

## Inteligencia, vigilancia y reconocimiento IR-FLIR en los vehículos aéreos no tripulados de la Inteligencia Militar

*Intelligence, surveillance and reconnaissance IR-FLIR, in the unmanned aerial vehicles of Military Intelligence*

Óscar Leonel Beltrán Bejarano<sup>1\*</sup> y Juan David Alfonso Sandoval<sup>2</sup>

(1) Escuela de Inteligencia y Contrainteligencia - ESICI, Bogotá D.C. – Colombia

✉ oscarbeltranbe@buzonejercito.mil.co

(2) Universidad del Rosario, Bogotá D.C. – Colombia

✉ juand.alfonso@urosario.edu.co

\* Autor a quien se dirige la correspondencia

### Resumen

Este artículo pretende evidenciar la necesidad del Ejército Nacional de Colombia de acceder y hacer uso de herramientas tecnológicas de vanguardia, como pueden ser los sensores IR-FLIR, en su afán de apoyar y complementar el desarrollo de diversas operaciones militares, además del control y la defensa de la seguridad nacional a lo largo del territorio colombiano. Los vehículos aéreos no tripulados (*UAV por su sigla en inglés*) han aportado en gran magnitud a la solución de diversas necesidades que a través del tiempo se han presentado en las tareas de la *Inteligencia Militar* (IMI) y a su vez de la defensa de los intereses nacionales para cualquier Estado. En la actualidad es fácil encontrar sobre el espacio aéreo diversos tipos de “*Drones*”, los cuales realizan misiones humanitarias por organismos estatales, acciones agropecuarias en el campo, como también otras actividades de entretenimiento realizadas por aficionados.

En el Ejército Nacional de Colombia se presenta una situación particular, la utilización de vehículos “UAV” para apoyar el desarrollo de operaciones militares y actividades de inteligencia militar (*Inteligencia, vigilancia y reconocimiento - ISR*) no ha sido tomada en cuenta principalmente en operaciones militares nocturnas por la falta de credibilidad y confianza en la información suministrada por la Inteligencia Militar para el desarrollo de las misiones a nivel táctico, operacional y estratégico. Por tal razón se busca la pertinencia que tendría la adquisición de nuevos sensores para las FF.MM.

**Clasificación JEL:** O33, Q55.

**Palabras clave:** UAV; Vanguardia; Operaciones militares; ISR; IMI; Ejército Nacional; Drones.

## Abstract

This article aims to demonstrate the need for the Colombian National Army to access and make use of cutting-edge technological tools, in its desire to support and complement the development of various military operations, as well as control and defense of national security throughout the Colombian's territory. *Unmanned aerial vehicles* (UAV's) have contributed greatly to the solution of different needs that have arisen over time in *Military Intelligence* (IMI) tasks and, in turn, in the defense of national interests for any state. At present, it is easy to find various types of "Drones" in the airspace, which carry out humanitarian missions by state agencies, agricultural actions in the field and other entertainment activities carried out by amateurs.

In the National Army of Colombia, a particular situation arises, the use of "UAV" vehicles to support the development of military operations and military intelligence activities (*Intelligence, Surveillance and Reconnaissance - ISR*), has not been considered mainly in night military operations due to the lack of credibility and trust in the information provided by military intelligence for the development of the missions at tactical, strategic, and operational levels.

**Keywords:** UAV; Vanguard; Military operations; ISR; IMI; National Army; Drones.

## Introducción

La Primera Guerra Mundial fue un catalizador que impulsó la creación de medios y métodos que aportaron al desenlace del conflicto, buscando formas de ser siempre superior al adversario; es allí donde se presentan los primeros vehículos aéreos no tripulados, buscando la forma de solucionar problemas de la aviación. A medida del tiempo van surgiendo mutaciones en las amenazas internas y externas de los Estados, que incluso ameritan el sobrevuelo de aeronaves no tripuladas con sensores de imágenes, además de contar con sensores IR (*Radiación Infrarroja*) – FLIR (*Forward Looking Infrared Radar*) que faciliten la obtención de información nocturna.

Una de las mayores debilidades que ha tenido el sistema de inteligencia del Ejército Nacional de Colombia es poder detectar, neutralizar y/o atacar a *Grupos Armados Organizados* (GAO) que planean desarrollar actividades delincuenciales dentro del territorio nacional en horas nocturnas; es por esto que la investigación pretende responder a la pregunta problema: ¿Cuál es la pertinencia de los sensores IR - FLIR en los vehículos aéreos no tripulados de la Inteligencia Militar del Ejército Nacional de Colombia?

Así mismo, se identifican qué sensores IR - FLIR pueden llegar a utilizarse en vehículos aéreos no tripulados, permitiendo tener un amplio y profundo conocimiento de estos para su futuro empleo en misiones aéreas, terrestres y marítimas.

*Investigar, Desarrollar e Innovar (I+D+i)* acerca de la *Inteligencia de Imágenes (IMINT)*, proporciona a quien lo hace anticipación tecnológica, la cual, además de evitar sorpresas, genera ventajas estratégicas, operacionales, tácticas y técnicas respecto a amenazas internas o externas al Estado colombiano. La IMINT se convierte entonces en un componente más para que las *Fuerzas Militares de Colombia (FF.MM.)* puedan cumplir con el mandato constitucional, tipificado en el Artículo 217, en el que se determina que las mismas tendrán como objetivo principal la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad del territorio nacional y del orden constitucional (Constitución Política, 1991).

Es por esto que investigar, desarrollar e innovar respecto a las categorías que componen la IMINT proporciona apoyo por parte de la Inteligencia Militar a: *i)* las operaciones terrestres unificadas; *ii)* los ambientes operacionales, *iii)* la acción decisiva; y *iv)* las capacidades del Ejército Nacional. La IMINT, como un medio de recolección de información del proceso de inteligencia, ayuda a resolver problemas reales a las FF.MM. al responder con los *Requerimientos Prioritarios de Inteligencia (RPI)*, “genera planes y políticas, fuerza y poder de combate”. (Manual Fundamental de Referencia del Ejército MFRE 2-0 Inteligencia, 2017).

## Metodología

Para llevar a cabo la realización del presente artículo, se efectuó una revisión bibliográfica y de literatura en artículos que tuvieran descriptores relacionados con “*Sensores IR-FLIR*”. Las diversas consultas se hicieron en bases de datos bibliográficas, como Scopus o Scielo, además de redes académicas, repositorios y websites de organismos o instituciones, tanto nacionales como internacionales, que proporcionaran información relacionada a los sensores IR-FLIR. Al momento de seleccionar los artículos que serían pertinentes para el trabajo de revisión, y con el fin de eliminar errores al momento de la escogencia, se siguieron los siguientes pasos: *a)* identificación de los artículos; *b)* selección de los trabajos pertinentes; *c)* determinación de la calidad de estos mediante análisis bibliométrico; y *d)* clasificación de criterios afines a sensores IR-FLIR, todo esto cumpliendo con el siguiente protocolo:

- Se verificó que los artículos, además de los descriptores en el título, resumen e introducción, tengan articulación con la pregunta de investigación y sensores IR-FLIR.
- Se verificó que el periodo de tiempo del estudio fuera a partir del año 2010. Esta no debe ser la fecha de aceptación, sino la fecha de las bibliografías y realización de dicho artículo consultado.
- Como mínimo los artículos encontrados debían incluir en su contenido algoritmos, como sensores, electrónica, vehículos aéreos no tripulados, radiación infrarroja, forward looking infrared radar, los cuales fueron buscados en bases de datos como Scopus o Scielo.

## Marco Conceptual

El Ejército Nacional de Colombia desarrolla operaciones militares a nivel nacional con el fin de garantizar al Estado su soberanía y orden constitucional, además de proteger sus intereses nacionales, los cuales pueden ser vulnerables en momentos de paz o de conflicto armado interno o externo. Por tal motivo, el Ejército Nacional en ocasiones ha perdido oportunidades de golpear contundentemente a los *Grupos Armados Organizados* (GAO) y *Grupos Delincuenciales Organizados* (GDO), ya que la exactitud y claridad de la información (*inteligencia*) proveniente de la Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento (ISR) se han visto reducidas por no tener las herramientas necesarias para cumplir con sus objetivos. Por tal motivo se evidencia la pertinencia de obtener y hacer uso de sensores como los IR - FLIR en los vehículos aéreos no tripulados de la Inteligencia Militar del Ejército Nacional de Colombia.

## Empleo del UAV

Según la Organización de Aviación Civil Internacional, la importancia de la creación de una normatividad sobre los vehículos aéreos no tripulados es grande, en tanto que les permite seguir unos parámetros preestablecidos y ceñirse a las normas con el fin de garantizar la seguridad operacional en el aire para la aviación civil. En este sentido, hay dos tipos de programas a establecerse; el primero corresponde al Estado, y es el *Programa Estatal de Seguridad Operacional* (SSP); y el segundo es el *Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional* (SMS) (Organización de Aviación Civil Internacional, 2011), los cuales posibilitan la creación de una armonía que permite salvaguardar la seguridad operacional. En este sentido, se pueden demostrar los requisitos para la regulación de estos vehículos:

•TABLA 1• Aproximación a la regulación de los UAV

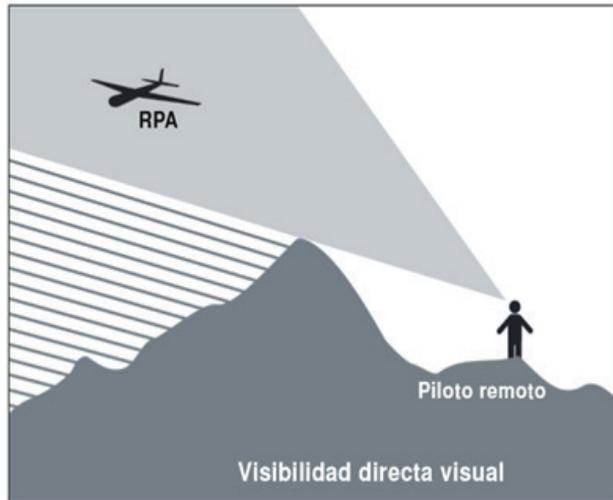
<p style="text-align: center;"><b>Aplicabilidad</b></p>	<p>Se aplica en vehículos que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A) Realicen operaciones aéreas sin tripulación.</li> <li>B) No precisen certificados de navegabilidad por parte de la legislación nacional o extranacional.</li> <li>C) La carga máxima de despegue sea inferior a 150 kg.</li> <li>D) La velocidad máxima sea de 130 km/h (70 nudos).</li> <li>E) La energía cinética en un impacto sea inferior a 95 kJ (considerando el máximo entre impacto a máxima velocidad impacto por caída libre desde 125 m).</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Inspección</b></p>	<p>Se debe permitir la inspección por parte de la autoridad competente y promocionar evidencias satisfactorias de que el vehículo responde a la categoría de UAV ligero.</p>

<b>Operaciones peligrosas</b>	<p>A) No se debe operar un UAV de modo que cree peligro a otras personas o al mismo piloto.</p> <p>B) No se debe permitir la caída de objetos desde el UAV que causan peligro a personas o bienes.</p> <p>C) No se deben realizar maniobras acrobáticas.</p>
<b>Operación diurna</b>	<p>Se deberá operar sólo entre la hora de salida y puesta del sol y siempre que las condiciones climatológicas permitan que el piloto pueda evitar posibles colisiones.</p>
<b>Operación cerca de aeronaves</b>	<p>Se debe mantener la vigilancia, con el objetivo de detectar y poder evitar posibles colisiones con otras aeronaves.</p> <p>No se debe operar el UAV de modo que origine una colisión con otra aeronave.</p> <p>No se debe superar la altura de vuelo de 400 pies (125 m).</p>
<b>Operaciones cerca de personas o propiedades</b>	<p>Durante su uso, el UAV no deberá acercarse a menos de:</p> <p>A) 150 m de zonas habitadas.</p> <p>B) 100 m de personas o bienes que no sean parte de la operación.</p> <p>En el despegue y aterrizaje no podrá haber personas, a excepción del piloto, a menos de 50 m. Se debe fijar una distancia de seguridad para operar en las cercanías de un objeto o instalación que origine una situación de riesgo ante un impacto (depósitos de combustible, por ejemplo). No se debe utilizar un UAV en exhibiciones o demostraciones públicas, salvo si se cuenta con un permiso específico.</p>
<b>Operaciones en áreas determinadas</b>	<p>No se debe operar el UAV en áreas controladas, prohibidas o restringidas (global o temporalmente), salvo permiso del organismo regulador (ATC).</p>
<b>Operación bajo contacto visual</b>	<p>No se debe operar con contacto visual directo entre estación tierra (piloto) y UAV.</p>
<b>Sistemas de emergencia</b>	<p>El UAV debe estar dotado de un sistema de finalización del vuelo ante emergencia (<i>Flight Termination System</i> FTS) que haga terminar el vuelo de manera inmediata cuando se detecte un fallo en el sistema de control o en las comunicaciones con el segmento tierra.</p> <p>Antes de comenzar la operación debe verificar el funcionamiento del sistema.</p>

Fuente: (Barrientos, y otros, 2014)

Adicionalmente, se ha evidenciado el incremento del uso de los vehículos aéreos no tripulados con funciones de vigilancia y supervisión, ya sea de labores netamente privadas, como la inspección de plantas eléctricas u oleoductos; como también públicas, como el monitoreo de las zonas fronterizas, ya sea en tierra o en agua. Un claro ejemplo del aumento de este tipo de vehículos para la vigilancia, especialmente en el ámbito policial, se ilustra a continuación:

•FIGURA 1• Ejemplo del uso civil de UAV



Fuente: : (Organización de Aviación Civil Internacional, 2011)

El uso de las imágenes obtenidas por los vehículos aéreos no tripulados ha sido fundamental para el medio ambiente, en tanto que les permite detectar el cambio en el suelo y el subsuelo de un territorio en específico. En este sentido, *“los vehículos aéreos no tripulados han demostrado facilitar las tareas de monitoreo en terrenos difíciles y de difícil acceso, representan una tecnología asequible para proyectos donde hay limitaciones presupuestarias”* (Ribeiro, 2016), lo cual permite que se puedan maximizar los recursos para obtener información verídica y en *“tiempo real”*, bajo los cuales se pueden tomar las medidas pertinentes.

Las imágenes obtenidas de los UAV han permitido el seguimiento histórico de obras a menor costo, han reducido significativamente el riesgo al que se ve sometido el personal durante inspecciones de campo y tienen la capacidad de proporcionar evidencias fotográficas y datos recientes del lugar de estudio (PITRA-LanammeUCR, 2017). Es posible fusionar estas imágenes con otros métodos para el análisis de la información, generando una visión más clara y real de la situación de estudio, en este caso eran los proyectos viales, lo que se puede ver reflejado en una mejor toma de decisiones con respecto al objeto de estudio. Los estudios relacionados con el medio ambiente se han

proliferado en los últimos años; cada vez es más rentable realizar estudios o aproximaciones a fenómenos de conservación territorial y marítima a través del uso de los vehículos no tripulados y se ha evidenciado que la cartografía tiene grandes beneficios si emplea estos vehículos, ya que le permite a menor costo obtener resultados mejores y más precisos sobre un terreno (Ramírez, Cruz, Laguna, & Reyes, 2013). La utilización de este nuevo método de recolección de información ha facilitado la propagación de la información y la comercialización de estos aparatos también en el ámbito civil para diversos fines.

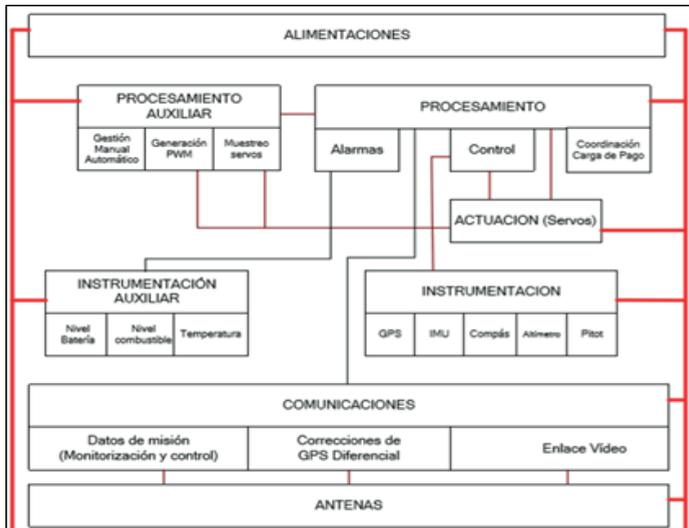
En este sentido, otro ámbito civil en el que se ha incursionado el uso de los drones es el de la construcción en Estados Unidos, a pesar del estado poco concreto por parte de las regulaciones de la Administración Federal de Aviación. Entre la utilización de estos se puede destacar el sondeo y la medición mediante escáner láser, sensores térmicos de imagen infrarrojos y otras tecnologías para capturar datos; así como el control de proyectos, de calidad y el mantenimiento de la inspección de puentes, paredes, botones de excavación y otros lugares de difícil e insegura ubicación (Levin, 2015). Lo anterior ha permitido la progresiva implementación al ser un recurso de menor costo no solo a nivel económico sino en cuanto al riesgo del personal, generando así mayor acogida para la implementación de los mismos en este sector.

En concordancia con la reducción de riesgos se ha evidenciado el uso de los drones, especialmente de aquellas plataformas de sensor que pueden transmitir imágenes aéreas para los lugares de vigilancia de desastres. Para esto, se han utilizado *Can-Satellite*, que pesa menos de 700 gramos y está equipado con una cámara RGB y con una cámara frontal de infrarrojo; también cuenta con sensores adicionales de vuelo e interfaces de redes, las cuales transmiten la información y coordinan el reconocimiento del sobreviviente detectado. Así mismo, tiene una profunda arquitectura en la red neuronal, cuya función es clasificar los objetos humanos en imágenes transmitidas (Kim, Hyun, & Myung, 2017). Así las cosas, se observa el creciente uso de los vehículos aéreos no tripulados para no solo reducir costos sino también para incrementar los niveles de acción, según la situación lo amerite; se pueden tomar acciones más acordes al problema, ya que las imágenes que transmite son en tiempo real.

El uso de los vehículos aéreos no tripulados tuvo sus inicios en el ámbito militar, pero con el pasar de los años ha ido incursionando en el ámbito civil, en el cual se ha desarrollado un conjunto amplio de aplicaciones que buscan dotar estos vehículos de una cámara de video, así como de los medios adecuados para transmitir o capturar la imagen a una estación base. Esta capacidad de adquirir una imagen, ya sea en un espectro visible o infrarrojo, para su posterior procesamiento manual o automático, en línea o en una fase posterior, permite poder abordar tareas de inspección, vigilancia y búsqueda, lo cual se traduce en un interés para diversos campos de acción (Barrientos, y otros, 2014). Un aspecto relevante en cuanto al uso de estos es el monitoreo del sistema de control, el cual le permite establecer el funcionamiento y el seguimiento del desarrollo de la

misión, como se ilustra.

•FIGURA 2• Sistema de control UAV civil



Fuente: : (Barrientos, y otros, 2014)

En cuanto al uso propiamente en el ámbito militar, especialmente de la inteligencia, el mayor Tyler Morton indica que diversos ambientes operacionales muy complejos y diversos se han visto manejados y en ciertas ocasiones mitigados debido al uso de los vehículos aéreos no tripulados. Se han convertido en una nueva fuente de información para la inteligencia, la cual permite tomar acciones de manera más concreta y prácticamente sobre la marcha, lo que se ha traducido en una fuerza mucho más flexible con capacidades de análisis y acción mayor para enfrentar las situaciones derivadas de la información recolectada a través de estos vehículos, con el fin de volver a las misiones tácticas a las que se enfrentan el entorno dinámico actual (Morton, Funciones de Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento en Vuelo con Operadores Humanos, 2011).

### Marco legal del empleo de UAV

#### Marco internacional

A nivel global se ha desarrollado una serie de normas internacionales relacionadas al espacio electromagnético. Ejemplo de lo anterior es la existencia de la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission - IEC), de la cual Colombia es miembro, que tiene como finalidad la publicación de “normas internacionales basadas en el consenso, además de gestionar sistemas de evaluación para productos, sistemas y servicios eléctricos y electrónicos, conocidos colectivamente como electro-tecnología” (International Electrotechnical Commission, s.f.).

En el Reglamento de la Comisión se detallan los derechos y obligaciones de los Estados miembros, además de establecer las funciones de la organización, incluyendo los procedimientos del trabajo técnico de la IEC, es decir, las normas internacionales. Cada una de las publicaciones elaboradas por la IEC es una herramienta para la normalización de estándares nacionales y de “*referencia en la redacción de licitaciones y contratos internacionales*” (International Electrotechnical Commission, s.f.). Diversos asuntos, como la ciberseguridad y la energía renovable son objeto de estudio de la Comisión, y por lo tanto existe una oferta académica online en relación con estos y otros temas.

## Marco Nacional

El espectro electromagnético es un bien de todas las personas, que no se les puede quitar y que puede ser supervisado por el Estado. Así mismo, se debe garantizar que para toda la población sean las mismas oportunidades y beneficios de este (Constitución Política, 1991).

El Decreto 2194 de 2017 establece que el espectro electromagnético está sujeto a la gestión y control del Estado; su administración corresponde al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones (Presidencia de la República, 2017, pág. 01).

En el Artículo 217 se afirma que el Estado contará para la defensa de la soberanía nacional con las Fuerzas Militares, conformadas por el Ejército Nacional, la Armada Nacional y la Fuerza Aérea, ya que son quienes deben proveer la independencia nacional, la integridad del territorio y del orden constitucional.

Ley 182 de 1995, que reglamenta el uso del espectro electromagnético en relación con los servicios de televisión en Colombia (Congreso de la República, 1995).

Ley de Inteligencia y Contrainteligencia 1621, la cual contempla el monitoreo del espectro electromagnético e interceptaciones de comunicaciones privadas.

La Corte Constitucional ha manifestado, específicamente en la Sentencia T44 de 1992, que los servicios de inteligencia y contrainteligencia del Estado tienen la potestad de realizar la recolección de información personal de los ciudadanos, “*por medio de herramientas técnicas y tecnológicas para investigar aquellas personas que presuntamente atacan contra el orden político y jurídico del País, pero recalca que dichas acciones deben realizarse en virtud del respeto por los derechos a la intimidad, el buen nombre y la honra*” (Guzmán, 2015).

El Ejército Nacional, por intermedio de la Doctrina Militar, logró establecer su misión con la seguridad y protección del espectro electromagnético. “*Consiste en emplear varias acciones para crear efectos específicos en el ciberespacio y el espectro electro-*

*magnético, las cuales contemplan actividades de planeamiento, integración y sincronización de las operaciones del ciberespacio y el espectro electromagnético en apoyo de las operaciones militares”* (Manual Fundamental del Ejército MFE 2-0 Inteligencia, 2017). Por lo anterior, los miembros del Ejército Nacional que desarrollan actividades de inteligencia militar quedan amparados para llevar a cabo el planeamiento y dirección, recolección de información, procesamiento y la difusión de la información (*inteligencia*).

Manual Fundamental de Referencia del Ejército 2-0, establece las disciplinas de la IMI, donde se encuentra la inteligencia, vigilancia y reconocimiento ISR (Manual Fundamental de Referencia del Ejército MFRE 2-0 Inteligencia, 2017). Son las acciones que se adaptan al planeamiento, empleo de sensores, medios de recolección de información y el procesamiento en apoyo directo a las operaciones actuales y futuras.

## Conceptualización teórica

### Guerra electrónica

La guerra electrónica (EW) es una actividad militar que involucra el uso de energía electromagnética, dirigida para vigilar el espectro electromagnético o para atacar al enemigo (MFRE 3-0). Tiene como propósito dificultar al adversario una ventaja sobre el espectro electromagnético (EEM) y así mismo garantizar el acceso al mismo por parte de las propias tropas. Esta disciplina puede llevarse a cabo desde aire, tierra, mar o espacio (a través de vehículos tripulados o no tripulados) y puede afectar personas, comunicaciones, radares y otros recursos. (Manual Fundamental de Referencia del Ejército MFRE 2-0 Inteligencia, 2017). La EW consta de tres componentes:

Ataque electrónico.

Protección electrónica.

Soporte electrónico.

Dentro de la operación de soporte electrónico se encuentra inmersa la técnica y procedimiento de SIGINT. (ELINT – COMINT)

### Inteligencia de imágenes

Las imágenes son representaciones o semejanzas de cualquier característica natural o artificial y/o cualquier objeto relacionado con una actividad en el terreno, y su información posicional al momento que fue adquirida. Esta incluye los productos de reconocimiento desarrollados por agencias espaciales, imágenes y representaciones producidas por satélites, plataformas aéreas, sistemas aéreos no tripulados o cualquier otro medio similar.

Por lo tanto, la inteligencia de imágenes (IMINT), información técnica, geográfica y de inteligencia derivada de la interpretación o el análisis de imágenes y materiales afines, consiste en el planeamiento, la recolección, el procesamiento y el análisis o la interpretación de imágenes obtenidas por medios terrestres o aéreos tripulados o no tripulados (incluidos los aerostatos) y satelitales que utilizan como técnica la tecnología: fotográfica, infrarroja, térmica y electroóptica. (Manual Fundamental de Referencia del Ejército MFRE 2-0 Inteligencia, 2017).

## Inteligencia, vigilancia y reconocimiento (IRS)

Según Morton (2011), en la guerra librada por Estados Unidos frente Afganistán los soldados americanos se apoyaron del ISR, logrando ubicar y detectar amenazas latentes en contra de las tropas en tierra, permitiéndoles tener información en tiempo casi real; por tal motivo, es ahora un proveedor de inteligencia de nivel táctico, operacional y estratégico, siempre y cuando lo sepan utilizar. La implementación de ISR pudo prevenir grandes sorpresas del enemigo y evitó derramamiento de sangre en los campos de batalla.

## Exploración UAV IR-FLIR

La aviación no tripulada trae sus orígenes de la aviación tripulada, la cual se ha generado desde el momento en que esta última dio sus primeros pasos para mejorar los diseños tripulados a pequeña escala; existen compañías como *Cayley*, *Ninomiya*, *Du Temple* y *Langley*, que fueron las primeras en adelantar esta actividad. Sin embargo, no se conocen como los innovadores de estos vehículos. Los UAV tienen su inmersión en el ámbito laboral en el año 1917, cuando se daba inicio a la gran guerra del siglo XIX, en la que se dieron grandes oportunidades de mostrar al mundo cómo servirían de manera remota los UAV en operaciones militares y en actividades civiles.

Por ende, los vehículos no tripulados a través del tiempo han recibido diferente denominación por países y personas; así, se hace necesario dar a conocer algunas de ellas. Al consultar al Departamento de Defensa de EE.UU., por el término aeronave no tripulada se encuentra la siguiente definición: “una aeronave que no transporta a un operador humano y que es capaz de volar con o sin control remoto humano”, y se define sistema aéreo no tripulado, de la siguiente manera: “aquel sistema cuyos componentes incluyen el equipo, las comunicaciones y el personal necesarios para controlar una aeronave no tripulada, también denominado UAS” (del inglés *Unmanned Aircraft System*). (Rejado, Hernandez, Carmona, López, & Cervera, 2016).

Por otro lado, el Ministerio de Defensa del Reino Unido define aeronave no tripulada como “una aeronave que no transporta a un operador humano, que se opera por control remoto mediante niveles de funcionamiento automático variables, que normalmente es recuperable y que puede transportar cargas tanto letales como no letales” (Rejado, Hernandez, Carmona, López, & Cervera, 2016). A nivel internacional estas

aeronaves también han venido recibiendo una serie de controles y normas que estandaricen y limiten sus funciones, entre ellas tenemos: la Organización Internacional de Aviación Civil (*OACI, en inglés ICAO: International Civil Aviation Organization*) y la Agencia Europea de Seguridad Aérea, EASA, por su acrónimo en inglés (*European Aviation Safety Agency*).

### Dispositivos FLIR – UAV

En el siguiente apartado se identifican algunos tipos diferentes de dispositivos FLIR-UAV, los cuales son las mejores opciones a la hora de adquirir tecnología de vanguardia específica para cumplir con los objetivos de la Inteligencia Militar y del Ejército Nacional de Colombia.

•**TABLA 2**• Característica y funciones de los dispositivos FLIR – UAV

Dispositivos FLIR UAV	Característica central	Función central
<b>FLIR DEFENDIR</b>	Multisensor de medio alcance.	Generador de imágenes térmicas con capacidad de trabajo apto para operaciones nocturnas y difíciles condiciones ambientales.
<b>FLIR ENFORCIR</b>	Multisensor con foco y posicionamiento de medio alcance.	Generador de imágenes térmicas de óxido de vanadio (VOx), con un foco para detectar, disuadir y desorientar temporalmente a los intrusos.
<b>FLIR RANGER HDC</b>	Multisensor con foco HD y posicionamiento de medio alcance.	Generador de imágenes térmicas en HD real con un detector refrigerado de 1280 x 720.
<b>FLIR RANGER MS-LRTI</b>	Multisensor portátil con foco y posicionamiento horizontal y vertical de largo alcance.	Sistema de disuasión equipado con una cámara CCD diurna o con poca luz y un generador de imágenes térmicas con antimonio de indio, además de un zoom óptico térmico continuo.
<b>RANGER HDC MS</b>	Multisensor portátil con foco HD y posicionamiento horizontal y vertical de medio alcance.	Generador de imágenes con onda media de alta definición, con diversos sensores diurnos de gran capacidad.

Dispositivos FLIR UAV	Característica central	Función central
<b>RANGER HRC FLIR</b>	Generador de imágenes térmicas portátil de largo alcance.	Sistema de termografía de onda media y alta resolución con visor de alcance láser y una brújula magnética digital.
<b>FLIR RECON B2-FO</b>	Binocular térmico diurno y nocturno de doble canal.	Dispositivo Táctico que Combina geolocalización de objetivos e imágenes de extendido alcance en un paquete ligero con imágenes visibles a máxima distancia.
<b>FLIR RECON B9</b>	Bilocular térmico.	Dispositivo Táctico que incorpora un sensor de infrarrojos de onda larga y una cámara EO a color con zoom digital continuo de 4x.
<b>FLIR RECON M18</b>	Visor táctico.	Incluye un generador de imágenes estándar de 640 x 480, salida de video remota y puntero láser.
<b>FLIR RECON V</b>	Binocular térmico.	Multisensor para operaciones que requieren un rendimiento a grandes distancias. Con EO, visor de alcance y puntero láser.

*Fuente:* Elaboración propia.

Con el fin de explicar más a fondo las características y especificaciones de los diferentes tipos de dispositivos FLIR – UAV que le pueden brindar a la inteligencia militar un avance tecnológico y una capacidad aún mayor para cumplir con las diversas operaciones militares, se plantea el siguiente listado:

## **FLIR DefendIR**

### *Multisensor con posicionamiento horizontal y vertical de medio alcance*

El Ranger® MS-UC DefendIR de FLIR es un generador de imágenes térmicas de medio alcance, líder del sector, capaz de ver en la más absoluta oscuridad y en multitud de condiciones ambientales, entre ellas humos, lluvia, nieve, polvo y niebla densa. El Ranger DefendIR está idealmente diseñado para mantener la seguridad perimetral y vigilancia marítima, tanto de día como de noche, así como para su uso en aplicaciones gubernamentales de defensa y seguridad. Su resistente carcasa está sellada y aislada del exterior, siguiendo las especificaciones NEMA4X e IP66, lo que le permite soportar las condiciones climatológicas y térmicas más desfavorables. (FLIR Systems, 2019).

•FIGURA 3• Flir DefendIR



Fuente: : (FLIR Systems, 2019)

**Flir EnforcIR**

*Multisensor con foco y posicionamiento horizontal y vertical de medio alcance*

El Ranger MS-UC EnforcIR™ es un sistema de disuasión único que aumenta las increíbles funciones y capacidades del DefendIR™. Junto con una cámara CCD diurna o con poca luz y un generador de imágenes térmicas de óxido de vanadio (VOx) no refrigerado, el Ranger MS-UC EnforcIR cuenta también con un potente foco para detectar, disuadir y desorientar temporalmente a los intrusos. De hecho, su foco de 12 millones de candelas puede iluminar a cualquier intruso en un radio de algo más de 1,6 km, por lo que es ideal para la seguridad perimetral, la vigilancia fronteriza, el control de aglomeraciones y las operaciones de disuasión y búsqueda y rescate. (FLIR Systems, 2019).

•FIGURA 4• Flir EnforcIR



Fuente: : (FLIR Systems, 2019)

**Flir Ranger HDC.**

*Multisensor portátil con foco HD y posicionamiento horizontal y vertical de medio alcance*

El Ranger® HDC es un generador de imágenes térmicas en HD real con un detector refrigerado de 1280 x 720. Dotado con el motor de procesamiento de imágenes de FLIR. El Ranger HDC ofrece un excepcional rendimiento termográfico de largo alcance y un zoom óptico continuo de 22x para mantener la conciencia situacional, a fin de conseguir una detección y evaluación de objetivos efectivas (FLIR Systems, 2019).

•FIGURA 5• Flir Ranger HDC



Fuente: : (FLIR Systems, 2019)

### Flir Ranger MS-LRTI.

#### *Multisensor portátil con foco y posicionamiento horizontal y vertical de largo alcance*

El Ranger MS-LRTI™ es un sistema de disuasión que aumenta las increíbles funciones y capacidades del Ranger MS-UC DefendIR™. Equipado con una cámara CCD diurna o con poca luz y un generador de imágenes térmicas con antimonio de indio (InSb) refrigerado, el Ranger MS-LRTI cuenta también con un potente foco para detectar, disuadir y desorientar temporalmente a los intrusos. Su foco de 12 millones de candelas puede iluminar a cualquier intruso en un radio de algo más de 1,6 km (1 milla). Con un zoom óptico térmico continuo, el Ranger MS-LRTI cumple los requisitos de cualquier misión, desde una de vigilancia de zonas amplias hasta una de identificación de amenazas de largo alcance. (FLIR Systems, 2019).

•FIGURA 6• Flir Ranger MS-LRTI



Fuente: : (FLIR Systems, 2019)

## Ranger HDC MS.

El sistema multisensor del Ranger HDC integra el Ranger HDC de largo alcance y onda media de alta definición con diversos sensores diurnos de gran capacidad y, opcionalmente, un telémetro láser, GPS, una brújula magnética digital y un sistema de seguimiento de video automático. Para satisfacer las necesidades más exigentes, hay disponible una gran variedad de funciones y opciones avanzadas. Todos los sensores de las unidades Multisensor Ranger HDC se montan sobre una precisa unidad de posicionamiento horizontal y vertical (FLIR Systems, 2019).

•FIGURA 7• Ranger HDC MS



Fuente: : (FLIR Systems, 2019)

## Ranger HRC Flir.

### *Generador de imágenes térmicas portátil de largo alcance*

El Ranger HRC es un sistema de termografía de onda media y alta resolución, diseñado a partir de una matriz de 640 x 512 de gran formato y una selección de potentes telescopios de zoom continuo. Disponible en una robusta carcasa independiente, el sistema puede también integrar una cámara de TV CCD opcional con gran capacidad de ampliación, un visor de alcance láser, y una brújula magnética digital. (FLIR Systems, 2019).

•FIGURA 8• Ranger HRC Flir



Fuente: : (FLIR Systems, 2019)

## Dispositivos IR- FLIR Tácticos

El Ejército Nacional de Colombia realiza operaciones militares dentro del territorio nacional, de acuerdo con lo estipulado en la Constitución Política de 1991, Artículo 217. [...] “*Las Fuerzas Militares tendrán como finalidad primordial la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad del territorio nacional y del orden constitucional*” (Constitución Política, 1991). Por ende, es responsabilidad del Ejército Nacional utilizar medios, métodos y herramientas que permitan garantizar al pueblo colombiano la soberanía del territorio, es decir, que las Fuerzas Militares deben tener los recursos y medios necesarios para cumplir con la misión.

En algunas ocasiones se han perdido oportunidades de contrarrestar los ataques de Grupos Armados Organizados por no contar con herramientas que faciliten a las tropas en tierra detectar y neutralizar movimientos o concentraciones. Otra situación que permite reflejar la necesidad de sensores IR – FLIR en los vehículos aéreos no tripulados es poder garantizar a las tropas en tierra la concentración o movimiento de personas sobre un área específica, donde se tiene información oportuna, pero no verás, dando mayor confianza, credibilidad y exactitud a los hombres que lideran la operación militar.

En las bases de patrulla fija es fundamental tener vehículos aéreos no tripulados con sensores IR – FLIR que les permitan detectar acercamiento de personas no registradas o autorizadas dentro del perímetro asegurado por la unidad militar. En las unidades tácticas también es de gran utilidad la incorporación de un soldado operador de un vehículo aéreo no tripulado con sensor IR – FLIR, ya que va a facilitar al comandante obtener un reconocimiento del área donde se encuentran; asimismo le va a permitir tomar mejores decisiones en el momento de enviar o realizar desplazamientos. Por otro lado, y de mayor importancia, le va a garantizar al comandante la vida de sus hombres, por dos aspectos. Primero, no los va a exponer sobre terrenos que puedan ser emboscados por el enemigo y, segundo, evitará a sus hombres caer en campos minados.

Así mismo, va a fortalecer el planeamiento de operaciones militares a nivel táctico y operacional, confirmando o descartando la presencia de enemigo sobre las áreas nombradas de interés. Es por ello que se hace necesaria la implementación de sensores IR – FLIR en los vehículos aéreos no tripulados. Por otra parte, la implementación de IR – FLIR en los vehículos aéreos no tripulados va a permitir a las unidades tácticas operacionales identificar y neutralizar el movimiento de carbohidratos utilizados para la producción de *Pasta Base de Coca* (PBC). Sin embargo, se podría contar con sensores IR – FLIR monocular dentro de las patrullas de nivel táctico, que también ayudarían a resolver la incertidumbre operacional.

A continuación se presentan algunos dispositivos que pueden llegar a ser utilizados por el Ejército Nacional de Colombia para dar mayor credibilidad y exactitud a las opera-

ciones.

## Flir Recon B2-FO

### *Binocular térmico diurno y nocturno de doble canal*

El binocular con multisensor FLIR Recon® B2-FO combina geolocalización de objetivos e imágenes de extendido alcance en un paquete ligero con imágenes visibles, térmicas limpias y claras para la tipificación de objetivos a máxima distancia (FLIR Systems, 2019).

•FIGURA 9• Flir Recon B2-FO



Fuente: : (FLIR Systems, 2019)

## Flir Recon B9

### *Bilocular térmico con sensores térmicos y EO*

El Recon® B9 suministra un alcance y una imagen extraordinaria en un paquete ligero y ergonómico que incorpora un sensor de infrarrojos de onda larga y una cámara EO a color con zoom digital continuo de 4x. (FLIR Systems, 2019)

•FIGURA 10• Flir Recon B9



Fuente: : (FLIR Systems, 2019)

## Flir Recon M18

El Recon® M18 es un visor táctico, útil para operaciones militares; es de alto rendimiento y con muchas funciones. Incluye un generador de imágenes estándar de 640 x 480, salida de video remota y puntero láser. (FLIR Systems, 2019)

•FIGURA 11• Flir Recon M18



Fuente: : (FLIR Systems, 2019)

## Flir Recon V

*Binocular térmico con EO, visor de alcance y puntero láser*

El Recon® V es un binocular térmico multisensor diseñado para operaciones que requieren imágenes mejoradas y un rendimiento a grandes distancias (FLIR Systems, 2019).

•FIGURA 12• Flir Recon V



Fuente: : (FLIR Systems, 2019)

## Conclusiones

El acceso a tecnologías del tipo **ISR (Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento)**, de manera directa y local, es indispensable para el cumplimiento del deber de las FF.MM, puesto que la adquisición y el uso de estos dispositivos mejorarían los resultados de las diferentes operaciones militares, además de facilitar las tareas en lugares con difícil acceso a lo largo del territorio nacional. Con la promoción de nuevas herramientas como los IR-FLIR y UAV's se suplirían las necesidades en inteligencia, particularmente para la vigilancia fronteriza y en el combate, reduciendo la fuerza de las diversas formas de crimen transnacional y los diversos enemigos que atenten contra la población y el país mismo. La implementación de estos sensores en los vehículos aéreos no tripulados del Ejército Nacional ahorraría horas de vuelo en *Sistemas de Inteligencia Aero tácticos no Tripulados* (SIANT), además del desgaste de tripulaciones, lo cual permitiría un mejor desempeño en la labor de las FF.MM.

Con la adquisición de estos dispositivos, la Inteligencia Militar tendría mayor exactitud en la obtención de información, siendo aún más oportuna para el buen desarrollo de operaciones militares a futuro. La implementación y aplicación de sensores IR-FLIR en los UAV en la Inteligencia Militar del Ejército Nacional de Colombia permitiría dar un impulso y un mejor desarrollo a las actividades de inteligencia militar, las cuales, por ejemplo, realiza el *Batallón de Inteligencia de Guerra Electrónica de Alta Movilidad* (BIGAM), con un incremento en el progreso de misiones operacionales en pro del esfuerzo de búsqueda y recolección de información. Este avance tecnológico permitiría al BIGAM entregar información con veracidad y exactitud de máxima credibilidad, dando como resultado una mayor confianza al momento de tomar decisiones, como por ejemplo, enviar una operación militar contra un actor que cause o esté inmerso en los factores de inestabilidad del Estado, como lo pueden ser *Grupos Armados organizados Residuales* (GAOR), *Grupos Armados Organizados* (GAO), *Grupos Delincuenciales Organizados* (GDO), entre otros.

Es necesaria una actualización en cuanto a los medios que se utilizan tanto en la Inteligencia Militar, como en las FF.MM, puesto que para mejorar su desempeño y así mismo los objetivos durante las diversas operaciones militares es indispensable hacer uso de nuevos métodos y herramientas que se adapten a cualquier condición a la que se enfrente el Ejército Nacional en el cumplimiento del deber. Las unidades tácticas tendrían la oportunidad de contar con dispositivos electrónicos sofisticados con capacidad de detectar amenazas hacia las patrullas móviles.

La utilización de sensores FLIR en los SIANT permite que la Inteligencia Militar del Ejército Nacional en áreas poco pobladas tenga mayor exactitud y claridad en el proceso de inteligencia. El operador de un UAV tendría una mayor facilidad de dar recomendaciones con una mayor información al comandante. Teniendo estas nuevas herramientas no solo se prevenirían amenazas que puedan atentar a su integridad física, sino también

para la realización de movimientos tácticos nocturnos de mayor precisión; de igual manera, la implementación de UAV IR-FLIR en las patrullas móviles, semimóviles y fijas van a dar mayor confianza y credibilidad en el momento de planear, conducir y dirigir operaciones militares en contra de grupos armados o delincuencia común, estableciendo el cómo, el dónde y el cuándo estas organizaciones realizan sus actividades ilícitas.

## Referencias

- Barrientos, A., Cerro, J. d., Gutiérrez, P., Martín, R. S., Martínez, A., & Rossi, C. (2014). Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de file:///C:/Users/ESTE FANIA/Downloads/ABarrientos-CEDI2007.pdf
- Centro de Doctrina del Ejército Nacional de Colombia. (2017). Manual Fundamental del Ejército MFE 2-0 Inteligencia. Bogotá, D.C.
- Colombia, C. d. (2017). Manual Fundamental de Referencia del Ejército MFRE 2 - 0 Inteligencia. Bogotá, D. C.
- Congreso de la República. (20 de enero de 1995). mintic.gov.co. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de [https://mintic.gov.co/portal/604/articles-3665\\_documento.pdf](https://mintic.gov.co/portal/604/articles-3665_documento.pdf)
- Congreso de la República. (17 de abril de 2013). Ley estatutaria 1621. Recuperado el 15 de febrero de 2019, de <http://www.dni.gov.co>: <http://www.dni.gov.co/wp-content/uploads/2018/10/Ley-1621-del-17-de-Abril-de-2013.-Ley-de-Inteligencia-y-ContraInteligencia.pdf>
- Congreso de la República. (17 de abril de 2013). [wsp.presidencia.gov.co](http://wsp.presidencia.gov.co). Recuperado el 22 de marzo de 2019, de <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/2013/LEY%201621%20DEL%2017%20DE%20ABRIL%20DE%202013.pdf>
- Constitución Política (1991). Constitución Política . Obtenido de Art. 75: [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion\\_politica\\_1991\\_pr002.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991_pr002.html)
- Ejército Nacional de Colombia. (2017). Manual Fundamental de Referencia del Ejército MFRE 2-0 Inteligencia. Bogotá, D. C., Cundinamarca, Colombia.
- FLIR Systems, I. (2019). [www.flir.com](http://www.flir.com). Recuperado el 20 de marzo de 2019, de <https://www.flir.com.mx/browse/government--defense/?application=1073742134>

- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (24 de marzo de 2011). [www.fenercom.com](http://www.fenercom.com). Recuperado el xxx de 2019, de Guía de la Termografía infrarroja: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-de-la-Termografia-Infrarroja-fenercom-2011.pdf>
- Guías de apoyo. (2007). [www.guiasdeapoyo.net](http://www.guiasdeapoyo.net). Recuperado el 24 de marzo de 2019, de [http://www.guiasdeapoyo.net/guias/cuart\\_fis\\_c/Espectro%20electromagnetico.pdf](http://www.guiasdeapoyo.net/guias/cuart_fis_c/Espectro%20electromagnetico.pdf)
- Guzmán, G. E. (2015). [repository.unimilitar.edu.co](https://repository.unimilitar.edu.co). Recuperado el 10 de marzo de 2019, de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/14153/GUZMAN%20MOSOS%20GERMAN%20ENRIQUE,%202015..pdf;jsessionid=DA21094E70DCEFF344C0181A842B3585?sequence=3>
- International Electrotechnical Commission. (s.f.). International Electrotechnical Commission. Recuperado el 5 de marzo de 2019, de International Electrotechnical Commission: <https://www.iec.ch/about/activities/?ref=menu>
- Kim, K., Hyun, J., & Myung, H. (2017). Development of aerial image transmitting sensor platform for disaster site surveillance. International Conferen on Control, Automation and System, 794-796. <https://doi.org/10.23919/ICCAS.2017.8204334>
- Knave, B. (2002). [www.insht.es](http://www.insht.es). Recuperado el 24 de marzo de 2019, de Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/49.pdf>
- Levin, P. (2015). Drones for Project Controls and Other Uses on Construction Projects. AACE Interational Transactions, 1-25.
- Morton, T. (2011). Funciones de Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento en Vuelo con Operadores Humanos. *Air & Space Power Journal*, 21- 31.
- Morton, T. (2011). [www.au.af.mil](http://www.au.af.mil). Recuperado el 21 de marzo de 2019, de [http://www.au.af.mil/au/afri/aspj/apjinternational/apj-s/2013/2013-3/2013-3\\_03\\_morton\\_s.pdf](http://www.au.af.mil/au/afri/aspj/apjinternational/apj-s/2013/2013-3/2013-3_03_morton_s.pdf)
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2011). Sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS). Quebec: Organización de Aviación Civil Internacional.
- PITRA-LanammeUCR. (2017). Vehículos Aéreos no tripulados del LANAMMEUCR: una herramienta multidisciplinaria adaptada para todo tipo de condiciones al servicio del país. San Jose: LanammeUCR.

- Presidencia de la República. (26 de diciembre de 2017). es.presidencia.gov.co. Recuperado el 24 de marzo de 2019, de <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%202194%20DEL%2026%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202017.pdf>
- Ramirez, E., Cruz, A., Laguna, A., & Reyes, O. (2013). Uso de vehículos aéreos no tripulados para la caracterización del paisaje sumergido; Bahía Estacahuite . *Ciencia y Mar*, 35- 40.
- Rejado, C. C., Hernandez, L. G., Carmona, A. S., López, A. C., & Cervera, P. C. (Mayo de 2016). oa.upm.es. Recuperado el 1 de marzo de 2019, de [http://oa.upm.es/40803/1/INVE\\_MEM\\_2015\\_203893.pdf](http://oa.upm.es/40803/1/INVE_MEM_2015_203893.pdf)
- Ribeiro, P. (25 de julio de 2016). Fundación Biodiversa. Obtenido de [file:///C:/Users/ESTEFANIA/Downloads/Curso-drones-Convocatoria\\_FINAL.pdf](file:///C:/Users/ESTEFANIA/Downloads/Curso-drones-Convocatoria_FINAL.pdf)
- Sendra, F., & Martínez Morillo's, M. (2007). www.sld.cu. Recuperado el 24 de marzo de 2019, de [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/radiacion\\_infrarroja.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/radiacion_infrarroja.pdf)