colocación de elementos de prueba de tierra
 - b) Observación Polar familiarización Requisito
 - c) las pruebas en tierra nano-tubos en condiciones de hielo know
 - d) las pruebas de vuelo nano-tubos a bordo del Puma AE como un mititgator riesgo de formación de hielo lo que ayudaría a prevenir el problema antes mecionado sobre el englamiento.

4.2 UAV en FAA

El proyecto de desarrollo de UAV que depende de la Dirección de Seguridad Operacional Militar, en conjunto con la Dirección General de Investigación y Desarrollo, junto con el Escuadrón SANT de la ESCUELA DE AVIACION MILITAR, que depende del Departamento Planes de la Dirección General de Educación, y los UAV de la Base Aérea Mar del Plata que dependen del Comando de Adiestramiento y Alistamiento son los que se llevan a cabo la distribución y desarrollo de los sistemas aéreos no tripulados de la Fuerza Aérea Argentina.

La idea de implementar el uso de UAS en la FAA cada vez crece más, pero las tareas que se utilizan actualmente son básicas, como vigilancia, y transporte de marcas para el entrenamiento con sistemas de artillería.

Sin embargo, cada UAV puede ser configurado de diferentes formas, y se puede aprovechar para que realice diferentes funciones a razón de satisfacer demandas en el aérea militar, especialmente las necesidades meteorológicas.

Estos sistemas serían de gran importancia en el ambiente meteorológico, debido a que puede ser utilizados para distintas tareas y en diferentes campos de aplicación. Entre ellos los más importantes serían en la Base Aérea Marambio, ubicada en nuestra península Antártica. Aquí se podría llegar a realizar vuelos, recopilando características de la atmósfera, como así también proveer información para un diagnóstico más amplio y realizar pronósticos a corto plazo tanto en la península como en el pasaje de Drake. Otros campos de aplicación ideales para los UAS serían en las diferentes brigadas aéreas pertenecientes a la Fuerza Aérea para complementar el diagnóstico del tiempo en las distintas operaciones aéreas que se realicen. Como así también brindar apoyo informativo sobre las condiciones del tiempo a la ARA y el EA en sus despliegues operativos terrestres, marítimos o antárticos, utilizando equipo de sistema de predicción de hielo, sistemas de control y vigilancia de territorio.

Entre los parámetros meteorológicos más necesarios que podrían medir los UAV son los de humedad relativa, presión atmosférica, temperatura en distintos niveles de presión. Esto en cierta manera ayudaría a tener una alternativa al sondeo convencional, sin dejar de lado que éste funcionaría como un sistema de medición reutilizable y, con el equipamiento de cámaras, se podrá obtener información sobre el comportamiento de la atmósfera en altura y los fenómenos meteorológicos que no son alcanzados por el ojo del observador meteorológico de la estación.



Figura 19. -Maquetas de UAS clase 2 y 3 de la FAA. Autor Com. My. Hector SOSA

CONCLUSIÓN

La meteorología aeronáutica mundial ha tenido un estado de desarrollo y progreso bastante importante en los últimos años. El desarrollo de Sistemas Aéreos no tripulados ha marcado un notorio antes y después en lo que refiere al arte del uso de nueva tecnología con fines meteorológicos.

En este trabajo de investigación se ha teniendo en cuenta las capacidades con las que cuentan estos sistemas, las amplias configuraciones, sus limitaciones, los diferentes campos y modos de empleo en las operaciones militares, las reglamentaciones establecidas por la OACI, y los proyectos a nivel mundial y nacional; con el fin de facilitar, de manea amplia y concisa, el material de estudio, documentación técnica y doctrina existente a nivel mundial. Efectuando un análisis de las capacidades UAs existentes para motivar y generar el desarrollo en el ámbito aeroespacial militar de nuestro país y satisfacer la demanda de la meteorología militar propia. Proponiendo otras líneas de investigación tendientes al aprovechamiento de las plataformas UAs como herramienta de apoyo a los servicios meteorológicos militares aprovechando las capacidades que posee el personal militar de las fuerzas armadas y explotando lo máximo posible los recursos aeroespaciales para conseguir el día de mañana una mayor autonomía de nuestras FFAA.

BIBLIOGRAFÍA

AeroVironment RQ - 20 Puma-ArchivoPDF- Mayor Fernando Aguilar

Arctic Shield 2015 - Unmanned Aircraft Systems (UAS)- Test Plan and Operational Assessment- Todd Jacobs, NOAA UAS Program Office

http://www.ngi.msstate.edu/noaa_uas_workshop_2014/presentations.html, 20 de Julio de 2016, 14:55 hs.

<https://uas.noaa.gov/director.html>, 19 de Agosto de 2016, 10:30 hs.

<http://www.abc.es/espana/20140514/abci-airbus-reclama-estrategia-europea-201405141633.html>, 15 de julio de 2016, 22:00 hs.

<http://www.cispotting.net/cms/?p=1152>, 2 de Agosto de 2016, 13:40 hs.

<http://www.pasionporvolar.com/englamiento-en-el-avion>, 20 de octubre de 2016, 12:00hs.

La seguridad de vuelo y las cenizas volcánicas - Organización de Aviación Civil Internacional- Primera edición — 2012

Power Point UAV Escuela de Aviación Militar -Año 2015