



Control de pistas aéreas en Colombia

**Edgar Alexander Camargo Arévalo**

Trabajo de grado para optar al título profesional:

**Maestría en Seguridad y Defensa Nacionales**

**Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"**

Bogotá D.C., Colombia

2020

TMSDN 2020

151

EJ. 2

1

**Control de Pistas Aéreas en Colombia**

My. Edgar Alexander Camargo Arévalo

Tutor Temático

PHD. Jimmy Anderson Flórez Zuluaga

Escuela Superior de Guerra General "Rafael Reyes Prieto"

Maestría en Seguridad y Defensa Nacional.

Curso de Estado Mayor

Bogotá, 30 de septiembre de 2020

115877

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a Dios por guiarme y darme todas las cosas buenas de mi vida , a mis padres a quien debo todo lo que soy, a mi esposa e hijos por el tiempo dejado de compartir para poder realizar el presente trabajo de grado y a mi hermano por sus valiosos aportes para la realización del mismo.

### **Agradecimientos**

Agradezco a mi director de proyecto y a la Subdirección de seguimiento y análisis de la dirección de defensa aérea y antimisil de La FAC, quienes tuvieron a bien aportar con sus conocimientos, experiencia e información en el desarrollo de este trabajo de investigación.

## Resumen

El presente trabajo de investigación plantea un modelo que complementa y suple algunas de las necesidades y falencias encontradas en el control de pistas aéreas no controladas en Colombia, las cuales son utilizadas por los grupos dedicados al narcotráfico para enviar aeronaves con estupefacientes hacia el exterior; especialmente hacia Centro América; para resolver este problema, se encontrará en un inicio el marco legal con el cual se fundamenta la misión de la Fuerza Aérea Colombiana, lo que resulta imprescindible para así tener claridad de sus capacidades y limitaciones; en el mismo sentido sobre las normas legales vigentes del orden nacional e internacional en cuanto al tema de interdicción aérea respecta, reuniendo conceptos a partir de los diferentes informes sobre el comportamiento del blanco aéreo, estadísticas de aeronaves sospechosas y otros, con lo cual se estará en la capacidad de esbozar un análisis sobre el mismo y posteriormente desarrollar un conjunto de propuestas claras sobre el cómo minimizar un riesgo existente y por ende plantear una herramienta para combatir esta amenaza criminal transnacional.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace importante implementar un sistema de monitoreo que permita tener una alerta en tiempo real de cualquier movimiento que se genere en algunas pistas de interés con aeronaves no comunes y que de acuerdo al análisis efectuado del blanco aéreo revistan la necesidad de instalar la propuesta tecnológica planteada, la cual consiste en utilizar un conjunto de sensores que alerten de manera oportuna a la FAC sobre un posible movimiento ilegal en un aeródromo o pista.

Dentro de éstos sensores se encuentran los siguientes: de movimiento terrestre, el cual permite detectar si en una pista hay personas, animales o cosas, sensores

de movimiento de la superficie terrestre con los cuales se alertaría sobre una vibración en tierra y por ultimo sensores de velocidad que indicarían si el objeto detectado tiene una velocidad acorde al objetivo buscado.

De esta manera se pretende brindar una posible solución que minimice el uso de pistas no registradas ante la aeronáutica civil o aeródromos controlados que se identifiquen en el proceso investigativo.

### **Abstract**

This research work proposes a model that complements and supplies some of the needs and shortcomings found in the control of uncontrolled airstrips in Colombia, which are used by groups dedicated to drug trafficking to send aircraft with drugs abroad; especially towards Central America; To solve this problem, the legal framework on which the mission of the Colombian Air Force is based will be found initially, which is essential in order to have clarity of its capabilities and limitations; in the same sense on the current legal norms of the national and international order regarding the issue of air interdiction, gathering concepts from the different reports on the behavior of the air target, statistics of suspicious aircraft and others, with which it will be in the ability to outline an analysis on it and subsequently develop a set of clear proposals on how to minimize an existing risk and therefore propose a tool to combat this transnational criminal threat.

Taking into account the above, it is important to implement a monitoring system that allows to have a real-time alert of any movement that is generated in some runways of interest with unusual aircraft and that according to the analysis carried out of the aerial target have the need to install the proposed technological proposal, which consists of using a set of sensors that alert the FAC in a timely manner about a possible illegal movement on an airfield or runway.

Among these sensors are the following: land movement, which allows detecting if there are people, animals or things on a track, movement sensors of the land surface with which it would alert about a vibration on the ground and finally sensors of speed that would indicate if the detected object has a speed according to the objective sought.

In this way, it is intended to provide a possible solution that minimizes the use of runways not registered with civil aeronautics or controlled aerodromes that are identified in the investigative process.

## Tabla de Contenido

Agradecimientos	3
Resumen	4
Capítulo 1	14
Introducción	14
Capítulo 2	29
Determinación de pistas utilizadas por el narcotráfico	29
Pistas Ilegales y sus Antecedentes de Ubicación	33
Planeamiento de Inteligencia Sobre el Terreno	37
Departamentos y Municipios Focalizados	39
Capacidades y Limitaciones en la Actualidad	43
Pistas no Controladas y Políticas Interinstitucionales	45
Capítulo 3	48
Tecnologías de Monitoreo Aplicables a Pistas No Controladas	48
Internet de las Cosas	49
La Tecnología de Sensores y sus Aplicaciones	55
WSN en el Sector Medio Ambiental.	56
Aplicaciones en el Sector Salud.	57
Aplicaciones en el Sector Agrícola.	58
Aplicaciones en el sector transporte	58
Aplicaciones en los teléfonos inteligentes	59

Redes de sensores inalámbricos.	50
Redes de sensores remotos.	52
Modelos Digitales del Terreno	61
Redes de Sensores y su Implementación	53
Capítulo 4	62
Propuesta uso de sensores para el control de pistas aéreas no controladas	62
Sensor de Movimiento	63
Sensor de Velocidad	64
Sensor de Vibración	64
Sensor de Sonido	65
Módulo Micrófono Arduino	66
Micrófono de Medición USB Omnidireccional	67
Baterías Solares	67
Enlaces Satelitales Short Bus Data	69
Inteligencia Técnica en Uso de Sensores	69
Información.	70
Información Militar	70
Inteligencia Militar	70
Anexo De Inteligencia	71
Fuente de Información	71
Principios Básicos de la Inteligencia	71
Ciclo de Inteligencia - Definición	72

Planeamiento del Esfuerzo de Búsqueda	72
Búsqueda de Información	73
. Medios de búsqueda de información.	73
Tipos de agencias y agentes.	73
Fuentes	74
Fuentes y Agencias:	74
Evaluación	75
Difusión y empleo	78
Medios de difusión.	78
Principios básicos de la difusión	79
Costos del Proyecto	80
Tratamiento de la información	81
Conclusiones	87
Referencias	91

**Lista de tablas**

Tabla 1 Trazas últimos 5 años.....	pag 40
Tabla 2 Costos Proyecto.....	pag 83

**Lista de figuras**

Figura 1. Estrategia Integral de Erradicación.	.	.	.	.	.	.Pag 38
Figura 2. Pistas de Aterrizaje..	.	.	.	.	.	.Pag 63
Figura 3. Sensor Geófono.	.	.	.	.	.	.Pag 65
Figura 4. Micrófono Omnidireccional.	.	.	.	.	.	.Pag 68
Figura 5. Ciclo de Inteligencia.	.	.	.	.	.	.Pag 73
Figura 6. Modelo general propuesta	.	.	.	.	.	.Pag 86

### **Lista de Abreviaturas**

**ABD:** Air Bridge Denial

**CCOFA:** Centro de Comando y Control Fuerza Aérea

**FAC:** Fuerza Area Colombiana

**IOT:** Internet of Things

**ID:** Identification

**MEMS:** Sistemas Micro Electromecanicos

**OT:** Operational Technology

**RFID:** Radio Frequency Identification

**UAEAC:** Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil

**WSN:** Wireless Sensor Network

## Capítulo 1

### Introducción

El narcotráfico en Colombia se ha convertido en la actualidad en el principal factor que afecta la seguridad nacional, generando los recursos económicos para financiar a los grupos armados ilegales. Por tal motivo, éste es considerado por el gobierno nacional como un factor crítico de inestabilidad que genera un incremento en la criminalidad, la cual lleva al quebrantamiento del tejido social.

El flagelo del Narcotráfico se ha caracterizado por ser dinámico, especialmente en las distintas formas en que las organizaciones dedicadas al mismo exportan el producto final, en donde un gran porcentaje sale por vía marítima y por vía aérea hacia Centro América, empleando las pistas registradas y las pistas clandestinas que hay en Colombia, el restante es transportado por vía terrestre hacia otros países y de allí es enviado por vía aérea hacia el caribe y Centro América, tal como lo registra el informe anual de la Fuerza Aérea Colombiana(2019) “durante el año 2019 se presentaron 9 trazas sospechosas territoriales y 256 sospechosas patrimoniales, de los nueve (9) casos mencionados, cuatro (4) fueron en el sector pacífico y de éstos tres (3) en aeródromos registrados ante la aeronáutica civil, utilizando horas en donde no hay servicios de control de tránsito aéreo”( p. 3), con lo cual se puede observar que el modus operandi de las organizaciones dedicadas al narcotráfico aprovecha ciertas horas y días en donde se facilita la salida de éstas aeronaves.

Teniendo en cuenta éste flagelo, la Fuerza Aérea lleva a cabo acciones para desarrollar un Poder Aéreo creíble y sostenible, fortaleciendo las misiones propias de control del espacio aéreo, superioridad aérea, ataque aéreo, defensa aérea, defensa

antiaérea, maniobra conjunta, coordinada, guerra electrónica, retanqueo aéreo, alerta temprana y transporte aéreo (Comando General de las Fuerzas Militares, 2015, p. 23). Así mismo de acuerdo al acta del consejo superior de seguridad y defensa nacional se estableció que:

La Fuerza Aérea a través del Centro Militar de Defensa Aérea (actual CCOFA), está en capacidad de efectuar la detección e identificación de aeronaves que sobrevuelen el espacio aéreo colombiano en coordinación con los sistemas del DAAC2 (actual U.A.E.A.C.); para ello cuenta con sensores, plataformas aéreas, inteligencia electrónica y otros medios de detección que laboran en forma permanente. (p.4).

De tal manera, que la FAC en su doctrina ha venido incorporando diferentes conceptos que le permiten aplicar el poder aéreo ante cualquier amenaza que se detecte en tierra o aire que pretenda violar el espacio aéreo nacional, en este sentido de acuerdo al (Manual de doctrina básica y aérea FAC, 2013):

El poder aéreo y espacial se desprende del poder militar de una Nación, en conjunto con los poderes político, económico y psicosocial, los cuales soportan los objetivos nacionales. El concepto de poder aéreo y espacial es el producto de la suma de las múltiples capacidades; por lo tanto, la unidad de mando es esencial para garantizar la fusión y la efectividad de estas, particularmente, cuando el conjunto de medios pertenece a diferentes Fuerzas.

En el caso de Colombia, se refiere al empleo de toda la capacidad de la Fuerza Aérea, asociada y con coordinación efectiva (sinergia) con toda la capacidad aérea y

antiaérea del Ejército Nacional, la Armada Nacional (operaciones conjuntas), así como con la aviación de la Policía Nacional y la infraestructura aeronáutica disponible en el país; en particular, los medios disponibles de la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil (UAEAC) y de las compañías explotadoras de aviación civil, toda vez que el poder aéreo y espacial total de un país como Colombia, abarca no solo la FAC, sino todos los medios aéreos a su alcance, tanto para la Seguridad Nacional, como para su desarrollo y soporte de los demás poderes en los campos nacional e internacional (p.50)

Es por esto, que desde el año 1989 la FAC creó la dirección de defensa aérea para contrarrestar cualquier violación a la soberanía nacional por vía aérea, bien sea por parte de grupos dedicados al narcotráfico o por alguna amenaza externa, el apoyo regional ha sido vital para la lucha contra éste flagelo, como lo menciona (FAC-3.3.0, 2017):

Con la colaboración regional y el apoyo recibido de los Estados Unidos, Colombia ingresa al convenio Red de radares de la cuenca del Caribe (CBRN, por su nombre en inglés). Permitiendo, con ello, la instalación de dos radares militares TPS-70 en San Andrés Islas y Riohacha (Guajira) (p.31)

Así mismo posteriormente se instala otro radar en la base aérea de Palanquero y es de esta manera como se obtuvieron los primeros resultados tangibles. La inmovilización e inutilización de las primeras aeronaves ilícitas, por parte de la FAC, fueron posibles gracias a la integración estratégica del radar, así como a las aeronaves de combate MIRAGE y KFIR (FAC-3.3.0, 2017, p.32)

Con la firma del convenio Air Bridge Denial en el año 2003 con el gobierno de Estados Unidos y la recepción de tecnología de punta como fueron medios aéreos y de detección, los vuelos ilegales dentro de territorio nacional inician tendencia a la reducción como lo expone el informe anual (FAC, 2019): “pasando a detectar solo un (1) vuelo ilegal en el año 2018 y nueve (9) en 2019” (p.3)

No obstante lo anterior, las trazas que se detectan en territorio Colombiano son objeto de la aplicación del protocolo establecido en el acuerdo ABD de interceptación por parte de la FAC y en el procedimiento para el empleo del sistema de defensa aérea nacional, o de inmovilización judicial por parte de las autoridades nacionales, así mismo éstas trazas utilizan en su mayoría las zonas costeras tanto pacífica como caribe, debido a la facilidad en el uso de las playas en época de verano como campo de despegue y aterrizaje y a los cortos tiempos que se presentan entre el cargue y la salida de una aeronave nuevamente hacia Centro América.

Por consiguiente, la FAC ha realizado convenios binacionales con países como Republica Dominicana, Guatemala, Panamá, Honduras, Perú y Brasil, entre otros para intercambiar información en tiempo real que permita la interceptación de aeronaves que logren salir bien sea de territorio Colombiano o que sean detectadas por los radares en ruta hacia mencionados países, ésta estrategia, ha sido eficiente ya que se han logrado detectar e interceptar aeronaves que al aterrizar en sus lugares de destino, se les logra incautar el producto a bordo procedente de Colombia.

Lo anterior, evidentemente refleja un éxito en la estrategia planteada, esto gracias al trabajo realizado por la Fuerza Aérea Colombiana en conjunto con las demás fuerzas

militares y en coordinación con otras instituciones como la Policía Nacional y fiscalía General de la Nación lo cual obligó a las organizaciones narcotraficantes a migrar hacia países vecinos y cambiar su modus operandi, es por esto, que se siguen presentando casos de aeronaves que despegan de aeropuertos legales, como es el caso conocido con el nombre de “Narcojet”, al respecto, (Soto, 2018) hace una investigación exhaustiva relatando algunos detalles de la manera en que logran el cargue de la droga hacia Inglaterra, por ejemplo, de igual forma se han presentado otros casos similares en el cual la organización narcotraficante utiliza métodos de suplantación de autoridades, falsos perfiles, horarios de no control, entre otros, para lograr el despegue de las aeronaves.

La presente investigación, plantea un modelo de alerta temprana ante la amenaza del tráfico de estupefacientes por vía aérea en Colombia, para lograrlo se ha enfocado en el cómo lograr el control real de pistas aéreas no controladas, lo cual es un tema que cobra especial relevancia a diferencia de otros países, debido a la capacidad de adaptación del narcotráfico y sus avances tecnológicos en el tiempo para evadir los controles que realizan las autoridades militares y policiales y en el problema a atacar planteado para detectar oportunamente la salida de aeronaves clandestinas desde pistas registradas o no registradas en el territorio nacional, respondiendo a la pregunta de investigación ¿Cómo ejercer mayor control de movimientos no autorizados de aeronaves en aeródromos no controlados de interés para la FAC?

La incapacidad para controlar la totalidad del territorio nacional ha sido desde los inicios de la Republica, un tema en las agendas de todos los gobiernos; desde la aparición del fenómeno narcotráfico en los años 70 en Colombia, el propósito ha estado focalizado

en la estabilización económica con un nuevo conjunto de reformas estructurales que demandan un equilibrio en el nivel de endeudamiento con el fin de buscar una reducción en el déficit fiscal estructural, entre ellas la racionalización de las finanzas públicas regionales, además de combatir todos los componentes del ciclo de las drogas ilícitas y buscar la recuperación de la imagen de Colombia en los escenarios internacionales; a este respecto, la implementación de herramientas que brinda la era tecnológica, como la tecnología de sensores, es imprescindible para el logro de este objetivo, ya que como se demostrara a lo largo del presente trabajo de investigación, ésta tecnología brinda una alerta temprana que permite reaccionar oportunamente a posibles despegues de aeronaves en los sitios de interés y ahorrar recursos, en este caso horas de vuelo, que actualmente son muy limitadas y deben utilizarse de manera efectiva; es decir que con cada salida que se haga se logre un resultado de impacto.

En el inicio, se analiza el marco legal que rige la misión de la Fuerza Aérea Colombiana, para contextualizar sus capacidades y limitantes frente a la amenaza de las organizaciones narcotraficantes, así como una revisión de las diferentes investigaciones encontradas sobre la materia que permiten obtener mayor claridad sobre las distintas estrategias utilizadas por las mismas.

Posteriormente, se ilustra al lector sobre la existencia y ubicación de pistas de aterrizaje a nivel nacional, a fin de analizar la importancia de obtener una capacidad de control en tiempo real sobre éstas, mostrando el trabajo que desde el gobierno de Colombia se ha desarrollado dentro de los ejes transversales de cooperación con el gobierno de los Estados Unidos del cual se ha obtenido la mayor cantidad de apoyo en ciencia y tecnología

aplicada a delitos, ésta estrategia ha permitido importantes golpes al tráfico de estupefacientes por parte de la Fuerza Aérea Colombiana y las demás fuerzas militares y en coordinación con otras instituciones como la Policía Nacional y fiscalía General de la Nación.

En el amplio tema que es el análisis del blanco aéreo, como se mencionó anteriormente, la Fuerza Aérea Colombiana tiene como una de sus responsabilidades misionales la de “negar el empleo ilícito del espacio aéreo, ejerciendo acciones en estrecha coordinación con la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (U.A.E.A.C), para el control y administración de la actividad de la aviación civil y estatal”. (FAC 2017, p 49), así mismo dentro de sus misión se establece la defensa de la soberanía, el control territorial y el orden constitucional, de tal manera, que éste implica el desarrollo de acciones que permitan cumplir a cabalidad con mencionada responsabilidad y misión, para ello, se realiza constantemente el análisis del comportamiento de los actores involucrados como son: pilotos, aeronaves, rutas, aeródromos entre otros, es así, como se ha encontrado que los vuelos ilícitos (ver tabla # 1), tienen un comportamiento homogéneo en cuanto a horas y días de ocurrencia, en los cuales, su mayoría son en horas de la noche o madrugada y en días sábados o domingos, utilizando algunas de las pistas no registradas ante la UAEAC (ver gráfica # 2), o pistas improvisadas sobre las playas del pacifico las cuales dejan de existir cuando la marea sube y llega el invierno.

Por tal razón, la hipótesis planteada buscara demostrar que mediante el desarrollo de una herramienta con tecnología de punta basada en sensores que dote a las pistas aéreas con mayor riesgo de ser utilizadas por bandas dedicadas al narcotráfico del orden nacional,

brindara a la Fuerza Aérea, capacidades para desarrollar acciones tendientes a dinamizar los controles, aportando información con el fin de alimentar bases de datos que conlleven a un planeamiento y mejora de los procesos para anticiparse a los despegues no autorizados, así como el buscar la optimización de todas y cada una de las actividades de control tendientes a neutralizar las amenazas internas relacionadas con el narcotráfico mediante el uso de pistas no autorizadas por parte de traficantes de estupefacientes o cualquier conducta delictiva relacionada con estas organizaciones criminales.

Para resaltar la importancia de la presente investigación en materia de economía de recursos financieros, se muestra de manera complementaria la cantidad en recursos de inversión y operación destinados por el gobierno nacional a la Fuerza Pública, de donde se tiene el dato de recursos adicionales por USD\$598.167.016 durante cinco años para implementar en su totalidad las capacidades expuestas en el plan, especialmente para fortalecer la erradicación, la interdicción, la investigación criminal, la desarticulación de estructuras criminales del narcotráfico y su judicialización bajo un esquema de costos compartidos, el gobierno Colombiano cuenta con una capacidad reducida para la consecución de estos recursos, de los cuales en un 95% se depende de la cooperación internacional. (Estrategia de lucha contra el Narcotráfico sector Defensa, 2015).

En materia de cooperación internacional, es claro que el principal aliado es el gobierno de los Estados Unidos, que desde el año 2002, gracias al convenio AIR BRIDGE DENIAL (ABD), así como la transmisión de apoyo tecnológico tales como medios aéreos y de detección, han permitido importante avances en la reducción de los vuelos ilegales

dentro de territorio nacional. FAC (2019): “pasando a detectar solo un (1) vuelo ilegal en el año 2018 y ocho (9) en 2019” (p.3).

Así mismo el número de horas utilizadas por la FAC para contrarrestar este fenómeno es significativo, en los últimos 5 años se han utilizado 5.662 horas en diferentes aeronaves, realizando misiones de control del espacio aéreo nacional, interceptación de aeronaves y vigilancia de las pistas objeto de interés en la presente investigación, éstas horas representan un costo aproximado de \$10.220' 000.000, el cual se llegaría a disminuir significativamente si la propuesta planteada se llevara a cabo en las pistas que se consideren pertinentes de acuerdo a la viabilidad operacional y al estudio de la amenaza en el momento de su implementación.

Dicho lo anterior, se plantea como objetivo principal el de presentar una propuesta para implementar un sistema de monitoreo y alerta en pistas aéreas no controladas de interés para la FAC por su riesgo de ser utilizadas por trazas sospechosas territoriales, el cual a su vez implica para el cumplimiento del mismo los siguientes objetivos específicos:

1. Realizar un levantamiento de las posibles pistas no controladas que pueden ser utilizadas por trazas sospechosas territoriales.
2. Realizar una búsqueda del estado del arte de tecnologías de sensores de monitoreo aplicables a las pistas no controladas colombianas que puedan generar una alerta temprana en el sistema de defensa aérea nacional.
3. Presentar una propuesta de implementación de un sistema de monitoreo y alerta de movimientos de aeronaves no autorizadas en pistas no controladas de interés para la FAC.

Existen diversas investigaciones que resultan ilustrativas sobre las cuales se realizara un análisis documental que sirva como antecedente para lograr resolver la pregunta de investigación en los cuales se muestra el comportamiento del fenómeno del narcotráfico por vía aérea en Colombia y cómo a partir de la firma del convenio Air Bridge Denial con el gobierno de los Estados Unidos de América y la estrategia puesta en marcha por la FAC, éste fenómeno cambio en su actuar, se presentan algunas estadísticas que dan al lector una perspectiva de lo que ha ocurrido en el país en el tema de interdicción aérea. (FAC, 2019)

Dado que para resolver el problema de investigación, se deben abordar las investigaciones existentes sobre detección de movimientos aéreos, se mostrará el trabajo que desde el gobierno de Colombia se ha desarrollado dentro de los ejes transversales en donde habla de ciencia y tecnología aplicada a delitos, (Presidencia de la Republica de Colombia, 2019), reviste importancia su revisión ya que el modelo que se planteara como una posible disminución del riesgo de salida de aeronaves ilegales desde aeropuertos del país está dado desde la tecnología de sensores..

La presente investigación está centrada en la implementación de un sistema de monitoreo basado en “Teledetección”, que dote a la fuerza de una alta capacidad de control y reacción ante el uso ilegal de pistas aéreas no controladas, el tema se desarrollará en un capítulo, dado que en el mercado se encuentran comúnmente los sensores de movimiento por infrarrojos, sensores de vibración los cuales detectan ondas de superficie y pueden emitir una alerta vía celular en un tiempo de 10 segundos, tecnología por inteligencia artificial, acelerómetros, análisis de datos, entre otras, o el sistema EQ-181 “desarrollado

en Israel y utilizado para prevención y alerta temprana de movimientos telúricos” (Alta Prevencion,2020), estos para citar solo algunos ejemplos de la aplicabilidad de la tecnología de sensores en el mundo y en diversa disciplinas.

De esta manera, para abarcar éste fenómeno igualmente, se hablará de la globalización desviada, el crimen organizado trasnacional y la convergencia criminal, se tratara su trazabilidad, ya que son el insumo principal del fenómeno “narcotráfico”, esto gracias al surgimiento de las ventajas que ofrece esta globalización para la economía social del mercado, ampliamente utilizada por los mercaderes del mal, desde la teoría de las relaciones internacionales en materia de seguridad, el estado es actor referente del Sistema Internacional, entendiéndolo como racional y unitario cuyo objetivo radica en la seguridad nacional, por lo mismo ante una situación de sentida necesidad de defensa ante las amenazas desestabilizadoras y que por lo tanto un estado busca su propia seguridad incrementando su poder a través de su capacidad militar

Por lo anterior, se puede decir que uno de los ejes transversales en que descansa toda política pública es y debe ser la capacidad del estado nación en controlar su territorio y por esta misma capacidad, el poder garantizar a sus ciudadanos el goce de sus derechos a la paz y sana convivencia. Es por esto que en la *Política marco de convivencia y seguridad ciudadana* (2019), se dedica un capítulo dentro de los ejes transversales en donde habla de ciencia y tecnología aplicada a delitos, reviste importancia su revisión ya que el modelo que se planteara como una posible disminución del riesgo de salida de aeronaves ilegales desde aeropuertos del país está dado desde la tecnología de sensores.

Los despegues y aterrizajes no autorizados en Colombia han tomado en los últimos años gran relevancia para la seguridad y defensa nacional, un ejemplo de este fenómeno es el presentado con la salida de una aeronave desde el aeropuerto el Dorado en Bogotá, en el mes de enero del año 2018. Al respecto (Soto, 2018), en su libro *El Narcojet*: muestra un relato investigativo sobre el caso particular de la salida de una aeronave y cuál fue el modus operandi que permitió la salida de dicha aeronave hacia Inglaterra en un avión tipo chárter, relata cual fue la cadena utilizada para lograr el objetivo y cuáles fueron las personas que conformaron la organización delincinencial, en donde se evidencian los alcances transnacionales de las mismas.

Como se ve, los retos para el país en materia de seguridad y defensa continúan creciendo, al respecto (Suarez, Garre, 2019), en su libro *Narcotráfico, Seguridad y Convivencia Ciudadana en Colombia*, hacen un análisis del modelo de gestión territorial de la seguridad y una propuesta de articulación de las estrategias contra el narcotráfico a través de un análisis de la normatividad vigente de la política antidrogas en Colombia, caracterizada por el funcionamiento actual del narcotráfico bajo la perspectiva del “Sistema de Redes de Valor”, identificando los retos en materia de política pública de los existentes Planes Integrales de Seguridad y Convivencia (PISCC 2016-2019) en la lucha contra los distintos nodos de la red de valor del narcotráfico, para finalmente brindar algunas recomendaciones en la elaboración de los planes de seguridad que serán diseñados para desarrollarse entre 2020- 2023.

La paz como un derecho y un deber de obligatorio cumplimiento en Colombia, ha sido en las últimas décadas una utopía por causa de la facilidad para el uso del territorio

nacional, por parte de la industria ilícita de la droga, el impacto del comercio internacional de la droga sobre el país y sus habitantes. Colombia es víctima del comercio mundial de drogas ilícitas. Antes de la década de 1970, no se tenían antecedentes de exportación de droga a gran escala; solo se convirtió en uno de los más importantes actores cuando llegaron contrabandistas estadounidenses al país a comienzos de esa década y comenzaron a pagar altos precios por la marihuana producida en Colombia. La marihuana, y luego la cocaína. En su libro, Henderson (2012), *Victima de la globalización, la historia de cómo el narcotráfico destruyó la paz en Colombia*, realiza una narración de como fue el surgimiento del fenómeno del narcotráfico en Colombia, iniciando desde la época de la Marihuana, el contrabando y finalmente el narcotráfico, visto desde la perspectiva de la globalización.

Por otra parte el fenómeno del narcotráfico es abordado por diferentes autores desde la perspectiva del crimen transnacional y la globalización desviada, ya que para poder enfrentarlo de manera más efectiva es importante analizar todo lo que involucra el poder realizar salidas de cargamentos por cualquier medio, en especial por vía aérea que es el estudiado en la presente investigación, es así como, (Álvarez, 2017) en su libro *Escenarios y Desafíos de la Seguridad Multidimensional en Colombia*, la define como “la forma en que grupos terroristas, insurgentes y criminales utilizarían la infraestructura técnica de la globalización para explotar los puntos ciegos de las diferencias en la aplicación y regulación de la ley de mercados de bienes y servicios ilícitos”(p.277), siendo ésta definición interesante y la cual merece ser tomada en cuenta para contextualizar al lector.

De igual manera, se encuentra un interesante relato de lo que ha sido éste fenómeno de convergencia criminal en el documento escrito por (Insulza, 2013) *El problema de las*

*drogas en las Américas: Estudios*, en donde se describe claramente como es la dominación de los mercados de las drogas en Estados Unidos y como llegan éstas a dicho país, mostrando una radiografía de la conformación de los carteles y la cadena de distribución desde Colombia hasta su destino final, en donde reviste suma importancia la escala que se realiza en Centro América de los diferentes medios utilizados para su exportación como son las aeronaves y las lanchas rápidas utilizando el mar caribe y pacifico como rutas identificadas para éste propósito.

Así mismo, las teorías planteadas por (Álvarez y Rodríguez, 2018) en su escrito: *Ecosistemas criminales: Hábitats para la convergencia y la globalización desviada*, muestra una manera de entender cómo interactúan los grupos organizados al margen de la ley dentro de los sistemas criminales y cómo afectan la seguridad multidimensional en algunas regiones del país, éstas teorías servirán como teoría marco en la investigación del comportamiento del fenómeno narcotráfico en determinadas zonas donde se ubican pistas aéreas utilizadas por éstos grupos criminales.

Otra teoría importante a tener en cuenta, es la que menciona (Álvarez, 2017) en el libro citado anteriormente: *Escenarios y Desafíos de la Seguridad Multidimensional en Colombia*, en donde se habla de la teoría de los espacios vacíos, definiéndolos como

“aquellos dominios físicos (aéreos, terrestres, marítimos, cibernéticos) que no están vinculados totalmente a la soberanía de un estado en las cuales se dificultaría el desarrollo de actividades humanas y productivas, bien sea por su distancia o incomunicación con el núcleo vital geo-histórico del país” (p.310)

Dentro del presente escrito se narrara en forma sucinta como es el modus operandi de las organizaciones dedicadas al narcotráfico y que utilizan la vía aérea para exportar el producto final, para esto es importante ver la manera en que (Arquilla y Ronfeldt, 2001) en su libro *Networks and wetwars: the future of terror, crime and militancy*, hace una definición de los nodos criminales y como es el andamiaje conformado por dichas organizaciones para operar de una manera tal que sin que exista un mando central todo fluya organizadamente.

Por otro lado, es loable mencionar que el tipo de investigación es experimental y el enfoque empleado es: cualitativo porque la técnica de recolección de información es mediante análisis documental, utilizando los informes y análisis de casos presentados de aeronaves que salieron de pistas aéreas no controladas en el país.

## Capítulo 2

### Determinación de pistas utilizadas por el narcotráfico

El narcotráfico en Colombia se enmarca dentro de los fenómenos de convergencia criminal y economías criminales que más han afectado la historia del país, marcando la sociedad y las instituciones del estado, al respecto (Henderson, 2012) afirma que:

Antes de la década de 1970, Colombia no tenía antecedentes de exportación de droga a gran escala; solo se convirtió en uno de los más importantes actores cuando llegaron contrabandistas estadounidenses al país a comienzos de esa década y comenzaron a pagar altos precios por la marihuana producida en Colombia. La marihuana, y luego la cocaína, ocasionaron un tsunami de dólares ilegales en el país, que alimentó todo tipo de delitos. (p.14)

De tal forma, que el papel de Colombia como exportador de drogas ilícitas encajaba perfectamente con los productos que regularmente se llevaban a países desarrollados como los Estados Unidos en América y los europeos, por mencionar algunos como son: las esmeraldas, el oro, el café, el carbón y las flores entre los más reconocidos mundialmente por su calidad y precio, éstas exportaciones de productos de alta calidad le habían dado una gran imagen al país y era bien vista por otros países de la región y de otros continentes, “para mediados de la década de 1960, Colombia era el segundo destino predilecto de los jóvenes idealistas estadounidenses que se alistaron como voluntarios de los cuerpos de paz, creados por Kennedy”, (Henderson,2012,p16).

Ésta imagen que se había cultivado con mucho esfuerzo después de haber salido de una época violenta producto de la lucha bipartidista que se arraigaba a los orígenes de la

nación, ya para la década de los 70's se desmoronaba por los cultivos y calidad de la marihuana y posteriormente de la cocaína, comenzaron a aparecer las distintas modalidades de exportación del producto, por vía marítima, por vía aérea entre otras modalidades, así como también las mismas personas se dejaron seducir para enviar la sustancia prohibida dentro de sus cuerpos, el financiamiento de las campañas políticas con los dineros obtenidos de éste negocio fue inminente, así lo plantea (Rojas, 2005): "Los capitales provenientes del narcotráfico penetraron también el conjunto de las actividades económicas: sectores financiero, comercial e industrial, medios de comunicación y del deporte, entre otros" y la filtración a todo nivel en las instituciones del estado llegó a tal punto que el país fue descertificado por varios años seguidos y el presidente Ernesto Samper elegido para el periodo 1994 a 1998, fue cuestionado por haber sido elegido presuntamente con dineros provenientes de los carteles del narcotráfico, en ese entonces conocido como el cartel de Cali, "lo cual hizo que la política norteamericana fuera dirigida no solo en contra de los cultivos ilícitos, traficantes y lavado de activos, sino también contra el Presidente mismo, que había sido elegido democráticamente" (Crandall, 2001, p.95), como era de esperarse esto desató una crisis política en el país que trajo consecuencias nefastas durante ese periodo, "Estados Unidos se pronunciaría al respecto por medio de la desertificación al Gobierno colombiano en materia de lucha contra el narcotráfico" (Borja, 2002, p.258), con esto la pérdida total de apoyo económico para los programas en seguridad nacional y la lucha contra el narcotráfico, al respecto el (Instituto de estudios estratégicos de Buenos Aires, 2000), brinda una característica del ámbito del narcotráfico:

”Es importante acotar que posee un carácter multivalente: más allá de la mera y axial acción económica, se desempeña también necesariamente en los campos político y militar”(p.2)

De lo anterior es importante traer a ésta investigación lo mencionado por (Chaparro, 2005), en donde se hace un recuento de los presuntos nexos que tuvo el gerente de la campaña del expresidente López quien posteriormente sería presidente del país en los años 90:

La campaña infructuosa de Belisario Betancur, en 1978, recibió cantidades sustanciales de dinero provenientes de la industria ilegal. En 1982, los fondos de la droga desempeñaron un papel importante en las campañas de Belisario Betancur y Alfonso López Michelsen. Ernesto Samper, como director de la campaña de López Michelsen en 1982, se reunió con Pablo Escobar, Gonzalo Rodríguez Gacha, José Pelusa Ocampo y otros líderes de Medellín en la suite Medellín del Hotel Intercontinental de esa ciudad. El resultado fue que Samper obtuvo contribuciones de estos empresarios, que ascendían a \$19 millones (US\$317.000). El tesorero en Antioquia de la campaña de Belisario Betancur, el ganador de esa elección, informa que recibió sumas significativamente mayores. (p.78)

Hacia los años 70 las mafias se dividen en varios grupos a lo largo y ancho del país, así lo expresa (Betancourt,1994): “La mafia en Colombia tendió a desplegarse geográficamente bajo seis núcleos mafiosos: costeño, antioqueño, valluno, central, oriental y los subnúcleos sueltos” (p.44), las exportaciones de drogas ilícitas hacia Estados Unidos se hacían en cantidades exorbitantes por vía marítima y aérea, un contrabandista llamado Alan Long, transportó cerca de medio millón de kilos de marihuana por vía aérea,

introduciéndola por el norte, obteniendo una ganancia de ocho millones de dólares en el proceso, según cifras entregadas por el gobierno de Estados Unidos , las exportaciones de cocaína provenientes de Colombia alcanzaron los 15.000 kilos durante el año 1975, (Henderson, 2012); así mismo la corrupción que se presentaba para que las aeronaves que salían de pistas licitas como no registradas, ya se empezaba a mostrar como un *modus operandi* generalizado, al respecto (Henderson, 2012) afirma en su investigación que:

En Santa Marta, donde funcionarios del aeropuerto fueron sobornados para permitir que se apagaran las luces del aeropuerto de la ciudad para que despegaran de allí aviones cargados de Marihuana, así mismo el caso de una aeronave que aterrizó en Cali por no estar autorizada a volar espacio aéreo nacional, el 22 de noviembre de 1975, cuando se inspeccionó, tenía en su interior 600 kilos de cocaína proveniente de Medellín y destinados para la venta en los Estados Unidos, cargamento avaluado en 27 millones de dólares de la época.(p. 41)

Lo anterior, es muestra clara del grado de penetración que han tenido los carteles del narcotráfico en las instituciones del estado, esto igualmente lo narra (Soto, 2018) en su libro *el Narcojet*, en donde cuenta la historia de varias aeronaves que salieron del aeropuerto de Cali y aterrizaron en el aeropuerto de Cartago (Valle), para realizar cargues de cocaína los cuales eran llevados posteriormente a norte América y México, éstos desvíos se daban en complicidad de controladores aéreos de turno quienes no reportaban dichos a la autoridad pertinente dichas irregularidades, o simplemente no hacían el seguimiento pertinente a las rutas y tiempos que debían cumplir las mismas durante los trayectos autorizados. Es así, como el narcotráfico “ha influido en transformaciones estructurales del orden social del

país. Desde la forma de producir y de distribuir riqueza hasta el ejercicio del poder político, la conformación de los grupos sociales y los aparatos coercitivos estatales y no estatales, pasando por la definición de los valores y comportamientos de la población” (Duncan, 2008, p.1), igualmente en el caso en mención se concluyó luego del proceso investigativo cómo los controles establecidos por las autoridades fallaron precisamente por la infiltración que hubo de dineros del narcotráfico ya que de acuerdo a lo establecido por (PONAL, 2017): “El Responsable Control Portuario y Aeroportuario previa consulta de la programación y análisis de vuelos, asignará los que serán objeto de control antinarcótico” (p.12), lo cual evidentemente no sucedió, ya que se demostraría posteriormente que los policiales que llegaron al sitio eran falsos.

### **Pistas ilegales y sus antecedentes de ubicación**

Habiendo efectuado un relato de lo que ha significado el fenómeno del narcotráfico y sus inicios en Colombia se entrará específicamente en lo concerniente al desarrollo del objetivo específico de identificación de las pistas que revisten más importancia para la propuesta tecnológica planteada en el último capítulo de la presente investigación, no sin antes mencionar que la razón por la cual el fenómeno de los cultivos ilícitos se desplaza a Colombia, tiene su génesis en la estrategia utilizada por el presidente Richard Nixon en los años 70’s para impedir que ingresaran drogas ilícitas a Estados Unidos, esta estrategia se orientó hacia países como México y Jamaica fumigando los cultivos existentes allí, dificultando la industria del narcotráfico en esos países, llegando al país y ubicando su centro de operaciones delictivas en el área nororiental cerca de la sierra nevada de Santa Marta y en el golfo de Urabá, pero ésta última zona, tuvo una fuerte intervención del

gobierno nacional lo cual desencadenó que los cultivos y tráfico de la producción se focalizara en el caribe Colombiano en donde comienzan a aparecer las primeras pistas ilícitas o no registradas ante las autoridades aeronáuticas, así lo manifiesta (Henderson, 2012):

La Guajira por ser una tierra arenosa sin muchas zonas montañosas permiten la fácil adecuación de campos para el despegue y aterrizaje de todo tipo de aeronaves, desde bajo performance como el piper hasta el DC-3, los cuales transportaban en promedio 1000 kilos y gastaban en tiempo 1 día en salir de estados Unidos a la Guajira y volver con el cargamento, un informe del extinto departamento administrativo de seguridad (DAS) reportaba 131 pistas que rodeaban los cultivos de marihuana de la sierra nevada de Santa Marta. (p.66)

En los inicios, de Colombia, como exportador principal de drogas al mundo, llegaba al país la pasta base de coca de países como Chile, Perú y Bolivia a Leticia y desde allí se transportaban en diferentes aeronaves hacia centros de acopio en distintas pistas desde donde salían en aeronaves hacia laboratorios ubicados sobre todo en los departamentos de Caquetá, Putumayo y Amazonas para así finalizar su procesamiento y llevarla a su destino final en Estados Unidos, posteriormente los grupos dedicados al narcotráfico iniciaron la siembra de la mata en el país y así se evitó traer la pasta base de coca y lo que ello implicaba dentro de la cadena de producción en cuanto a costos y riesgos que se asumían, con la no dependencia de terceros se estructuraron grandes centros de producción en donde estaban los cultivos, laboratorios y pistas desde donde salía la producción lista para ser entregada en los Estados Unidos, fue así, como se presentan las rutas que llegaban

inicialmente a Jamaica, Bahamas, Cuba y posteriormente a Centro América, “después de que Lehder y Jung abrieran los cielos de Estados Unidos a los vuelos desde Colombia, decenas de pilotos quisieron participar en estas operaciones ofreciendo sus propios aviones para ser utilizados” (Henderson, 2012, p.85)

De esta manera, se puede deducir la importancia que reviste el uso de pistas aéreas para las organizaciones narcotraficantes, ya que en el tema logístico para el transporte de insumos como del producto final, y dada la dimensión del territorio Colombiano por sus pisos térmicos significa un reto. De igual forma, Colombia es actualmente el mayor productor de hoja de coca del mundo y de amapola de América, insumos básicos para la producción de cocaína y heroína, significa un pivote de numerosas organizaciones narcotraficantes que aprovechan el ineficiente control estatal, lo que conlleva a un modelo teórico en el que la producción de coca es el resultado de la interacción de la actividad armada ilegal y su capacidad para controlar el territorio como eje estratégico.

Al aplicar las técnicas existentes de análisis geo-espacial del territorio Colombiano, en particular los indicadores de asociación espacial, ejercicios no paramétricos mediante el uso de técnicas de emparejamiento, se logra un análisis sobre la dinámica de los grupos armados ilegales en adecuación de pistas clandestinas, aprovechando nuevas oportunidades al explotar los espacios vacíos físicos, jurídicos o virtuales dejados sin vigilancia por parte de los Estados, que no han podido controlar todas las transformaciones inmediatas resultantes de la globalización. Este fenómeno genera un lucro a tan alto nivel que en el caso del transporte por vía aérea de sustancias ilícitas, al llegar a sus destinos finales no es necesario reutilizar las aeronaves sino que por el contrario son inutilizadas por los propios

grupos borrando así cualquier trazabilidad que se pudiera realizar para determinar responsabilidades e identidades de pilotos o demás miembros de las organizaciones, “tanto es así que en el mercado global dominado por corporaciones transnacionales del mundo industrializado, las organizaciones criminales o delictivas, figuran entre algunas de las transnacionales más exitosas aunque menos aplaudidas del mundo en desarrollo” (Álvarez & Andreas, 2005, p.274, p.62)

Ya para cerrar la idea anterior, éste fenómeno y su modo de operación, haría parte de la denominada globalización desviada definida por (Alvarez & Gilman, 2017, 2012) como:

Redes económicas ilegales transfronterizas que producen, mueven y consumen productos y servicios tan variados como narcóticos, fauna en vías de extinción, mercancías falsificadas, dinero sucio, residuos tóxicos, armas ilícitas, así como seres humanos indocumentados en busca de oportunidades laborales y actividades sexuales poco ortodoxas. (p. 275, p.3)

Cobra relevancia, lo mencionado en el documento anual de Naciones Unidas, en cuanto a la importancia de diseñar estrategias para combatir estos crímenes transnacionales definidos por la convención en su artículo 3° como:

Aquel que se comete en más de un Estado o se comete dentro de un solo Estado, pero una parte sustancial de su preparación, planificación, dirección o control se realiza en otro Estado; se comete dentro de un solo Estado, pero entraña la participación de un grupo delictivo organizado que realiza actividades delictivas en más de un Estado; y/o

se comete en un solo Estado, pero tiene efectos sustanciales en otro Estado. (UNDOC, 2010).

Por otro lado, también es importante resaltar que aunque la fuerza pública tiene focalizado el esfuerzo principal en la disminución de éste delito, (Álvarez, 2017) manifiesta en su investigación que:

Una mayor regulación nacional que ha conducido a que tales grupos busquen oportunidades al nivel transnacional, aprovechando la falta de control. Por su naturaleza transnacional, clandestina e híbrida, el crimen organizado representaría un desafío para las autoridades que tienen el objetivo de combatirlo. (p. 280)

#### **Planeamiento de inteligencia sobre el terreno**

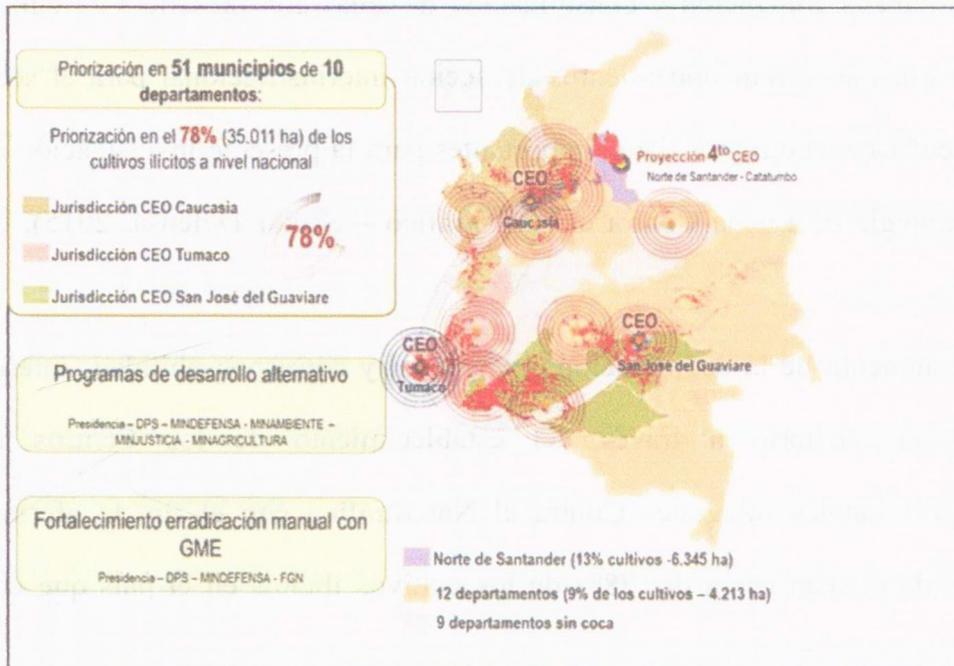
Para lograr un resultado efectivo en la ubicación de las posibles pistas no controladas a lo largo y ancho del territorio nacional, se debe remitir al diseño de políticas existentes para la contención y consolidación de áreas con presencia de cultivos ilícitos, dentro de estas se dictan lineamientos de acción interinstitucional para el sector defensa entre los cuales encontramos datos importantes para la presente investigación consignados en la (Estrategia de Lucha Contra el Narcotráfico – Sector Defensa, 2015), en donde se informa:

El aumento de la coordinación operacional y corresponsabilidad interinstitucional en el territorio a través del establecimiento de los Centros Estratégicos Operacionales Integrales Contra el Narcotráfico con el fin de afectar las zonas donde radican cerca del 78% de los cultivos ilícitos en el país que corresponden

aproximadamente a 35.011 hectáreas sembradas, para lo cual se realiza un enfoque de esta política en 51 municipios pertenecientes a 10 departamentos. (p.12)

A continuación se ilustra en la Figura 1 (mapa), estos centros estratégicos operacionales integrales contra el narcotráfico, resultan muy ilustrativos para la tarea de enfocar el esfuerzo de ubicación de las pistas ilegales, en concordancia con el marco directivo y ejecutivo para el fortalecimiento de la lucha contra las drogas ilícitas; en tal sentido cabe resaltar que el enorme esfuerzo en hombres y recursos económicos para la nación que resulta de la conformación de estos centros operacionales interinstitucionales es elevada, por lo que es imprescindible contar con una alta capacidad de control mediante el uso de tecnología de punta que reduzca o anule la operación criminal, y a su vez el desgaste en términos económicos para la nación.

**Figura 1**  
Estrategia Integral de Erradicación



Fuente: Policía Nacional de Colombia

### **Departamentos y municipios focalizados**

Dado que el objetivo específico de este trabajo de investigación es la realización de un levantamiento con la ubicación aproximada de las pistas ilegales, se enlistan a continuación los centros de operaciones en donde se encuentran ubicados los cultivos de hoja de coca más extensos, así como los movimientos de las organizaciones armadas al margen de la ley:

Bolívar: Montecristo, San Pablo, Santa Rosa del sur

Antioquía: Tierralta

Córdoba: Anorí, Cáceres, EL Bagre, Tarazá

Chocó: Alto Baudó, Medio Baudó, Bajo Baudó, Itsmina,

Medio San Juan, Rio Sucio y Sipí.

Valle: Buenaventura

Cauca: Argelia, EL Tambo, López de Micai, Piamonte, Timbiquí

Tumaco- Nariño: Barbacoas, El Charco, Ipiales. Magui Payan,

Olaya Herrera, Policarpa, Roberto Payán, Samaniego, Santa Bárbara,

San José del Guaviare- Putumayo: Orito, Puerto Asís, Puerto Caicedo, Guzmán, Puerto

Leguízamo, San Miguel, Valle del Guamuéz, Villagarzón.

Caquetá: Cartagena del Chaira, Curillo, La Montañita, Milan, Puerto Rico, San José de Fragua, San Vicente del Caguán, Solano

Guaviare: Calamar, El Retorno, Miraflores.

Un análisis de los casos presentados en los últimos años se consolidó a fin de proponer puntos de ubicación para los dispositivos de detección en las pistas, una

herramienta interesante en este campo es la base de datos de trazas, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1: Trazas últimos 5 años

Año	Cantidad TSP	Cantidad TST	Lugar
2015	66	4	Cartago ( Valle) Pacífico Colombiano 2 en sobre vuelo
2016	77	3	Frontino (Antioquia) 02 en sobre vuelo
2017	128	7	01 Sucre 01 Mirinado (Antioquia) 03 Pacífico Colombiano 02 Sobre vuelo
2018	224	1	Alta Guajira
2019	256	9	01 Nuquí (choco) 01 San Andrés isla 03 Alta guajira 01 San juan choco 01 Cartago 01 Guacari 01 Obando

Fuente: Dirección Defensa Aérea y Antimisil FAC

De acuerdo con el informe de la Dirección de Defensa Aérea y Antimisil (2019); desde el año 2015 al 2019:

Se presentaron 24 trazas sospechosas territoriales y 751 sospechosas patrimoniales, de los nueve (24) casos mencionados, nueve (9) fueron en el sector pacífico y de éstos cuatro (4) en aeródromos registrados ante la aeronáutica civil, utilizando horas en donde no hay servicios de control de tránsito aéreo. (p.3)

Así mismo 4 casos se presentaron en la Guajira utilizando pistas improvisadas o aterrizando de emergencia en el aeródromo de puerto bolívar, del restante, 6 casos en sobre vuelo y 5 en diferentes sitios del territorio nacional, identificando como modus operandi que las organizaciones dedicadas al narcotráfico, aprovecha las horas de la noche o madrugada en donde se facilita la salida de éstas aeronaves.

las trazas que se detectan en territorio Colombiano son objeto de la aplicación del protocolo establecido en el acuerdo ABD de interceptación por parte de la FAC o de inmovilización judicial por parte de las autoridades nacionales, así mismo éstas trazas utilizan en su mayoría las zonas costeras tanto pacífica como caribe, debido a la facilidad en el uso de las playas en época de verano como campo de despegue y aterrizaje y a los cortos tiempos que se presentan entre el cargue y la salida de una aeronave nuevamente hacia Centro América. Esto mismo lo ratifica (Cadena, 2010) en su escrito “El Océano Pacífico ha sido y es actualmente el escenario del tráfico de drogas desde Colombia hacia México sin que las autoridades de los dos países hayan llevado a cabo medidas efectivas que lo impidan definitivamente” (p.2) al referirse explícitamente al tema de submarinos, aunque dicha afirmación resulta ser aplicable en el tema aéreo dado que las rutas utilizadas son las mismas, como lo menciona el mismo (Cadena, 2010) así:

Evadiendo los controles de radar y otros equipos utilizados en estos menesteres. Los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Michoacán, Colima y Guadalajara son generalmente el destino preferido de la droga.<sup>3</sup> A través de Centroamérica y como ruta alterna, en algunos casos, los narcotraficantes logran llevar la droga y desde allí a Estados Unidos. (p.2)

Igualmente (Cadena, 2010), menciona a Honduras como uno de los países donde más vuelos llegan de Suramérica por la cercanía a México y Estados Unidos donde es comercializado el producto final entre los carteles:

Uno de los argumentos para el golpe de Estado contra el presidente Manuel Zelaya en 2009, fue precisamente el temor de convertir al país en epicentro de la mafia encargada de comercializar cocaína y heroína; cientos de vuelos clandestinos dejaron trazas en los radares que monitorean el Caribe y el Pacífico en Centroamérica. (p.3)

Es por lo anterior, que de acuerdo con (FAC, 2016), se han implementado una serie de proyectos y estrategias para el seguimiento y estudio del blanco aéreo los cuales son:

- Identificación y destrucción de pistas no registradas ante la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC).
- Identificación de organizaciones que permean instituciones y empresas del sector aeronáutico.
- Bloqueo de corredores aéreos y marítimos.
- Monitoreo y revisión de aeronaves en pistas y aeródromos legales.
- Alianzas con agencias que luchan contra el narcotráfico en el país.
- Cooperación internacional mediante los planes operativos vigentes para la entrega de blancos. (p. 35)

Por lo anterior, mediante la identificación y destrucción de pistas no registradas ante la UAEAC, se busca evitar esta forma de transportar sustancias ilícitas mediante vía aérea, para esto se utilizan vuelos de reconocimiento para descartar o confirmar la existencia de alguna pista de acuerdo a bases de datos construidas a través de los años y la ocurrencia de

casos detectados, sobre todo desde la firma del convenio Air Bridge Denial (ABD) o negación del puente aéreo con el gobierno de los Estados Unidos de América en el año 2003, donde Colombia recibió 5 aeronaves de seguimiento cercano tipo SR 560, con las cuales se planteó una estrategia que ha permitido reducir sustancialmente la salida de aeronaves desde Colombia hacia otros países, pasando de tener 865 trazas en el 2002 a 9 en el año 2019 (FAC, 2019, p.3) como se observa en la (tabla #1).

### **Capacidades y limitaciones en la actualidad**

Las plataformas de seguimiento cercano según (FAC, 2017), se definen como:

Son aeronaves especialmente dotadas con radares de adquisición y sistemas de seguimiento cercano (sensores FLIR), de autonomía mayor a 3 horas y techo de servicio superior a quince mil pies, los cuales complementan la labor de los radares en tierra, aumentando la capacidad de detección y seguimiento cercano de aeronaves. Gracias a las características de su performance, le permiten operar entre 1.000 Ft y 40.000 Ft de altura, y velocidades entre 100 y 400 nudos. (p. 72)

Como resultado de los vuelos de reconocimiento efectuados por los aviones de la FAC, se obtienen fotografías, las cuales de acuerdo a su calidad son analizadas en tierra por expertos en el tema y así se confirma o descarta si en determinada coordenada existe o no una pista, en el informe (FAC, 2019) se describe cual es el procedimiento:

En caso de determinarse la existencia de una pista, se confirma con la base de datos de la UAEAC si la misma está autorizada para operar o no y de ésta manera se procederá de acuerdo al procedimiento establecido por la FAC y a una de las responsabilidades asignadas a la FAC y contempladas en el manual estratégico de

defensa aérea la cual es la de realizar coordinaciones con las autoridades competentes (Policía Nacional, Dirección Nacional de Estupefacientes, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, Fiscalía General de la Nación) para que conozcan las irregularidades y realicen las acciones judiciales y/o administrativas pertinentes.

(p. 50)

La información obtenida, se consolida logrando establecer el número de pistas no registradas ante la Unidad Administrativa de Aeronáutica Civil, a las cuales se les inicia un proceso ante la fiscalía general de la nación para lograr obtener la autorización de inutilización, es así como de acuerdo a (FAC,2019), se logra observar que un gran número de éstas pistas (27) se encuentran en el departamento de la Guajira, lo que corresponde al 28% del total de pistas operativas no registradas del país, guardando relación éste dato con el número de trazas presentadas durante los últimos 5 años, como se mencionó anteriormente y se mostró en la tabla # 1, en donde se presentaron cuatro (4) casos directos, es decir, donde hubo aterrizaje y uso de pistas del sector y otros seis (6) indirectos, es decir, las aeronaves sobrevolaron el espacio aéreo nacional por éste departamento, lo cual representa el 41% del total de vuelos ilícitos presentados en los últimos 5 años, por otro lado, en el pacifico Colombiano se encuentran tres (3) pistas no autorizadas y teniendo en cuenta que de acuerdo a lo mencionado anteriormente, en este sector se presentaron nueve (9) casos y de éstos cuatro (4) fueron en aeródromos controlados, con esta información se puede hacer un recuento de cómo están operando las bandas dedicadas al tráfico de estupefacientes por vía aérea.

En otros casos, se han utilizado aeródromos plenamente registrados y autorizados en Valle y Nariño, en donde en horarios en los cuales éstos aeródromos no operan de manera controlada, las organizaciones y redes de narcotráfico las utilizan para despegar aeronaves de manera irregular y no autorizada, se hace mención para contextualizar el modus operandi de las bandas dedicadas al narcotráfico por vía aérea, mas no se analizará a fondo ya que el objetivo de la presente investigación es presentar una propuesta para pistas aéreas no controladas.

Cuando dichas aeronaves son detectadas y se activan los protocolos establecidos en la normatividad interna, como lo es el procedimiento para el empleo del sistema de defensa aérea nacional, el tiempo que duran dichos vuelos en salir del espacio aéreo territorial es mínimo, lo cual imposibilita que se apliquen éstos de forma completa, es importante resaltar que en el país no se contempla como un delito la realización de un vuelo irregular, es decir sin plan de vuelo tramitado ante la autoridad aeronáutica, que para éste caso sería la UAEAC, dicha falencia es aprovechada por las bandas delincuenciales, quienes conocen perfectamente las leyes existentes al respecto y de esta manera logran la realización de su cometido.

Similar situación ocurre en los países destinatarios, en donde hay aún mayores falencias como quiera que la detección en algunas zonas es mínima, con lo cual les da facilidades a dichas aeronaves irregulares de llegar con éxito al objetivo planeado.

### **Pistas no controladas y políticas interinstitucionales**

A continuación, se presenta las cifras que consisten en la ubicación en el territorio Colombiano en donde están las pistas no registradas operativas durante el año 2019, que

guardan corresponsabilidad con la presencia de grupos armados al margen de la ley y con factores geográficos. Por ejemplo, en los departamentos fronterizos con la República Bolivariana de Venezuela, se tienen 59 pistas no registradas; de otro lado aun cuando afectados por el fenómeno del narcotráfico y grupo armados ilegales, en Nariño, Cauca, Choco y Antioquia, tan solo tres, debido a la dinámica de lanchas rápidas y submarinos.

En concordancia con lo anterior, se analiza que la ubicación de pistas no registradas operativas, obedece a una lista amplia de factores adaptados a la diversa geografía, así como a otros que generan fenómenos que en la mayor parte escapan a las políticas nacionales y regionales; aun cuando existen programas bien diseñados para evitar tal infraestructura, es tan dinámica que resulta difícil un control en tiempo real.

Para demostrar la importancia de la ubicación de dispositivos con tecnología de punta que permitan la ubicación y bloqueo de cargue y despegues no autorizados en pistas ilegales, se esboza parte de lo contenido en la política gubernamental sobre la ampliación de sistemas que permitan alertar, identificar y hacer seguimiento para lograr la interceptación de vehículos, naves y aeronaves que utilicen los actores narcotraficantes para cumplir sus intereses, entre las cuales el documento Estrategia de lucha contra el Narcotráfico sector Defensa, (Presidencia de la república, 2015) plantea:

Aumento de la capacidad de FAC en alerta temprana sobre áreas grises con nuevos sensores y desplazamiento de medios para desarrollar operaciones en todo el territorio nacional contra el tráfico aéreo ilegal, así mismo la incorporación a la FAC de 02 radares de largo alcance y de mediano alcance móviles en el Pacífico y

en la Guajira para control del espacio aéreo, ampliando y mejorando la cobertura actual para la interceptación de aeronaves al servicio del narcotráfico. (p.10)

Teniendo en cuenta, lo expuesto en los 2 capítulos iniciales, es evidente que el narcotráfico ha sido un actor determinante en el deterioro de la seguridad nacional, ya que con el pasar de los años, continúan apareciendo diferentes grupos dedicados a este negocio ilícito, bien sea en modalidad de carteles de la droga como se mencionó ocurrió en los años 80 y 90 o como se da en la actualidad en modalidad de grupos organizados, de manera que es vital buscar alternativas que permitan contrarrestar y afectar el producto final que es del cual se lucran, como se expondrá en los siguientes capítulos, la tecnología puede ser aplicable para generar alertas tempranas que den buenos resultados para alcanzar el objetivo planteado en la FAC de minimizar el uso ilegal del espacio aéreo y la infraestructura aeronáutica con fines ilícitos.

### Capítulo 3

#### Tecnologías de monitoreo aplicables a pistas no controladas

De acuerdo a lo descrito durante el desarrollo de la investigación, en el presente capítulo se abordará un estudio general sobre las diferentes tecnologías existentes en el tema de sensores que puedan llegar a ser utilizadas como propuesta de solución al problema planteado al inicio de la investigación y así determinar una posible forma de ejercer mayor control en las pistas aéreas no controladas en Colombia por parte de la FAC y la fuerza pública, ya que como se ha evidenciado, es una problemática que reviste la mayor importancia para el país en cuanto a una de las principales amenazas internas que ha tenido que enfrentar Colombia como lo es el narcotráfico y sus diferentes formas de comercialización. Así mismo reviste importancia y como se mencionó en el primer capítulo, el (ministerio de defensa nacional, 2019) en la *política marco de convivencia y seguridad ciudadana*, contempla:

Los avances en materia de ciencia y tecnología permiten optimizar recursos y aumentar la capacidad de vigilancia y control respecto al delito y los comportamientos contrarios a la convivencia. La Política prioriza la importancia y el uso de nuevas tecnologías. (p.77)

Por tal motivo, es imperante abordar el tema hablando en primera medida del internet de las cosas, que es una manera en la que hoy en día se interconecta el mundo y la cual se podría utilizar para entrelazar un conjunto de sensores que se puedan llegar a utilizar, en tecnología de sensores existen numerosas investigaciones dado el auge que

toman desde la aparición de las (WLAN) a inicios de los años 70 y su implementación en todos los países desarrollados, llegando cada año a más lugares alrededor del mundo.

### **Internet de las Cosas**

A finales de los 90, se habla por primera vez del Internet de las Cosas, (Kevin, 1999), cofundador del Auto-ID Center en MIT, mencionó por primera vez el internet de las cosas en una presentación que hizo a Procter & Gamble (P&G) en 1999, queriendo que la ID de frecuencia de radio (RFID) llamara la atención de P&G, Ashton llamó a su presentación “Internet de las cosas” para incorporar la nueva y genial tendencia de 1999: internet; el libro del profesor del MIT, Neil Gershenfeld, “When Things Start to Think”, que apareció también en 1999, no utilizó el término exacto, pero proporcionó una visión clara de hacia dónde se dirigía “IoT”.

Este concepto ha evolucionado a partir de la convergencia de tecnologías inalámbricas, sistemas microelectromecánicos (MEMS), micro-servicios e Internet; esta convergencia ha ayudado a derribar las brechas entre la tecnología operacional (OT) y la tecnología de la información (TI), permitiendo que los datos generados por máquinas no estructurados sean analizados para obtener información para impulsar mejoras, otra definición de IoT es la que efectúa (Said, Masud, 2013) en donde establece:

En la actualidad no hay una definición específica o estándar de la arquitectura del Internet de las cosas (IoT). Algunos investigadores definen el IoT como un modelo que abarca a las tecnologías de comunicación inalámbrica como las redes de sensores inalámbricos, redes móviles y actuadores, con cada uno de los elementos denominados “objeto o cosa” y con una dirección única. (p. 5)

“IoT” por sus siglas en inglés, permite que las máquinas, las computadoras, los dispositivos móviles u otros dispositivos inteligentes se comuniquen entre sí; gracias a las etiquetas y los sensores que recopilan datos, que se pueden utilizar a nuestro favor de muchas maneras, es en este aspecto donde vale la pena mencionar que la solución propuesta, debe permitir la interconexión entre los diferentes sensores propuestos más adelante y la transmisión en tiempo real de las posibles detecciones a las personas que se disponga institucionalmente.

Al respecto en el sitio web de la Universidad de Barcelona (2020), se genera una importante apreciación en como “IoT” realmente asaltó la transformación digital al mencionar que:

Se estima que 50 mil millones de dispositivos serán conectados a Internet en todo el mundo para 2020. Todas las huellas digitales de los consumidores pueden extraerse, agregarse y analizarse a través de Big Data para predecir su presencia, intención, sentimiento y comportamiento, que pueden usarse de una manera buena y mala. Solo tenemos que gestionar los problemas de seguridad y privacidad para asegurarnos de que podamos recibir todos los beneficios de esta tecnología sin asumir riesgos innecesarios.

### **Redes de sensores inalámbricos.**

Una red de sensores, es una colección de dispositivos, en general de un tamaño reducido capaz de sensar alguna variable de interés; pudiendo comunicarse entre ellos o en el caso más simple todos se comunican con una única estación receptora, siendo esta comunicación inalámbrica. Las redes de sensores son un concepto relativamente nuevo en

adquisición y tratamiento de datos con múltiples aplicaciones en distintos campos, tales como entornos industriales, domésticos, entornos militares, detección ambiental. Esta clase de redes se caracterizan por su facilidad de despliegue y por ser auto configurables, pudiendo convertirse en todo momento en emisor, receptor, ofrecer servicios de encaminamiento entre nodos sin visión directa, así como registrar datos referentes a los sensores locales de cada nodo. Otra de sus características es su gestión eficiente de la energía, que les permite obtener una alta tasa de autonomía que las hacen plenamente operativas.

Así mismo, (Cama, 2012) define éstas redes como:

“Las WSN están constituidas por sensores autónomos distribuidos espacialmente con el propósito de ser capaces de comunicarse entre sí con un mínimo de consumo de energía y entregando su colección de datos. En el contexto del Internet de las cosas (IoT) juegan un papel importante para incrementar la ubicuidad de las redes” (p. 165).

La miniaturización de los dispositivos, cada día mayor, dio a luz la idea de desarrollar dispositivos extremadamente pequeños y baratos que se comunican de forma inalámbrica y se organizan automáticamente. La idea de estas redes es repartir aleatoriamente estos nodos en un territorio amplio, del cual los nodos captan cierta información hasta que sus recursos energéticos se agoten.

Este tipo de redes tienen ventajas por encima de las redes tradicionales centralizadas, tienen un manejo eficiente de la energía llevándolo al máximo con topologías multi-hop, pero la mayor ventaja que presentan estas redes reside en su

escalabilidad y su estabilidad en su funcionamiento, ya que al tener la capacidad de carecer de un nodo central cualquiera puede asumir la tarea que por algún motivo su vecino ha dejado de realizar; en general este tipo de redes están compuesta por nodos, los cuales podemos subdividir en los siguientes componentes:

- Uno o más unidades de censado.
- Una unidad de procesamiento, en general un micro controlador.
- Una unidad de comunicación (Transceiver).
- Una unidad de alimentación en general baterías, paneles solares.

La unidad de alimentación es de vital importancia ya que esto limita el funcionamiento del dispositivo, haciendo que la gestión energética del mismo sea crítica para extender el tiempo de vida útil del mismo.

### **Redes de sensores remotos.**

En la actualidad se emplean sistemas de información geográfica y de teledetección para la localización y mapeo de movimientos en masa, existen diversos estudios que han empleado éstos sistemas generando distintas relaciones entre: “la geología, la topografía y la vegetación con la ocurrencia de movimientos en masa detonados por sismos o precipitaciones extremas”, así mismo relaciones inductoras con cambios en la cobertura vegetal (Beltrán, 2019).

Estos métodos presentan ventajas sobre otros procedimientos en términos de costo, efectividad y disponibilidad de información, por lo que presentan importantes datos para el análisis a escala regional.

El uso de series temporales de imágenes satelitales es útil para la detección de deslizamientos, pues permiten en el tiempo identificar cambios en la respuesta espectral de la superficie terrestre que puedan estar asociados con la remoción de la cobertura preexistente. Ahora bien, éste proceso puede ser más exitoso en el intertropical y en zonas con coberturas vegetales densas, ya que se logra un contraste que al ojo entrenado permite análisis objetivos, más existe como limitante, la nubosidad que persiste sobre las zonas afectadas, obstaculiza el análisis; esto se puede reducir con el uso de productos de alta resolución temporal, ya que tienen una mayor probabilidad de coincidir con un momento de baja nubosidad.

### **Redes de Sensores y su Implementación**

Para la implementación de una red de sensores se utiliza el sistema operativo “Contiki” creada para redes de sensores inalámbricos; Las necesidades de un nodo para una red de sensores inalámbricos son totalmente distintas a las que puede usar un dispositivo como un pc de escritorio, o portátil ya que estos últimos necesitan ante todo una interfaz amigable con el usuario y ejecución de procesos más complejos y de mayor calculo lo que se traduce en una mayor cantidad de hardware.

Los nodos para WSN tienen restricción de hardware, pero a su vez tienen como objetivo apoyar operaciones en tiempo real y no tiene que tener una interfaz gráfica con el usuario. Existen diversos sistemas operativos programados específicamente para WSN pero cada cual con características y funcionamientos distintos a saber:

**TinyOs.** Fue el primer sistema operativo orientado a las WSN, trabajo por medio de eventos y tareas guiadas y usa una extensión del lenguaje C, llamado nesC. TinyOS hace

llamados a los eventos apropiados y realiza la ejecución lo cual es soportado por nesC que tiene como función que a su vez determina prioridades entre tareas y eventos. Es OpenSource lo cual le ha permitido ampliar su cantidad de desarrolladores y de código. Los programas que posee contienen numerosos algoritmos que permiten generar enrutamientos y aplicaciones pre-construidas para sensores específicos o plataformas específicas.

**Contiki.** Existe también el sistema operativo Contiki el cual es un pequeño sistema operativo de código abierto desarrollado para uso en un número de pequeños sistemas pasando desde ordenadores de 8-bit a sistemas integrados sobre micro-controladores, incluyendo nodos de redes de sensores. Un sistema totalmente completo con una GUI requiere aproximadamente 30 Kb de RAM. Está diseñado para sistemas embebidos con escasa memoria. Contiki consiste en un núcleo orientado a eventos, el cual hace uso de protohilos, sobre el cual los programas son cargados y descargados dinámicamente. Soporta multihilado apropiativo opcional por proceso, comunicación entre procesos mediante paso de mensajes a través de eventos, al igual que un subsistema GUI opcional.

**CORMOS:** A Communication Oriented Runtime System for Sensor Networks, específico para redes de sensores inalámbricas como su nombre indica.

**eCos: (embedded Configurable operating system)** es un sistema operativo gratuito, en tiempo real, diseñado para aplicaciones y sistemas embebidos que solo necesitan un proceso. Se pueden configurar muchas opciones y puede ser personalizado para cumplir cualquier requisito, ofreciendo la mejor ejecución en tiempo real y minimizando las necesidades de hardware.

**EYESOS:** se define como un entorno para escritorio basado en Web, permite monitorizar y acceder a un sistema remoto mediante un sencillo buscador.

**MagnetOS:** es un sistema operativo distribuido para redes de sensores o adhoc, cuyo objetivo es ejecutar aplicaciones de red que requieran bajo consumo de energía, adaptativas y fáciles de implementar.

**T-Kernel:** es un sistema operativo que acepta las aplicaciones como imágenes de ejecutables en instrucciones básicas. Por ello, no importaría si está escrito en C++ o lenguaje ensamblador.

**LiteOS:** Sistema operativo desarrollado en principio para calculadoras, pero que ha sido también utilizado para redes de sensores.

Habiendo visto la descripción de las tecnologías existentes en cuanto a la utilización de los sensores en diversos campos y el internet de las cosas (IOT) que permite la interconexión requerida para en tiempo real saber que puede estar sucediendo en algún sitio determinado, en el próximo capítulo se esquematizara la propuesta de solución para ejercer un mayor control en las pistas no controladas y que puedan llegar a ser utilizadas por el narcotráfico para el despegue de aeronaves no autorizadas hacia destinos en donde son comercializados los alcaloides como producto final de los cultivos del cocaína en el país.

### **La tecnología de sensores y sus aplicaciones**

A continuación, se realiza un análisis de las diferentes aplicaciones que tiene las WSN, se nombran las más destacadas: monitoreo estructuras y construcciones, sistemas de defensa, aplicaciones biomédicas, control de fronteras, detección de terremotos, agricultura

de precisión, sistemas de control automático a nivel industrial, control de almacenes, detección de gases, entre otros.

### **WSN en el sector medio ambiental.**

Mitigar el impacto en el medio ambiente es un objetivo de las comunidades durante los últimos años, (Calderón, 2014) menciona al respecto:

La conservación de las fuentes de agua, su uso racional, el control biológico de plagas, el manejo racional de uso de agroquímicos, así como la emisión de gases de invernadero son temas de gran impacto en la sociedad actual por ello, los desarrollos de las WSN se han orientado al monitoreo de alguna de estas variables dada a la gran facilidad de las redes para adaptarse a entornos muy accidentados. (p.6)

Algunos de los proyectos orientados en este sentido son según la investigación de (Calderón, 2014):

**The great duck island experiment:** Esta red compuesta por más de 150 nodos, fue diseñada para censar, de forma no invasiva, la ocupación de los nidos de una especie de pato y la incidencia de los microclimas en su hábitat; siendo ésta una excelente forma de mantener una permanente vigilancia sobre ésta especie de animales.

**The shared wireless infostation model (SWIM).** Las ballenas y grandes mamíferos marinos se encuentran en peligro de extinción por lo que éste proyecto fue desarrollado para estudiar el impacto de los cambios medioambientales naturales y aquellos provocados por el hombre, en el comportamiento y movilidad de estas especies.

### **Aplicaciones en el sector salud.**

Dado el gran interés por el censado de variables fisiológicas, con el objetivo de monitorear al paciente en tiempo real, sin las complicaciones del cargue de equipos cableados y de gran tamaño, se han realizado proyectos que han coadyuvado al diagnóstico preventivo de enfermedades y la detección de anomalías fisiológicas de manera temprana.

Es así como grandes aplicaciones en esta área se ve enfocada a los sistemas de control de funciones tales como la tensión arterial, ya que por un lado se puede censar el valor de la misma y al superar algún valor de referencia el sistema puede tomar la decisión de aplicar algún medicamento en tiempo real para controlar esta señal, aunque en este caso no se emiten señales en tiempo real para prevenir algún tipo de alteración que pueda llegar a causar inclusive la muerte, si utilizan la tecnología de sensores para medición de diferentes alteraciones en el cuerpo humano que posteriormente le den a los médicos una serie de valores para analizar y tomar decisiones en los tratamientos a seguir.

Sin embargo, en éste campo ya encontramos aplicaciones de la tecnología de sensores en donde se le implanta al paciente un chip que le mide la frecuencia cardiaca y se la regula en caso de presentar alguna alteración o dado el caso emite una alerta al médico tratante sobre una posible emergencia. (Calvagna, 2020) define un desfibrilador interno como “un dispositivo eléctrico, Si el corazón comienza a latir de manera irregular, el dispositivo envía una descarga eléctrica. Dicha descarga es enviada para restaurar el ritmo normal”.

### **Aplicaciones en el sector agrícola.**

Entre las áreas en donde más uso se ha dado a las WSN, se tiene el sector agrícola ya que por sus características en la topología de su terreno hace que sea casi exclusivo su uso; (Calderón, 2014) habla sobre algunas aplicaciones disponibles como:

Riego inteligente, el análisis regular de variables como el pH, la presencia de minerales tales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre, magnesio, hierro, de igual manera la humedad, horas de luz, niveles de radiación, viento y evaporación son en la actualidad ampliamente desarrolladas. (p.7)

Existe una aplicación llamada Lofar, creada para lograr la medición de humedad y temperatura, se pretendía detectar el momento propicio para combatir las plagas en los cultivos de papa; sus resultados lograron demostrar que: “el crecimiento del cultivo reduce drásticamente el radio de cobertura de los dispositivos de comunicaciones y afecta el desempeño de la aplicación” (Langendoen, 2006).

### **Aplicaciones en el sector transporte**

Así mismo, reviste importancia mencionar que la tecnología de sensores también ha tenido mucha aplicabilidad en el transporte terrestre, tanto en las vías como en los vehículos automotores que utilizan varios sensores para medición de velocidad, temperatura, grados de inclinación en las curvas, proximidad a otros vehículos u obstáculos, entre otros, los cuales buscan facilitar y mejorar las herramientas para los conductores, (Bosch, 2002) define los sensores en los vehículos como: “órganos sensoriales del vehículo con los que puede captar recorrido, posición, velocidad, rotaciones, aceleración, vibraciones, presión, caudal, temperatura y otras magnitudes de influencia” (p.1). Éstos sensores son clasificados

en tres categorías: funcionales con los que se dan tareas de mando y regulación, sensores con fines de seguridad y aseguramiento (antirrobo) y sensores para la vigilancia del vehículo que hacen diagnósticos a bordo del vehículo y brindan dicha información al conductor y pasajeros.

Igualmente, se ha vuelto característico que las autoridades de tránsito instalen sensores con tecnología Doppler para permanentemente sentir la velocidad a la cual se desplazan los vehículos por vías principales, de esta manera se ha logrado reducir significativamente la tasa de accidentalidad y mortalidad en las principales ciudades del mundo, ahora se tiene un claro ejemplo de este tipo en la ciudad de Bogotá, con excelentes resultados en reducción de muertes y accidentes.

### **Aplicaciones en los teléfonos inteligentes**

Hoy en día, es muy común que todas las personas tengan un teléfono inteligente para realizar muchas actividades del diario vivir, que antiguamente se debían realizar con diversos aparatos electrónicos, cada año aparecen un sin número de opciones que le permiten al usuario final adaptarse y escoger el modelo que más le convenga dependiendo el uso final que se le vaya a dar y las necesidades de cada persona, lo que no se detiene a pensar un usuario es en toda la tecnología que este dispositivo tiene integrada para lograr cumplir con las expectativas y requerimientos de las personas, de tal manera, que a continuación se mencionan los distintos tipos de sensores que se integran generalmente en un solo dispositivo:

**Acelerómetro:** El acelerómetro mide las fuerzas aplicadas al dispositivo en un momento en el tiempo. Estas fuerzas se pueden utilizar para determinar en qué dirección se está moviendo el usuario del dispositivo, al respecto (Villaluenga, 2015) lo define así:

“Un acelerómetro es un sensor que mide la aceleración física experimentada por un objeto debido a las fuerzas inerciales o a la excitación mecánica, convirtiéndola en una señal eléctrica. Los dos tipos de aceleraciones que puede sufrir un objeto son las que se deben a la acción de la fuerza gravitacional sobre ese cuerpo o aceleración estática y las debidas a la aplicación de cualquier otro tipo de fuerza externa sobre el sensor, denominada aceleración dinámica, ambas pueden medirse con un acelerómetro” (p. 10).

**Magnetómetro:** El sensor se puede utilizar para determinar el ángulo con el que el dispositivo es girado en relación con el polo norte magnético de la Tierra.

**Giroscopio:** El giroscopio se encarga de medir el giro de un dispositivo en dirección diagonal gracias a la aceleración angular, algo de lo que no es capaz por sí solo el acelerómetro. Juntos, el acelerómetro y el giroscopio pueden detectar los cambios en la posición del dispositivo en 6 ejes.

**Sensor de luz:** Este tipo de sensor permite detectar la cantidad de luz en un ambiente y de ésta manera ajustar la intensidad de luz de la pantalla.

**Sensor de proximidad:** Este sensor es el que bloquea la pantalla cuando el teléfono está pegado al oído en alguna llamada.

Los anteriores, son algunos de los sensores más comunes inmersos en un dispositivo inteligente, con los cuales hoy en día se pueden realizar una gran cantidad de actividades y

que fueron integrados para facilitar el diario vivir de las personas usuarias y con lo cual se puede visualizar el gran uso que tiene la tecnología de sensores para dar solución a diferentes problemas.

Con el objetivo de mostrar una revisión del estado actual de la tecnología, la cual no pretende ser exhaustiva ni completa, se mencionan a continuación algunos métodos reportados por la literatura para la identificación de movimientos en masa basados en sistemas de teledetección:

### **Modelos Digitales del Terreno**

La combinación de inventarios de movimientos en masa con variables derivadas a partir de MDT, se emplean para simular la susceptibilidad del relieve a procesos de remoción en masa a partir de modelos heurísticos o estocásticos, así mismo la “identificación de estos procesos con base en correlaciones morfométricas” (Moncada Rojas,2014); sin embargo existen restricciones debido a los cambios morfométricos para una misma unidad de relieve con MDT de diferentes niveles de resolución espacial (Moncada, 2014).

Acorde con lo anterior, (Moncada, 2014), señala en su trabajo de investigación, que:

La precisión del modelo para la identificación de deslizamientos depende de la elección de la escala óptima, la cual está en función del tamaño del deslizamiento. Para el caso de deslizamientos superficiales en cinco regiones del Japón, los autores encontraron que los tamaños de ventana representativos son de aproximadamente 30 m; por lo que concluye que, el tamaño de la ventana óptima puede estar relacionada con el tamaño medio de los deslizamientos en cada región. (p.35)

## Capítulo 4

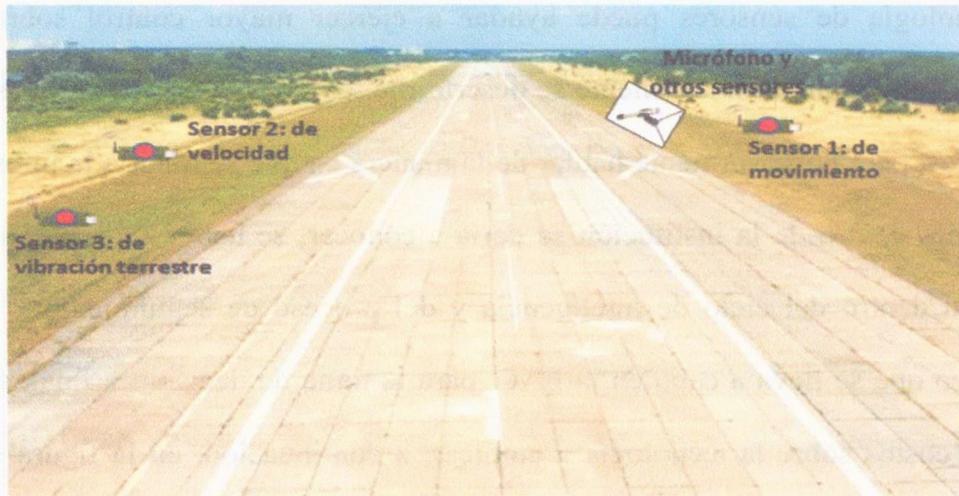
### **Propuesta uso de sensores para el control de pistas aéreas no controladas**

En el presente capítulo se realizara una esquematización de la propuesta que basada en la tecnología de sensores puede ayudar a ejercer mayor control sobre pistas no controladas en Colombia, inicialmente se describirán los tipos de sensores que se proponen ser utilizados, para posteriormente hablar de la manera en que se trataría la información y a que entidades dentro de la institución se daría a conocer, se hablará del tratamiento de la información dentro del ciclo de inteligencia y del proceso de seguimiento y análisis del blanco aéreo que se lleva a cabo en la FAC, para la toma de decisiones final, así como un análisis de costos sobre la tecnología a emplear; a continuación, en la figura se ilustra el modelo propuesto.

Como se puede observar en la figura 2, el modelo consta de 3 sensores que deben ser ubicados al costado de una pista elegida, uno de los sensores, es el de vibración terrestre, el cual tiene la función de activarse cuando la tierra vibre, bien sea, por el aterrizaje o despegue de una aeronave, o por algún vehículo automotor que haga paso por el sensor, teniendo en cuenta, que no es suficiente evidencia éste solo sensor para alertar sobre algo inusual que se esté presentando en una pista, son requeridos los sensores de movimiento y de velocidad, los cuales se encargaran respectivamente de activarse al haber cualquier tipo de movimiento bien sea de un animal o persona y combinado con el de velocidad, el cual, deberá estar calibrado para activarse cuando detecta velocidades por encima de 20 km/ hora, ya que es importante que si se detectan vehículos en la pista de interés, se haga la alerta, ya que podría tratarse del momento en el que se está preparando la

salida de una aeronave por parte del personal logístico, encargado de ello dentro de la cadena de exportación de alcaloides.

**Figura 2**  
*Pista de aterrizaje y ubicación de sensores*



Fuente: Propia

A continuación se hace una breve definición de los sensores utilizados propuestos en la solución planteada:

### **Sensor de Movimiento**

Sorlepaun (2018), define sensor de movimiento como:

Es un dispositivo electrónico que responde al más mínimo movimiento físico, su uso está dirigido a la seguridad electrónica y por su eficaz funcionamiento es perfecto para esta clase de proyectos, la sensibilidad de estos sensores es perfecta para colocarlos en puntos vulnerables ya que poseen una gran amplitud a la hora de detectar un movimiento.

Este sensor es de vital importancia para la propuesta ya que es el único que puede alertar sobre cualquier tipo de movimiento en el sitio a sensorar, si bien, puede activarse con el solo movimiento de animales que pasen dentro del rango de acción del sensor, la alerta

final se emitirá cuando se realicen los análisis respectivos programados, por parte del conjunto de sensores o del software elegido para controlar la red de sensores.

### **Sensor de Velocidad**

Este sensor como ya se explicó al inicio del presente capítulo tiene la función de complementar las alertas generadas por los otros dispositivos para de ésta forma validar que el objeto sensado tiene una velocidad que se aproxima a un vehículo automotor bien sea terrestre o aéreo, para la propuesta planteada, se sugiere que sea de tipo inductivo ya que precisa unas ventajas que se acoplan al tipo de pistas que se busca sean sensadas, de tal manera que de acuerdo a (Monteiro, 2017) algunas de éstas ventajas son: diseño flexible para satisfacer diversas aplicaciones, proporciona parámetros básicos del tráfico (volumen, presencia, ocupación, velocidad), no se ve afectado por las variaciones climáticas, puede proporcionar datos sobre clasificación y tipos de vehículos, bajo costo de instalación y mantenimiento” (p.99)

Por otro lado, en caso de poderse realizar la programación del cálculo que permita determinar la velocidad de un objeto detectado por el sensor de movimiento y vibración, se podría llegar a omitir el sensor físicamente, pero no el dato de la velocidad registrada por el objeto sensado.

### **Sensor de Vibración**

Cuando se estudia el efecto de las vibraciones inducidas en la superficie libre o en edificios por el movimiento de transportes terrestres o por actividades de construcción, se suele usar la velocidad de las partículas de suelo como cantidad de comparación. Esto se debe a que a través del tiempo, el estudio de estos efectos se ha desarrollado a partir del

establecimiento de correlaciones empíricas entre el daño observado y la velocidad pico de las partículas del suelo, por lo tanto, un dispositivo que almacena y capta correctamente estas vibraciones del suelo se conocen como geófonos, tal como se muestra en la figura 4, el cual, por su tamaño y funcionalidad se convierte en el sensor adecuado para integrar la propuesta de solución al problema planteado.

**Figura 3**

Sensor de geófono: RTC-10hz, 395 ohmios, geófono vertical con conector hembra KCL



Fuente: <https://www.stumblej.com>

### **Sensor de Sonido**

Ya que en el capítulo 3 se hizo una explicación amplia acerca de la tecnología de sensores, no se tratará en este capítulo, sin embargo, en vista que es un proyecto que integra distintos instrumentos, entre ellos el sensor de sonido, se explicara en que consiste:

Un sensor de sonido (sin importar la marca), es capaz de registrar niveles de ruido gracias a su micrófono integrado; analiza el sonido ambiental circundante en el espectro de frecuencia audible para el oído humano, mostrando los datos recolectados en dBA. Esta

información es esencial en determinados espacios con altos niveles de contaminación acústica o con restricciones en los niveles de ruido.

El sensor registra información del nivel sonoro puntualmente (mediciones cada predeterminado intervalo de tiempo) o continuo (niveles alcanzados durante un periodo de tiempo) en el área en el que se encuentra. Junto a ello, proporciona un análisis clasificado en percentiles y máximo absoluto, permitiendo al usuario controlar los niveles acústicos de un barrio, fábrica, etc. y proceder a su mejora adoptando las medidas necesarias.

El módulo transmisor y la batería van instalados dentro de una envolvente que dotan al sensor de un nivel de aislamiento IP65 que le permite operar en un amplio rango de condiciones ambientales.

### **Módulo micrófono arduino**

“Los transductores son dispositivos que convierten energía de una forma a otra; un micrófono es un transductor que convierte la energía sonora en señales eléctricas, dependiendo de la aplicación, un micrófono puede utilizar diferentes tecnologías para convertir sonidos en señales eléctricas” (Arduino, 2018).

El micrófono de condensador “electret” es un condensador de placas paralelas y trabaja en el principio de una capacitancia variable; consiste en dos placas, una fija (llamada la placa trasera) y el otro movable (llamado diafragma) con una pequeña separación entre ellos; el potencial eléctrico carga la placa y cuando el sonido golpea al diafragma se inicia moviendo cambiando el estado entre las placas.

Este módulo tiene dos salidas:

- AO: salida analógica, señal de voltaje de salida en tiempo real del micrófono

- **DO:** salida digital, cuando la intensidad del sonido alcanza un cierto umbral, la salida es una señal de nivel alto o bajo, la sensibilidad del umbral puede lograrse ajustando el potenciómetro, para asegurarse de que el micrófono pueda detectar tu voz o un sonido de palmas, se debe cambiar su sensibilidad girando el potenciómetro azul en el módulo.

Al modificar el potenciómetro, se ajusta la ganancia de la señal del micrófono y la salida analógica modifica su valor.

Para la salida digital, se compara la salida analógica con un valor fijo de la salida del altavoz, así que, modificando el potenciómetro, se modifica la sensibilidad para que se active el pin digital.

### **Micrófono de medición USB omnidireccional**

El UMIK-1 es un micrófono de medición USB omnidireccional que proporciona medición acústica Plug & Play; desde la medición acústica del altavoz y la sala hasta la grabación, es reconocido automáticamente por todos los sistemas operativos (Windows / Mac) y Ipad con kit de conexión de cámara; el fabricante proporciona un archivo de calibración único basado en el número de serie para asegurar una medición precisa; combinado con un software de medición acústica recomendado por el fabricante, es la combinación perfecta para un sistema de medición plug & play.

En la figura 4 se puede apreciar el tipo de micrófono de medición omnidireccional:

### **Baterías solares**

Para poner en funcionamiento los instrumento tecnológicos que servirán como fuentes primarias de información sobre la utilización de pistas no controladas, se emplearan

baterías solares; estas son “módulos fotovoltaicos individuales que captan la energía que proporciona el sol convirtiéndola en electricidad; están formados por celdas solares que a su vez contienen células solares individuales hechas de materiales semiconductores como el silicio (cristalino y amorfo) que transforman la luz (fotones) en energía eléctrica”. (Celsia, 2020).

Cuando hay luz solar, una célula solar se comporta casi como una pila, la luz solar recibida, separa los electrones de modo que forman una capa de carga positiva y una de carga negativa en la célula solar; esta diferencia de potencial genera una corriente eléctrica.

Los paneles se conectan a su vez a una batería que almacena la electricidad generada y es esta carga la que se utiliza; los paneles solares se componen de células fotovoltaicas (PV), que convierten la luz solar en electricidad de corriente continua (DC) durante las horas del día.

**Figura 4**  
UMIK 1, Micrófono Omnidireccional



Fuente: <https://www.minidsp.com/products/acoustic-measurement/umik>

### **Enlaces satelitales short bus data**

Como concepto se tiene que “es un sistema dentro de una computadora o dispositivo, que consiste en un conector o un conjunto de cables, que proporciona transporte para los datos” (Tecnopedia,2020); estos sistemas han evolucionado en diferentes tipos de buses de datos junto con computadoras personales y otras piezas de hardware.

En general, un “short bus data” estándar posee 32 bits, mientras que los sistemas más nuevos pueden manejar cantidades de datos mucho mayores; short bus data puede transferir datos hacia y desde la memoria de una computadora, o dentro o fuera de la unidad central de procesamiento (CPU) que actúa como el "motor" del dispositivo, así como entre dos computadoras.

El uso del término "short bus data" es algo similar al uso del término "busbar eléctrico" en electrónica (tecnopedia, 2020); la barra de bus electrónica proporciona un medio para transferir la corriente de la misma manera que el bus de datos proporciona una forma de transferir datos; en los complicados sistemas informáticos actuales, los datos a menudo están en tránsito y se ejecutan a través de varias partes de la placa base y las estructuras periféricas de la computadora; con nuevos diseños de red, los datos también fluyen entre diferentes piezas de hardware y un sistema virtual o por cable más amplio, son herramientas fundamentales para ayudar a facilitar toda la transferencia de datos que permite tanta transmisión de datos a pedido en sistemas de consumo y otros.

### **Inteligencia técnica en uso de sensores**

Partiendo del principio de que lo que se pretende con este trabajo de investigación es la obtención de información del uso ilegal de pistas aéreas no controladas de interés para

la FAC, a continuación se exponen los principios y métodos empleados por las FFMM de Colombia para el tratamiento de informaciones obtenidas por fuentes primarias tanto humanas como técnicas, los principios de la inteligencia son aplicables a todo tipo de información, en el entendido de que debe ser sometida a un proceso mediante el ciclo de inteligencia; iniciando con el planeamiento del esfuerzo de búsqueda, se somete la emisión de estas señales como fuentes primarias de información ubicadas en las pistas de aterrizaje; esto desde la doctrina existente en el proceso militar para la toma de decisiones y la inteligencia militar.

### **Información.**

El Manual de Inteligencia de Combate, MIC (2006), la define como “Es un conocimiento específico o dato de interés, normalmente parcial sobre personas, acciones, lugares y cosas, que no han sufrido un proceso intelectual y sirve para la producción de inteligencia”. (P. 7)

### **Información militar**

Es el dato relacionado con un hecho, actividad, persona o cosa de interés para los medios de búsqueda de información y de importancia en el planeamiento y conducción de operaciones militares; puede ser verdadero, dudoso o falso, exacto o inexacto, pertinente o no. Constituye la materia prima para la producción de inteligencia. (P. 7)

### **Inteligencia militar**

Es el producto resultante de recolectar, evaluar e interpretar la información disponible que ofrece valor inmediato o potencial para el planeamiento y conducción de

operaciones militares; inteligencia militar abarca, inteligencia de Combate, inteligencia básica, inteligencia estratégica y la contrainteligencia. (p.7)

### **Anexo de inteligencia**

El anexo de inteligencia se elabora antes de la orden o plan de operaciones, y su propósito es el de diseminar información esencial sobre el enemigo para instruir a los comandos subordinados en lo referente a la adquisición de información necesaria para planear y conducir la operación, la cual debe ser obtenida con anterioridad a la iniciación o en su comienzo; igualmente, este anexo permite dar órdenes y guías sobre aspectos de inteligencia no concernientes a la operación. (p. 9)

### **Fuente de información**

Persona o instrumento que proporciona información útil y de interés para el planeamiento y conducción de operaciones militares. (p.12)

### **Principios básicos de la inteligencia**

#### **Oportunidad.**

Que los factores de tiempo y lugar permitan su empleo, solo la inteligencia sirve cuando le llega a tiempo al comandante para influir en su decisión.

El cumplimiento de este principio puede obligar a la comunicación de informes o inteligencia aun incompletos, en cuyo caso se debe advertir al destinatario. (p.15)

#### **Seguridad**

La naturaleza misma de la inteligencia, las informaciones, su sistema de operación, ubicación, sus colaboradores, informantes y agentes, deben protegerse adecuadamente.

Sin embargo, las medidas de seguridad tomadas no deben obstaculizar la oportuna difusión de la inteligencia. (p.16)

### Ciclo de inteligencia - definición

El ciclo de inteligencia como se observa en la figura 6, es un proceso lógico, continuo y ordenado que sigue cuatro fases, las cuales suceden simultáneamente, mientras que los medios de búsqueda están recolectando nueva información, la obtenida está siendo procesada y difundida.

**Figura 5**  
*Ciclo de Inteligencia*



Fuente: Manual de inteligencia de combate 2-3(pág. 37-38)

### Planeamiento del esfuerzo de búsqueda

En la fase de planeamiento, se hace un análisis de la misión, a fin de bajarla al nivel de la unidad operativa que debe llevar a cabo la ejecución de la misma. Una vez llevado a

término el análisis que abarca: análisis del enemigo, del tiempo y del terreno, así como de los medios disponibles, se emiten las ordenes y solicitudes ante las agencias disponibles y se dan las ordenes pertinentes en concordancia con el análisis realizado.

### **Búsqueda de información**

La búsqueda de información constituye la fase más importante de la Inteligencia, en esta se despliegan todas las capacidades de las agencias y fuentes disponibles.

#### **Medios de búsqueda de información.**

Para efectuar la búsqueda de información el jefe de inteligencia cuenta con los diferentes agentes, agencias y fuentes bajo su control, los cuales se denominan medios de búsqueda de información (MBI); así mismo para las tareas de recolección también puede contar con agencias superiores u otras que no estén bajo su responsabilidad.

#### **Tipos de agencias y agentes.**

**Agencias de inteligencia abiertas:** Son todas las unidades militares y los individuos que las integran, los cuales, en desarrollo de su tarea de búsqueda, se identifican como militares y asumen la representación institucional; dentro de las cuales podemos citar:

- Tropas
- Seccionales de Investigación Criminal
- Especialistas de Inteligencia Militar

**Agencias de inteligencia cubiertas:** Son unidades de especialistas organizadas para cubrir objetivos de difícil acceso y que, en desarrollo de su labor, protegen su identidad y la de la institución.

Responden por la búsqueda de información relacionada con organizaciones subversivas, urbanas armadas o de apoyo y por el acopio de referentes del ambiente operacional.

Los organismos de Inteligencia recopilan los informes obtenidos por las Agencias abiertas y Agencias Cubiertas, los registran, procesan y difunden evaluados a los comandos militares con interés en cada aspecto. (EJC 2-3, 2006, P.74)

### **Fuentes**

En la inteligencia militar, una fuente es la persona, cosa o actividad de la cual se puede obtener información útil para la producción de inteligencia. Puede estar o no bajo control propio.

Las fuentes de información más comunes son:

- Actividades
- Bandoleros Entregados
- Civiles
- Personal Militar Liberado
- Documentos enemigos capturados
- Material de Intendencia, guerra y comunicaciones capturado al enemigo.
- Intercepción de comunicaciones enemigas. (p.75)

### **Fuentes y agencias:**

Se divide en cuatro aspectos que permiten clasificar a todas aquellas personas o instrumentos que suministran información así:

**Agentes de inteligencia:**

Son nombrados para ejercer funciones propias de inteligencia específicamente cumplen misiones a cubierto.

**Estaciones de monitoreo:**

Son puestos de escucha ubicados estratégicamente con el fin de obtener información del enemigo mediante el empleo de instrumentos tecnológicos para la inteligencia de señales.

**Informantes:**

Algunos son reclutados, otros son voluntarios, no hacen parte de las Fuerzas Militares; estos cumplen misiones de inteligencia por deseo de colaborar, necesidad económica o por ganancia material o personal, se encuentran dentro o cerca de los blancos de interés para la organización a quien sirven eventualmente.

**Traficantes de información:**

Son personas dedicadas a obtener dinero a cambio del suministro de supuestas informaciones; por lo general cada uno de estos sujetos posee su acceso al enemigo y se especializan en determinado campo de informaciones, pueden catalogarse como agentes dobles u oportunistas (EJC 2-3,2006, P. 85)

**Evaluación**

La evaluación permite determinar quién dio la información, el grado de veracidad de la misma y si es recomendable operar o no.

Para una correcta evaluación de la información se deben observar los siguientes aspectos:

**Pertinencia:**

Se examina la información para determinar su valor y en ese caso establecer a quien o quienes les es útil; el análisis de la información en razón a su pertinencia nos indica:

- Si la información es requerida con urgencia y en ese caso ¿por quién?
- Si la información es de valor en el momento o en el futuro y en ese caso ¿a quién?
- Si la información recibida tiene importancia para la agencia de inteligencia o no. (Enemigo, ambiente operacional)

Es imprescindible determinar con urgencia la pertinencia de la información con el fin de hacerla llegar oportunamente a quien realmente puede hacer uso de ella, dado el caso las agencias de inteligencia pueden enviar a otras directamente la información con el fin de que sea explotada rápidamente (EJC 2-3, 2006, P.89).

**Credibilidad:**

La escala de valores para asignarle credibilidad a un Medio de Búsqueda de Información, está dada en letras de la A a la I de la siguiente forma: A. Completa. B. Normal. C. Regular. D. Dudosa. E. Mínima. F. No puede ser juzgada.

**Exactitud:**

La exactitud significa “la veracidad probable de la información”, es la parte de la evaluación que determina la calidad de la información, ya no por las condiciones de experiencia y veracidad de las agencias, sino por la posibilidad de que el hecho haya ocurrido o vaya a suceder.

Al igual que la credibilidad, la exactitud tiene seis grados que permiten ubicar el informe dentro de determinado escalón de verdad, se indican por medio de números así:

**(1). Confirmado por otras fuentes:** A una información se le da este valor cuando todos los puntos son exactos, coherentes, lógicos, no dan ocasión a dudas y coinciden exactamente con las circunstancias de modo, tiempo y lugar.

**(2). Probablemente verdadero:** Un informe se puede considerar probable, cuando los datos que contiene la información son exactos. Lo informado es coherente con datos obtenidos anteriormente, existen elementos de juicio, pruebas que el hecho va a suceder, que permiten corroborar su veracidad.

**(3). Posiblemente verdadero:** Se determina como Posiblemente Verdadero, cuando los datos que contiene la información son lógicos, los datos suministrados nunca han sucedido, pero existe la posibilidad de que ocurran.

**(4). Dudoso:** En ocasiones el informe contradice los hechos o procedimientos conocidos y no puede ser confirmado o negado por otros informes disponibles, por lo tanto se le declara de carácter dudoso.

**(5). Improbable:** Cuando el informe contradice otros ya confirmados por diversas fuentes o agencias, va contra todo principio lógico o racional y los datos no concuerdan con la realidad, se dice que su exactitud es improbable.

**(6). No puede ser juzgada:** No se tiene conocimiento anterior de hechos relacionados con el informe, lo cual nos impide conocer la veracidad o falsedad de hechos, hacen imposible al analista determinar la exactitud, en estos casos se nota que la verdad no puede ser juzgada.

**Clasificación:** Es la combinación de credibilidad y exactitud que se coloca a un informe, para darle a quien lo estudie una orientación sobre el grado de aproximación de los hechos con la verdad. Ejemplo **A1, B3, C2, F1**. (EJC 2-3,2006, P.94).

### **Difusión y empleo**

La difusión se define como la oportuna comunicación de informaciones o de inteligencia a unidades y agencias que pueden hacer un empleo adecuado de los datos obtenidos.

El propósito principal de la difusión es permitir a los mandos tomar decisiones con confianza y proporcionar conocimiento de informaciones con las cuales se pueda procesar nueva inteligencia.

En general el criterio que se sigue es asegurar que todos los escalones tengan la misma información respecto a un área de operaciones y del enemigo para que, con esa base, se pueda adelantar un planeamiento coordinado de operaciones militares. (EJC 2-3,2006, P.105).

### **Medios de difusión.**

- a. Verbales
- b. Escritos: Mediante los siguientes escritos:
  - **Informes inmediatos:** Son comunicados de informaciones o inteligencia con alta prioridad y en los cuales el tiempo de transmisión es esencial; no requiere un formato especial, pero deben contestar los interrogantes que, quien, cuando, donde, como, por qué y para qué, se refieren en especial a hechos que representan amenaza para la misión o seguridad.

- Resumen de Inteligencia
- Informe de localización del enemigo
- Informe de interpretación de imágenes
- Informe de entrevistas y análisis de documentos
- Pronósticos de tiempo
- Estudios de clima
- Resumen o informe de inteligencia técnica
- Libros de orden de batalla
- Análisis del área de operaciones
- Anexo de Inteligencia: Es la orden formal de Inteligencia que acompaña la orden de operaciones, en el primer párrafo se difunde un resumen de la situación del enemigo, de igual manera se puede hacer referencia aquí a mapas, superponibles u otros anexos.
- Mapas
- Fotografías aéreas y mosaicos. (EJC 2-3,2006, P.106-109)

### **Principios básicos de la difusión**

**Oportunidad:** Suministrar la información o la inteligencia resultante a la agencia que le es pertinente dentro de los factores de tiempo y lugar para que pueda ser utilizada

**Seguridad:** En la difusión deben ser tomadas todas las medidas necesarias para evitar que la inteligencia obtenida sea conocida por el enemigo.

**Continuidad:** Se debe tener en cuenta la constancia y permanencia en la labor de búsqueda y difusión, evitando restringir de información necesaria para el planeamiento de operaciones a otra agencia.

**Amplitud:** Al ser difundida la información e inteligencia, esta debe responder a todos los interrogantes que puedan surgir, evitando así la confusión o retardo en su empleo.

### **Costos del proyecto**

Antes de hablar de costos, es importante conocer que existen diversidad de modelos y alternativas para implementar este tipo de proyectos, que requieren fuentes de energía solar; sensores de sonido y micrófonos transductores entre otros instrumentos tecnológicos; en países desarrollados que han implementado el uso de energías limpias, se han logrado enormes avances tecnológicos; de acuerdo a lo investigado por la compañía de energías limpias Celsia (2020), “ Colombia tiene una facilidad en el crecimiento de las iniciativas de energías renovables, y en especial las que tienen que ver con energía solar fotovoltaica, es evidente el crecimiento de proyectos que hay en este momento en el país, la mayoría corresponde a sistemas con energía solar”.

Por otra parte, los materiales y componentes con los que se hacen las instalaciones fotovoltaicas, como los paneles solares, cada vez son más económicos, tienen una vida útil de 10 a 25 años y no requieren grandes esfuerzos en mantenimiento.

Sin embargo, no solo se trata de paneles solares, la instalación de energía solar también incluye otros equipos fotovoltaicos como protecciones eléctricas.

Por fortuna, los costos de estos elementos también han disminuido propiciando abarcar proyectos en su total dimensión, desde el diseño del sistema hasta la instalación y el mantenimiento.

En Colombia, el costo de una instalación fotovoltaica depende de diferentes factores, siendo el principal la cantidad de energía que se espera generar, es decir, la capacidad del sistema y el espacio disponible que se tenga para la instalación.

Sin embargo, de acuerdo con (Portafolio, 2019), “las láminas metálicas conductoras de energía o paneles solares están valoradas en el mercado entre 200 a 300 dólares en 2018, sin tener en cuenta el valor adicional de equipos y sistemas”; es un punto de partida para determinar la inversión necesaria, pues la estimación total depende de las necesidades específicas de cada usuario.

De acuerdo con el portal (Greensmedia, 2019), revista digital especializada en desarrollo sostenible y energías limpias, “el costo de los paneles solares representa hasta un 30% o 35% del costo total del sistema, el cual varía dependiendo de la solución para cada caso”.

En resumen, los costos por cada punto de monitoreo estarán en el siguiente orden de valores como lo muestra la tabla 2:

**Tabla 2**  
*Costos por punto de monitoreo*

<b>Instrumento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>
<b>Micrófono Arduino</b>	01	270.000
<b>Sensor Geófono</b>	01	181.000
<b>Panel Solar</b>	01	800.000
<b>Sensor de velocidad</b>	01	900.000
<b>TOTAL</b>		2'151.000

Fuente: Propia

### **Tratamiento de la información**

Habiendo visto lo anterior, en cuanto a definiciones y componentes que se proponen para la solución al problema planteado, es importante centrarnos en cómo se puede tratar las alertas que se originen del dispositivo una vez se encuentre en funcionamiento, si así se

llegara a determinar, inicialmente es importante definir la pista piloto en donde se instalara el primer prototipo, también debe ser claro que por ser un conjunto de sensores que buscan contrarrestar un fenómeno tan complejo como lo es el narcotráfico, de acuerdo a lo expuesto en el primer y segundo capítulo se deben adoptar todas las medidas de seguridad y compartimentación de dicha propuesta, para que llegue a ser efectiva, de manera tal, que para su instalación se deberá hacer un estudio de inteligencia del área, el cual permita entrar con el personal idóneo sin llamar la atención de personas ajenas a los involucrados en dicha tarea, y de ésta manera lograr el objetivo de puesta en marcha.

Una vez instalado el dispositivo, antes de abandonar el sitio se deben hacer las respectivas pruebas de comunicación con quienes recibirán las alertas emitidas, teniendo en cuenta, que es un dispositivo que se puede activar a cualquier hora del día, lo ideal es que éstas lleguen al Centro de Comando y Control de la FAC (CCOFA), en su fase inicial se sugiere que sea al comandante de batalla, para que éste active todo el protocolo establecido para los casos en que se recibe información de inteligencia o alertas de fuentes externas sobre posibles movimientos, es importante tener en cuenta el tratamiento que se le debe dar a la información, si bien anteriormente se habló de lo que son las fuentes de información y la definición de información, hay que enmarcar ésta solución dentro de los principios de la inteligencia contemplados en el manual de inteligencia aérea como lo son la previsión el cual la define como:

Implica el contar con el acopio suficiente de información sobre los acontecimientos, alcances y riesgos, estudiando y analizando los probables cursos de acción de la

amenaza para anticiparse a ella, de tal forma que la inteligencia tienda a convertirse en una actividad proyectiva y no reactiva. (p.7)

Éste principio es importante mencionarlo dado que la propuesta es considerada como un sistema de alerta temprana que le permite anticiparse al despliegue de recursos aéreos de manera más efectiva cuando se detecte alguna anomalía en la pista en donde sea instalado el dispositivo, como se mencionó anteriormente la FAC invierte recursos amplios en la realización de patrullajes aéreos para corroborar o desvirtuar informaciones que llegan de diversas fuentes, en su mayoría humanas, sobre la posible realización de movimientos de aeronaves no autorizadas desde aeródromos no controlados o improvisados por las organizaciones dedicadas al narcotráfico.

Otro principio a tener en cuenta es el de la seguridad y compartimentación el cual es definido como:

La protección y discreción de los recursos que participan en el proceso de inteligencia, es vital para la supervivencia de la Fuerza. Ella no debe ser obstáculo para la operación y difusión efectiva de inteligencia.

En la organización de inteligencia, cada nivel debe conocer estrictamente lo que le compete y esto le significará seguridad, capacidad de combate y garantía de reserva en su manejo. (p.8)

De acuerdo al manual de inteligencia (FAC, 2008), esta manera de obtención de información se enmarca dentro del método de recolección de información principal discreta, la cual es definida como:

Operación que debe conducirse silenciosa y cautelosamente, de tal forma que se evite al máximo, la curiosidad desmedida, el interés público o la interferencia que

pueda entorpecer el desarrollo y éxito de la operación. Las operaciones discretas, pueden ser aceptadas y atribuidas a sus promotores. Como ejemplo de esta, se hace mención a los vuelos de reconocimiento en el espacio aéreo enemigo, entrevistas a desertores y la información obtenida de equipo militar que haya sido confiscado (p.15)

Es importante resaltar que para que una alerta generada por el dispositivo, que inicialmente sería considerada como información de una fuente técnica, pueda ser considerada inteligencia como tal, se deben tener en cuenta aspectos como:

**La meteorología:** En ésta disciplina se estudian todos los fenómenos atmosféricos como tormentas, huracanes, intensidad de los vientos y demás, que puedan llegar a afectar la aviación en determinadas zonas y por ende que puedan llegar a afectar los dispositivos instalados y hagan que éstos emitan una posible falsa alerta, es muy importante que el analista antes de emitir una sugerencia de salida de aeronaves que verifiquen una pista, analice los fenómenos meteorológicos que se están presentando en el punto de interés, de manera que cuando se descarte éste aspecto ya se podrá continuar con el siguiente punto.

**Análisis comparativo de estadísticas:** En este punto el analista debe remitirse a la información que se encuentra almacenada en las bases de datos de años y meses anteriores en donde se emiten cifras y estadísticas importantes de cómo se ha comportado el blanco aéreo en esas mismas fechas pero en tiempos previos, éste tipo de información es muy importante tenerla en cuenta, ya que, allí se puede observar si en el rango de tiempo similar se han presentado movimientos aéreos ilegales.

**Ventanas de tiempo:** Con la información almacenada en las estadísticas del punto anterior, se deben generar las ventanas de tiempo en donde probabilísticamente se prevé pueda darse una salida o entrada no autorizada al espacio aéreo nacional.

**Informaciones recibidas de fuentes humanas o fuerzas de superficie:** Finalmente se debe consultar con las fuentes humanas que se tengan en las redes externas de inteligencia, las cuales permitirán cruzar la alerta emitida por el dispositivo con alguna información que se esté manejando en cuanto a una posible salida o llegada de aeronaves de origen ilícito.

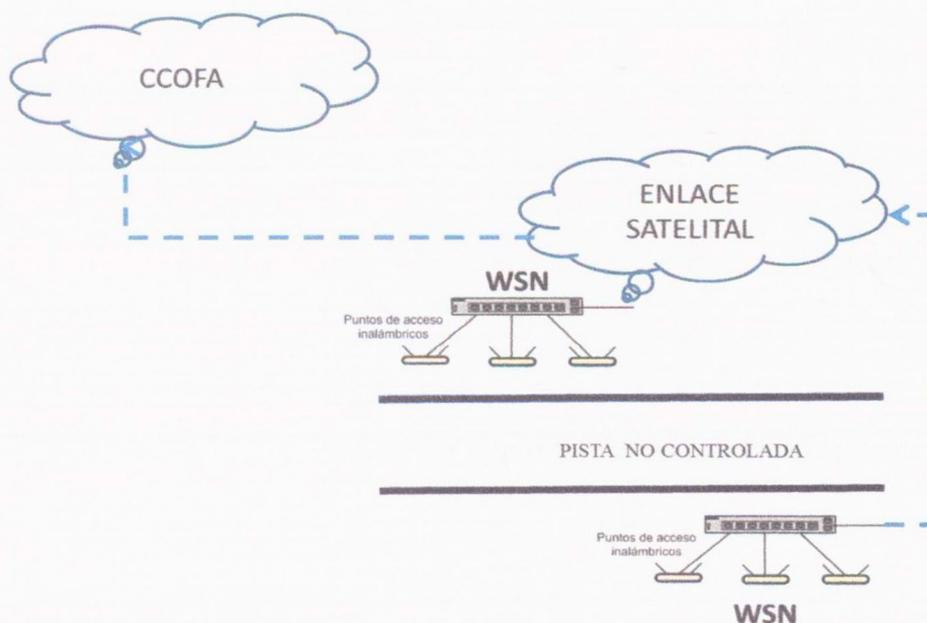
Así mismo, es vital tener en cuenta los requisitos contemplados en el manual básico de inteligencia aérea en lo concerniente a que éstos deben determinar con exactitud el valor de la información recopilada y difundir con claridad, precisión y oportunidad, la información de acuerdo con su prioridad.

De tal manera y por lo anteriormente expuesto, reviste mucha importancia la oportunidad en la recepción de la información para realizar el análisis en tiempo corto, dado que se está frente a una de las formas más rápidas de transportar cualquier tipo de mercancía como lo es la vía aérea y adicionalmente se ha podido evidenciar, que el tiempo que transcurre entre el alistamiento y despegue de una aeronave que va a realizar alguna actividad ilícita es de aproximadamente 15 minutos, de tal manera, que quien sea designado para recibir de primera mano dichas alertas, debe tener capacidad de análisis del blanco aéreo y estar actualizado en cuanto a la apreciación de situación del mismo y tener la ubicación de los dispositivos instalados, para así poder aportar al proceso militar de toma de decisiones.

Finalmente, con ésta propuesta planteada, se espera contribuir en la minimización del uso ilegal del espacio aéreo nacional, teniendo como premisa el cabal cumplimiento de la misión asignada a la FAC en donde doctrinalmente está el control del espacio aéreo y la salvaguarda de la soberanía nacional, de llevarse a la practica la propuesta, dicho dispositivo puede ser considerado una gran ayuda para generar alertas tempranas la cual debe ir de la mano de la inteligencia para así, lograr resultados efectivos en la lucha contra el fenómeno del narcotráfico por vía aérea.

A continuación se realiza una descripción grafica de la propuesta final planteada expuesta en el presente capitulo:

**Figura 6**  
*Modelo General de la Propuesta*



Fuente: Elaboración Propia

### Conclusiones

Identificar las zonas en donde se generan conglomerados de narcotráfico es un primer paso en el proceso de plantear cualquier estrategia de intervención en contra de los grupos dedicados al narcotráfico, como se mostró en el capítulo uno y dos, éste fenómeno ha sido causante de la mayoría de problemas de toda índole que ha tenido y que tiene actualmente el país, un factor determinante en el surgimiento de grupos que se pelean entre si por el control de las zonas en donde más existen cultivos ilícitos y en donde más existen corredores de movilidad del producto final que es exportado por distintos medios a países destino en Centro América y Estados Unidos, la gran mayoría de éstas exportaciones se dan por vía marítima, pero una gran cantidad también se presenta por vía aérea, ya que es un medio mucho más rápido y con unas rutas ya establecidas, como lo son llegar inicialmente a países como Honduras y Guatemala, ya que por sus cortos recursos económicos y pocas capacidades para contrarrestar éste fenómeno se convierten en los destinos más apetecidos por dichos grupos.

De tal manera, que identificando las pistas, en donde se pueda instalar la propuesta que permita ejercer un control más efectivo de las pistas no controladas, que puedan llegar a ser utilizadas por el narcotráfico para salida o llegada de aeronaves que violen el espacio aéreo nacional, es el primer paso para llegar a instalar la propuesta planteada. Anteriormente, se mostró que las zonas más afectadas en el país históricamente han sido la costa caribe en los departamentos de la Guajira y Bolívar y en la costa Pacífica aun sin existir pistas no controladas, las zonas costeras ubicadas en el Chocó, alrededor de los municipios de Pizarro se convierten en puntos clave en determinados meses del año, así

mismo, y sin ser el objeto del presente trabajo de investigación, se mencionó cómo desde algunos aeródromos controlados han llegado a salir algunas aeronaves de forma irregular en horas en donde dichos aeródromos están sin ningún tipo de control de tránsito aéreo, los cuales pueden llegar a ser considerados en una segunda fase de implementación del dispositivo.

Con la implementación de ésta propuesta, los costos de operación para contrarrestar la salida de aeronaves desde sitios en donde no hay un efectivo control por parte de la fuerza pública, se pueden llegar a disminuir notoriamente, ya que las horas de vuelo que se utilizan en realizar búsquedas y patrullajes de acuerdo a ventanas de tiempo establecidas por información que llega de fuentes de inteligencia, se puede confrontar con los datos que emita el dispositivo propuesto, y así, lograr un impacto mayor y efectividad en el uso de los recursos asignados.

En cuanto al estado del arte de las diferentes aplicaciones en donde son utilizados los sistemas de sensores, se encontró que existen diversos campos de acción de aplicabilidad de los mismos y en diversas maneras, como son el sector agrícola en donde se utilizan para medir movimientos de la tierra, calidad del agua, niveles de humedad y demás, con los cuales las personas pueden llegar a tomar decisiones para cultivar, entre otras y que sería un tipo de sensor a utilizar en la propuesta planteada, así mismo, se encontró aplicación de los mismos en la movilidad de las ciudades, dado que son utilizados para regular la velocidad de los vehículos que transitan por las distintas vías y que han logrado disminuir la tasa de mortalidad y accidentes en porcentajes significativos.

De tal manera, que es importante adaptar las tecnologías existentes en sensores como se mencionó en el capítulo 3, para así alcanzar la efectividad requerida en el ámbito operacional, específicamente en el control de pistas no controladas y que representan interés para la FAC y en general para la fuerza pública, hoy en día, es vital integrar los modelos tecnológicos y de comunicaciones para generar sistemas de alerta temprana que sean requeridos y que puedan llegar sino a solucionar un problema de manera radical, por lo menos, sirvan para minimizarlo generando contramedidas desde el ámbito tecnológico aplicadas a las operaciones militares, como es el ámbito que se presentó durante la investigación.

Por otro lado, con la propuesta planteada, se busca aportar una red WSN que con el uso de la tecnología de sensores y el internet de las cosas se convierta en un sistema de alerta temprana que genere un conjunto de alertas que permitan anticiparse a cualquier movimiento irregular en una pista aérea no controlada en sitios determinados y que sean considerados como espacios vacíos por el poco control que se puede realizar sobre ellos y que por consiguiente es aprovechado por las organizaciones dedicadas al narcotráfico, así mismo, se busca que se convierta en una herramienta que se involucre al proceso militar de toma de decisiones y que dentro del ciclo de inteligencia permita abarcar el principio de la previsión y la compartimentación en la información, por esto es muy importante analizar a quien se le asigna la responsabilidad de ser el receptor de primera mano de las alertas emitidas, una vez se ponga en marcha la propuesta.

Así mismo, el análisis permanente del blanco aéreo, es vital para que la solución planteada surta efectos positivos, ya que éste fenómeno es dinámico y genera

contramedidas cuando se detecta que de alguna manera las entidades del estado que trabajan diariamente enfrentándolas, las empiezan a afectar con incautaciones o ubicación de la infraestructura necesaria para exportar su producto al comercio, es por esta razón, que se hace indispensable su análisis para lograr detectar cambios en el modus operandi y demás aspectos relacionados en la cadena del fenómeno del narcotráfico relacionado con el blanco aéreo.

## Referencias

- Air Bridge Denial (2009). Acuerdo entre el gobierno de Estados Unidos de América y el gobierno de la Republica de Colombia relativo al programa de supresión del tráfico ilícito aéreo de estupefacientes y sustancias psicotrópicas.  
<https://www.gobiernodecolombia.gov.co>
- Alta Prevención (2020). EQ 181 Sensor Industrial. <http://altaprevencion.pe/eq-i81-sensor-industrial/>
- Álvarez y Rodríguez (2018), Ecosistemas criminales: Hábitats para la convergencia y la globalización desviada, revista científica General José María Córdova.  
<https://dx.doi.org/10.21830/19006586.352>
- Andreas (2005). Crimen transnacional y globalización económica, publicado en Crimen transnacional organizado y seguridad internacional, Fondo de Cultura. México.
- Arduino (2018). Módulo de Micrófono Ardino.  
<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/10/16/modulo-microfono-arduino/>
- Arquilla y Ronfeldt (2001). *Networks and wetwars: the future of terror, crime and militancy*, RAND Corporation, tomado de:  
[https://www.rand.org/pubs/monograph\\_reports/MR1382.html](https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1382.html)
- Atmel (2015). Enabling Unlimited Possibilities.  
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc>
- Beltrán Rincón (2019). Elaboración de un Inventario de Movimientos en Masa Mediante Técnicas Geomáticas en el Mpio de Villeta C/marca. UDCA. Bogota-Colombia.

Betancourt y García (1994). Núcleos mafiosos. En: Contrabandistas, marimberos y mafiosos. Historia social de la mafia colombiana (1965-1992). Santafé de Bogotá: Tercer mundo editores.

Borja (2002). Nuestra Colombia: 200 años de vida nacional. Bogotá, D.C.: Editorial Norma S.A.

Bosch (2002). Los sensores en el automóvil. Editorial reverte

Cadena (2010). Geopolítica del narcotráfico. México y Colombia:

la equivocación en el empleo de las fuerzas militares. Universidad Santo Thomas.

Calvagna (2020). Desfibriladores cardioversores implantables, tomado de

<https://www.excelahealth.org/health->

[library/article?chunkid=102885&lang=Spanish&db=hls](https://www.excelahealth.org/health-library/article?chunkid=102885&lang=Spanish&db=hls)

Cama, De la Hoz, (2012). Las redes de sensores inalámbricos y el internet de las cosas.

INGE CUC, 8(1), 163-172. Recuperado a partir de

<https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/253>

Calderon Castillo (2014). Diseño e Implementacion de un Sistema Generico de Monitoreo

Usando Redes de Sensores Inalambricos con Protocolos 6LoWPAN. Universidad

Nacional de Colombia. Bogota-Colombia.

Celsia (2020). El Costo de las Instalaciones y Paneles Solares en Colombia.

<https://eficienciaenergetica.celsia.com/>

Crandall (2001). Explicit Narcotization: U.S. Policy Toward Colombia During the Samper Administration. En: Latin American Politics and Society. Miami. Vol. 43, No. 3.

Chaparro (2005). Historia del cartel de Cali. El ajedrecista mueve sus fichas. Bogotá, D.C.:

Intermedio Editores.

Duncan (2008). El dinero no lo es todo. Centro de Estudios Socioculturales e

Internacionales. Universidad de los Andes. Bogotá, D.C., No. 153.

Elmostrador.cl (2019). Prevención y alerta temprana de movimientos

telúricos. [www.elmostrador.cl](http://www.elmostrador.cl)

ESDEGUE (2017). Escenarios y Desafíos de la Seguridad Multidimensional en Colombia,

Álvarez Carlos Editor, Bogotá Colombia.

FAC (2019). Informe final anual del comportamiento de blanco aéreo: Estadísticas de

aeronaves sospechosas territoriales presentadas desde 2002 en Colombia,

documento presentado por la dirección de Defensa Aérea y Antimisil de la Fuerza

Aérea Colombiana.

FAC (2019). Procedimiento para el empleo del sistema de defensa aérea nacional,

documento presentado por la dirección de Defensa Aérea y Antimisil de la Fuerza

Aérea Colombiana.

FAC (2017). Manual Estratégico de Defensa Aérea 3.3-0, documento presentado por la

dirección de Defensa Aérea y Antimisil de la Fuerza Aérea Colombiana.

FAC (2016). Manual de Seguimiento y Análisis: Estrategia y procedimientos para el

desarrollo de análisis y seguimiento del blanco aéreo, documento presentado por la

dirección de Defensa Aérea y Antimisil de la Fuerza Aérea Colombiana.

FAC (2013). Manual de doctrina básica aérea, documento presentado por la Fuerza Aérea

Colombiana.

Fiscalía General de la Nación (2019). Comprensión del fenómeno de captura y cooptación del estado por organizaciones criminales desde el análisis penal.<https://fiscalia.gov.co>

Fuerza Militares de Colombia (2006). Manual de Inteligencia de Combate (EJC 2-3). Imprenta FFAA.

Fuerzas Militares de Colombia (2005). Manual de Inteligencia Aérea (O-INTAE). Imprenta FFAA.

Henderson (2012). Víctima de la globalización, la historia de cómo el narcotráfico destruyó la paz en Colombia. Siglo del Hombre Editores.

Instruments Texas Application (2020). Note AN043 Small Size 2.4 GHz PCB antenna.  
<http://www.ti.com/general/docs>

Instituto de estudios estratégicos de Buenos Aires (2000). El Crimen Organizado Transnacional y el Estado Nación.

Insulza (2013). El problema de las drogas en las Américas: Capítulo 4: La economía del narcotráfico, Organización de los Estados Americanos.

Langendoen (2006). Instruments Texas Application. <http://www.ti.com>

Ministerio de Defensa Nacional (2015) Estrategia de Lucha Contra el Narcotráfico – Sector Defensa.

Ministerio del Interior (2019). Planes de Seguridad y Convivencia.  
<https://www.mininterior.gov.co>

- Moncada Rojas (2014). Detección de Movimientos en Masa a Escala Regional Empleando Imágenes del Sensor NODIS(Doctorado). Universidad Nacional de Colombia. Medellín-Antioquia.
- Monteiro, Reche, De Assis (2017). Presencia no deseada del splash over en equipos que utilizan sensores inductivos para el monitoreo de la velocidad controlada en vehículos automotores, Universidad EIA, Envigado.
- Policía Nacional de Colombia (2017). Guía Procedimental para el control antinarcoóticos en aeropuertos con destinos internacionales. Dirección Antinarcoóticos de la Policía Nacional de Colombia.
- Presidencia de la Republica de Colombia (2019). Política marco de convivencia y seguridad ciudadana. <http://www.presidencia.gov.co>.
- Portafolio (2018). Las Plantas de Energía Solar en Colombia. Revista de Investigación. <https://www.portafolio.co/economia/las-plantas-de-energia-solar-que-atterrizaran-en-sucre-y-cordoba-panales-solares-538734>.
- Rojas (2005). Nuestra guerra sin nombre. Transformaciones del conflicto en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Políticos y Relaciones Internacionales Bogotá, D.C.: Grupo Editorial Normal.
- Said, Masud (2013) “Towards Internet of Things: Survey and Future Vision”. International Journal of Computer Networks (IJCN)
- Sorlepaun (2018). Sensores de movimiento: cómo funcionan y aplicaciones más frecuentes. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/sensores-movimiento/>
- Soto (2018). El Narco Jet. Editorial Aguilar.

Suarez, Garre (2019). *Narcotráfico, Seguridad y Convivencia Ciudadana en Colombia*. La Imprenta Editores.

Tecnopedia (2020). Data Bus. <https://www.techopedia.com/definition/6733/data-bus>

Torres (2016). “Modelo de gestión de operativos de control de velocidad, para la disminución de la mortalidad en la red de carreteras y troncales nacionales, de la provincia del guayas, Universidad de Guayaquil.

UNDOC (2010). Informe anual sobre el comportamiento de las drogas.

Villaluenga (2015) *Uso de acelerómetros para el control de dispositivos mediante captura de movimiento*, Universidad de Cataluña.

Wiley & Shelby Z. B (2009). *6LoWPan The Wireless Embedded Internet*. Great Britain by Antony Rowe,UK.

BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FF. MM.  
"TOMAS RUEDA VARGAS"



201003853

