



## “TECNOLOGÍA E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA PARA LAS OPERACIONES DE DEFENSA AÉREA DE LA FUERZA AÉREA DE REPÚBLICA DOMINICANA”

### TECHNOLOGY AND CRITICAL INFRASTRUCTURE FOR AIR DEFENSE OPERATIONS OF THE AIR FORCE OF DOMINICAN REPUBLIC

RECIBIDO: 23 / 08 / 2019

APROBADO: 31 / 10 / 2019



Coronel  
**Carlos Febrillet Rodríguez**  
Fuerza Aérea de República Dominicana

El autor es Coronel técnico de aviación de la Fuerza Aérea de República Dominicana, Diplomado de Comando y Estado Mayor, Master en Defensa Geoestratégica y Dinámica Industrial en la Universidad Pantheon-Sorbone Paris Francia, Maestría en Relaciones Internacionales en el Centro de Estudios Diplomático y Estratégico (CDES), Paris, Francia. Altos Estudios para la Defensa y Seguridad Nacional (IHDEN), Regional (Martinica, Guadalupe, Guayanas y Brasil). Ingeniero Electromecánico Mención Electrónica en la Universidad Autónoma de Santo Domingo. Actualmente es el Director del Taller de Mantenimiento Aéreo y Maestro del Bachillerato Técnico Aeronáutico del Colegio de la FARD. [carlosfebrillet@gmail.com](mailto:carlosfebrillet@gmail.com)



## RESUMEN

Hoy en día nuestra sociedad está viviendo una increíble revolución tecnológica, la encontramos en cada área, el gran cambio de análogo a digital desde nuestras aeronaves en su evolución de modernización a través de nuevas tecnologías hasta infraestructuras, nuestra institución la Fuerza Aérea de República Dominicana (FARD), y todo tipo de servicios prestados han provocando una aceleración exponencial de ciberataques. Todas estas nuevas tecnologías, amenazas informáticas a través de la Web en internet y las telecomunicaciones, han evolucionado al pasar de los tiempos convirtiéndose en una gran preocupación de la FARD al igual que otras instituciones, empresas e individuos que necesitan mantener a salvo sus dispositivos para proteger informaciones y datos que están expuestas a pérdidas o filtraciones, debido a esta nueva amenaza y riesgo sobre la seguridad de la información, la cual se ha convertido en una prioridad dentro de la institución, con protocolos de seguridad en áreas vitales e infraestructuras críticas para ser menos vulnerables a estos ataques.

**Palabras clave:**

Capacitación, comunicación, información, innovación, protección.

## ABSTRACT

Today our society is experiencing an incredible technological revolution, we find it in every area, the great change from analogue to digital from our aircraft in its evolution of modernization through new technologies to infrastructures, our Dominican Republic Air Force (FARD) and all kinds of services have led to an exponential acceleration of cyberattacks. All these new technologies, computer threats through the Web, Internet and telecommunications, have evolved over time becoming a major concern for the FARD as well as other institutions, companies and individuals that need to keep their devices safe to protect information and data that is exposed to loss or leakage due to this new threat and risk to information security, which has become a priority within the institution, with security protocols in vital areas and critical infrastructure to be less vulnerable to these attacks.

**Keywords:**

Training, communication, information, innovation and protection.



## INTRODUCCIÓN

Como parte del simposio de Ciberseguridad, Ciberdefensa, las amenazas en el Ciberespacio, manifestamos en nuestra ponencia las actividades en el ciberespacio por parte de terceros que buscan producir una afectación concreta a las infraestructuras críticas dentro de las Innovaciones Tecnológicas de la Fuerza Aérea de República Dominicana y por ende, de la Nación, por lo que resulta hoy, una práctica que aparece como muy difundida entre países desarrollados siendo los muy importantes en el concierto internacional los que sufren estas acciones por parte de actores de menor rango jerárquico en el escenario mundial.

En virtud a lo antes citado, describiremos en el presente trabajo de investigación tres bloques o áreas, la primera será las innovaciones tecnológicas dentro de la Fuerza Aérea de República Dominicana, la segunda será sobre infraestructuras críticas y, por último, las operaciones de defensa aérea.

Partiendo de nuestro título Tecnología e Infraestructura Crítica para las Operaciones de Defensa Aérea en la Fuerza Aérea de República Dominicana, daremos unas pinceladas de cada bloque o áreas y al mismo tiempo se introducirá las latentes amenazas y sistemas de protección.

## INNOVACIONES TECNOLÓGICAS DENTRO DE LA FUERZA AÉREA DE REPÚBLICA DOMINICANA

Partiendo del vocablo Tecnología: que es una palabra de origen griego, τεχνολογία, formada por téchnē (τέχνη, arte, técnica u oficio, que puede ser traducido como destreza) y logía (λογία, el estudio de algo), es decir, el estudio de las destrezas para realizar arte, técnica u oficio.

Estas destrezas de las diferentes áreas llegan a nuestra institución por una disposición del alto mando filtrada a través de una comisión aeronáutica seleccionada por nuestro Comandante General dentro de la estructura orgánica de las distintas direcciones de la FARD, la cual vela por todos los proyectos tecnológicos en el sector Aeronáutico. Algunos de estos proyectos tecnológicos vienen de la Dirección de Educación, Capacitación y Entrenamiento (DECEFARD) con sus diferentes escuelas bajo su mando, realizados por los oficiales, cadetes y estudiantes, donde los mejores

trabajos científicos son evaluados, desarrollados y puestos en ejecución de ser aprobado para la mejor operatividad y servicio de la institución.

Dentro del Colegio Nuestra Señora del Perpetuo Socorro, FARD encontramos el Laboratorio Aeronáutico con el Departamento de Innovación Tecnológica, allí nuestros jóvenes estudiantes trabajan por competencias adquiriendo la capacidad, destreza y habilidades para realizar las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo de las aeronaves, de sus componentes y sistemas, asegurando la calidad y seguridad, cumpliendo con las normas de gestión de riesgos profesionales y medioambientales vigentes, las regulaciones nacionales, los procedimientos establecidos en las publicaciones de mantenimiento del fabricante y en el Manual de control de mantenimiento de la organización en la que trabajé, siempre bajo la supervisión de un(a) Técnico(a) de Mantenimiento de Aeronaves certificado(a) con licencia y, por ende, con capacidad de certificación del sistema que se trabaje (Grupo Motor, Grupo Estructura, Aviónica).

Dentro del Laboratorio encontramos una aeronave de ala fija y otra de ala rotatoria, transmisiones, motores de diferentes aeronaves, repuestos y partes de aeronaves, impresora 3D, caja de herramientas, computadoras, tornos, routers, simuladores de vuelo, con la finalidad de que el estudiantes para adquirir conocimiento y destrezas en el sector aeronáutico, con visitas guiadas a los aeropuertos nacionales e internacionales, visitas al órgano de supervisión y control de la Aviación Civil Dominicana (IDAC), el cual promueve el desarrollo sostenible de la aviación civil asegurando la seguridad operacional, visitas a la Academia Superior de Ciencias Aeronáuticas donde los laureados reciben becas para continuar sus estudios superiores al finalizar su ciclo escolar de bachiller. Algunos de estos jóvenes estudiantes ingresan a la institución a través de la Academia Aérea General Piloto Frank Feliz Miranda FARD y la escuela Técnica de Aviación de la FARD.

En su ciclo de enseñanza-aprendizaje por competencias, experimentan la magnífica y grandiosa ocasión de volar en una aeronave de ala fija y una aeronave de alas rotatorias de la FARD.

Al finalizar sus estudios deben desarrollar un proyecto con la creación y fabricación de un artilugio capaz de despegar y aterrizar, navegar por la atmósfera. Estas aeronaves R/C, ya sean





aviones, alas deltas, helicópteros o drones la FARD los modifica, alterando sus capacidades tanto de software como otros dispositivos para poder usarla en el proyecto de observación de video vigilancia como es el caso del VSP, vehículo de seguridad perimétrica, Este es un prototipo de vehículo que se construyó con la finalidad de dar soporte a la seguridad perimétrica de la Base Aérea de San Isidro. Es de construcción ligera de tubos de aluminio con tola metálica, 4 neumáticos de 12 pulgadas con las gomas tubulares, tamaño 2 mts por 1.5 mts, con cámara FHD de 1080p en la parte superior frontal y una cámara lateral para verificar la salida del drone, el cual se encuentra dentro del VSP y posee una plataforma móvil la cual saca el drone de su alojamiento, tiene de autonomía de 3 horas a una velocidad de 60 km /h, su rango de acción es de 7 km. Capacidad de almacenamiento de 3 gls de gasolina, motor de 2 tiempos de 50cc, software FPV. El Drone es un cuadricopter 350, autonomía de vuelo 20 minutos, rango de acción 2km. Este prototipo su primera aparición fue en el desfile militar del 30 de Marzo 2017.

Encontramos infinitas aplicaciones en los drones como son la gestión de la calidad del aire, seguridad vial, seguimiento de especies en peligro de extinción, prevención y extinción de incendios, control meteorológico, publicidad, grabación de eventos deportivos, búsqueda y rescate de personas etc. Pero dónde realmente ofrecen mayores posibilidades para nuestras operaciones de la FARD es a la hora de desempeñar funciones de seguridad y video vigilancia.

Hasta ahora, el uso de drones con video vigilancia está muy extendido en control de fronteras, en la supervisión y protección de grandes espacios como lo es la base aérea y especialmente a nivel militar y en funciones de espionaje.

La video vigilancia a través de nuestros drones modificados está indicada para la protección y seguridad perimetral. Es una solución de video-vigilancia fiable, eficaz y en alta resolución. Nuestros drones están equipados con cámaras de seguridad de alta resolución FHD 1080p, con estabilizador de imagen que garantiza imágenes de gran nitidez y neutraliza los movimientos del dron. Las imágenes se transmiten en tiempo real de forma inalámbrica a un grabador de video-vigilancia que garantiza la integridad de las imágenes.

El drone puede programarse para que despegue a las horas establecidas, de manera que realice tareas de seguridad al manejarse en remoto por un operador y reconocimiento del terreno de forma automática. Los drones, están equipados con cámaras de vigilancia de alta resolución y visión nocturna (cámaras de vigilancia infrarrojas), sensores térmicos, GPS (para programar sus vuelos) e incluso los más avanzados disponen de funciones de reconocimiento facial que les permite identificar usuarios y detectar intrusos y accesos no autorizados.

Los drones con cámaras de vigilancia incorporada, se pueden programar para que en diferentes horas realicen rondas de video-vigilancia. Las rutas y duración de las rondas se pueden definir previamente y el drone sobrevolará los puntos establecidos gracias a la localización GPS. De esta manera, se puede programar para que el drone despegue y realice rondas nocturnas cada hora, comprobando los accesos y el perímetro del espacio a proteger, de la misma manera que lo haría un vigilante físico.

El último proyecto en fase es el proyecto CUYAYA, consiste en un avión hecho en la impresora 3D en pliegos de 2 pies ensamblado y posteriormente armado, su longitud es de 4 mts y envergadura del ala es de 5 mts. Tiene una cámara FHD de 1080p infrarroja, con sistema de amortiguadores en su base para darle estabilidad en la filmación o tomas fotográficas aéreas, poseen un motor de 2 tiempo 200cc.de gasolina convencional 89 octano, almacenamiento de 2 galones de combustible, con capacidad de permanecer 2 horas de vuelo, 40 kilómetros de radio de acción, 80 Km/h de velocidad con GPS, sistema FPV para su control y navegación aérea.

En cuanto al nivel de tecnología aeronáutica del Comando Aéreo, éste se divide en tres escuadrones de vuelo, el Escuadrón de Combate, Escuadrón de Rescate y Escuadrón de Trasporte.

1. El Escuadrón de Combate posee estaciones de trabajo, las cuales utilizan informaciones pertinentes de las aeronaves, además de guardar informaciones precisas de las misiones que se realizan, estas se encuentran desconectadas de toda red de informática para evitar un ataque por medio a esta vía, solo se conecta para actualización de software. Las computadoras de trabajo se conectan a una red privada de la FARD, Entronet donde se puede conectar a una base de datos y al Internet con su seguridad y dispositivos de Firewall de protección.



- En las estaciones de trabajo tenemos el MDS (Mission Debriefing Station) Offline. En este podemos realizar debriefings de misiones, almacenar los datos de misiones y visualizar la trayectoria de las aeronaves sobre un mapa, visualizando en 3D el desplazamiento y las maniobras.
- MPS (Mission Planning Station) (Offline), se planifican las trayectorias de las aeronaves en misión, se calculan las capacidades de las aeronaves según la configuración, se calcula el tiempo de duración de la misión.
- Simuladores de vuelo (Offline), se realizan vuelos rutinarios de práctica y refrescamientos para tener a los pilotos en condiciones de vuelos óptimos.
- Aeronaves A-29B tiene la capacidad de utilizar Flir, infrarrojo de barrido frontal, la cual es una tecnología de imagen que detecta la radiación infrarroja.
- Dentro del equipo de vuelo del escuadrón de Combate tienen los trajes Anti-G y visores nocturnos. Sus pilotos se capacitan tanto en el territorio nacional como en el extranjero, además realizan ejercicios con otras naciones extranjeras, hasta el día de hoy tienen 10 ejercicios Cielo Soberanos (Estados Unidos de América). Y 7 ejercicios Caribe (Colombia).

2. El Escuadrón de Rescate, posee simuladores de vuelo para la capacitación y entrenamiento de los pilotos de fallas de emergencia que solo se practican en simuladores.

- Algunas de las aeronaves de rescate poseen sistema de navegación satelital G-500H, Display de GTN permitiendo la vista en 3D (visión sintética).
- GTN-750H son GPS con características para aviación y el GTN-650 (WAAS) este cada 28 día hay que actualizarlo, estos sistemas de posicionamiento global nos dan la ubicación exacta de los vuelos, tiempo, distancia, cantidad de combustible, altura, etc.
- Algunas de estas aeronaves poseen radar meteorológico donde monitoreamos el clima en tiempo real.

3. El Escuadrón de Transporte posee también su simulador de vuelo en el cual pueden variar de elección del modelo de aeronave de transporte a volar y capacitarse y entrenarse desde inicial a realizar cursos recurrentes.

- Las aeronaves del Escuadrón de Transporte poseen traspondedores MODES y ADSB, estos integran el radar y reciben informaciones de los tráficos a las que estén equipadas con el sistema TIS, (Sistema de Información de Tráfico) el ADSB este posee la capacidad de entrar los radares, los satélites y las aeronaves entre todos y brindar información de los tráficos y condiciones meteorológicas, esta información es brindada aun habiendo interferencia del terreno.
- PLB (Personal Locator Beacom) este es un localizador portátil individual que puede ser transportado a cualquier aeronave.
- ELT (Emergency location transmitter) es una radiobaliza de emergencia para localizar una aeronave que se encuentra en peligro, al activarse manda señales intermitentes de datos que permiten enviar las coordenadas exactas para localizar una aeronave para rescatarla. El emisor tiene una potencia de 350mW a una frecuencia de 121.5 MHz la modulación de amplitud de la emisión de frecuencia corresponde a un barrido de 700Hz. Se activa automáticamente después de un impacto.

Otros explotadores de tecnología, encontramos la Dirección de Defensa Aérea la cual detallaremos en la tercera parte de la exposición, el Comando de Mantenimiento Aeronáutico y el Taller de Mantenimiento Aeronáutico (TAMA).

Estas dos direcciones poseen herramientas modernas de última generación, así como talleres computarizados para el correcto mantenimiento de las aeronaves tanto militares como civiles que llegan a repararse en el Taller de Mantenimiento Aeronáutico. Posee Unidades Móviles listas para salir al socorro de cualquier aeronave que no haya podido retornar a la Base Aérea, con equipo de herramientas especiales para reparar y dar mantenimiento de primera y segunda línea a nuestras aeronaves que tenga una discrepancia de incidente o accidente, contamos software y aplicaciones que nos comunican en tiempo real con el constructor donde ellos nos monitorean cualquier proceso de mantenimiento con el celular o una tablet con cámara, indicándonos los pasos a seguir. Todos los manuales de mantenimiento los encontramos en formato digital y cada 6 meses a un año se actualizan o en caso de una emisión de modificación, AD (Airworthiness Directives), boletines de alerta del constructor y/o de la FAA (Federal Aviation Administration). Tenemos nuestros Hangares de Mantenimiento que poseen estaciones de trabajos computarizadas para poder realizar cualquier trabajo de mantenimiento, conectadas a la red



interna con password de seguridad y monitoreado por el centro de cómputos de la institución los cuales poseen sus protocolos de seguridad para disminuir las posibilidades de un ciberataque, en el peor de los casos que nos aislemos del sistema digital por un eventual hackeo o interrupción de este sistema, se cuenta con documentación física en la biblioteca técnica, la cual es actualizada todos los años permitiendo seguir trabajando sin ninguna novedad.

Unas de las prioridades de nuestra institución es la capacitación y entrenamiento, los cuales nuestro personal técnico realiza cursos recurrentes tanto físicamente en nuestra escuela de formación y capacitación al igual que en el extranjero, además contamos con una plataforma digital para realizar cursos online avalados por el constructor.

En cuanto a la Dirección de Informática y sus adelantos tecnológicos tenemos que han cableado en fibra óptica más de 16,520 metros para la interconectividad de todas las edificaciones de la Base Aérea de San Isidro, poseen un amplio módulo de sistemas administrativos que soportan la infraestructura crítica. Un moderno Data Center con todas las normas TIA, (Telecommunications Infrastructure Standard for Data Center). Sala de monitoreo C-2, y una plataforma nacional de comunicaciones (PNC). Diferentes Software de aplicaciones para el sistema de abastecimiento, logística, contraloría y finanzas, mantenimiento de vehículos, mantenimiento de aeronaves ICARO, sistema administrativos de personal, armamento, administrativo del hospital.

Existen múltiples ciberataques en cada caso diferente al que estamos expuesto a diario en la Dirección de Informática de nuestra institución al igual que otras empresas somos vulnerables a ataques informáticos como son Troyano, Malware, Worms, Adware, Keyloggers, Ransomme, Virus y unas de las primeras precauciones es conocer al enemigo, para poder enfrentar cada ciberataque, ya que posee diferentes características y cada caso se debe estudiar de forma aislada, la Ciberseguridad posee procedimientos necesarios para asegurar que, con los sistemas que se disponen puedan proteger adecuadamente la información almacenada, los datos y comunicaciones, utilizando las estrategias necesarias para la protección de contra-ataque de la Ciberdefensa que es una parte esencial de la Ciberseguridad.

## INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS DENTRO DE LA FUERZA AÉREA DE REPÚBLICA DOMINICANA

Infraestructura Crítica: Término usado por los gobiernos para describir activos que son esenciales para el funcionamiento de una sociedad y su economía.

Ejemplos de Infraestructuras Críticas (IC):

1. Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (SENI): Es el conjunto de centrales de generación eléctrica y sistemas de distribución que se encuentran interconectados entre sí. La programación y operación integrada del SENI está a cargo del Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC).
2. Sistema Financiero de República Dominicana: Su función principal consiste en servir como un vínculo o intermediario entre las personas (físicas o jurídicas) que desean ahorrar y aquellas personas que tienen necesidades de recursos, ya sea para consumir o emprender algún proyecto de inversión.
3. Servicio de telecomunicaciones: Uso eficiente del dominio público del espectro radioeléctrico y el desarrollo de las telecomunicaciones.
4. Servicio de radio ayudas a la navegación aérea, los servicios de emergencia, el suministro de agua, los diferentes sistemas de transporte, organismos de Seguridad del Estado, entre otros.

Uso de las IC en Operaciones de Defensa Aérea:

1. Alimentación eléctrica de instalaciones: Militares, Sensores, Centros de Mando y Control, etc.
2. Monitorización del flujo de los recursos e inteligencia financiera en apoyo a operaciones de interdicción.
3. Guerra Electrónica (Sensores y Comunicaciones), especialmente lo relativo a Inteligencia Electrónica.
4. Ciberdefensa.
5. Uso de Big Data para análisis de los corredores aéreos utilizados por estructuras criminales.

Amenazas a las IC para las operaciones de Defensa Aérea:

1. Sabotaje del SENI,
2. Ataques electrónicos
3. Ataques Cibernéticos,
4. Contrainteligencia (aplicación de Inteligencia electrónica en contra de sensores propios).



En nuestra Base Aérea de San Isidro tenemos el Comando de Fuerzas Especiales, el cual una de sus misiones es velar por la central del sistema eléctrico que se encuentra frente a este comando, en caso de una interrupción ya sea por ataque cibernético o climático tenemos plantas de emergencia en las principales dependencias de la institución para suministrar dicha energía, además que poseen como otra medida de seguridad inversores con baterías de reservas para seguir sufriendo esta necesidad hasta que vuelva a funcionar el servicio normal.

En cuanto al suministro de agua, la Base Aérea estratégicamente posee tomas independientes de agua suplida por comunidades diferentes y cuenta con destacamentos para protección, no obstante, en la actualidad se realiza la adecuación de la conexión del Acueducto de Santo Domingo Este, como otra medida de protección al suministro de agua para la Base Aérea y los barrios que se encuentran dentro de ésta.

Los servicios de radio ayudan para la navegación de las aeronaves son señales radioeléctricas que son enviadas desde tierra a nuestras aeronaves para guiarse. La torre de control dirige el tráfico aéreo dando asistencia a todas las aeronaves que se encuentren en su zona de control, existen diferentes radios ayudas como son VOR, ADF, ILS, NDB, DME. Las aeronaves cuentan con un sistema de radio independiente con canales de emergencia para su comunicación, en algunas aeronaves dependiendo la misión pueden llevar un teléfono satelital además de sus celulares y comunicación por el Wifi que se tiene a bordo de la aeronave. Radio Harris: provee comunicación en HF para la comunicación con las aeronaves con radios de HF. También provee un mecanismo de encriptación de tercera generación con otros radios Harris, con dicha característica. Actualmente existe una red de radios Harris mantenida por la Armada, en la cual están incluidos, además de la Armada, el Ministerio de Defensa, la DNCD y la FARD. Radio ICOM: Provee comunicación VHF para el monitoreo del tránsito aéreo. Radio Motorola UHF: Provee un enlace repetidor con Alto Bandera para las operaciones de la Fuerza Aérea, el cual a su vez retransmite en VHZ en la frecuencia de operaciones de la FARD con alcance nacional.

## LAS OPERACIONES DE DEFENSA AÉREA

Rápidamente se relatará los orígenes, antecedentes, leyes, tecnología y operaciones de defensa aérea de República Dominicana.

1955 Adquisición de Radares de Vigilancia.  
 1977 Operación Pico (Cuba-RD).  
 1990 Constantes violaciones al espacio aéreo.  
 2006 Inicio Servicio de Vigilancia.  
 2009 Llegada Aeronaves A-29B.  
 2010, Egresan los primeros 2 Oficiales Controladores de Armas Aéreas (OCA), capacitados en Colombia, por la FAC.  
 Adquisición del primer radar militar 3D.

La creación de la Dirección de Defensa Aérea, mediante Orden General No.44 del 2012, y efectivo el 1ro. de agosto del mismo año como parte del Estado Mayor Especial, la Dirección de Defensa Aérea tiene sus orígenes en el establecimiento del Servicio de Vigilancia Radar en los Aeropuertos Internacional de Las Américas e Internacional de Punta Cana, a principios de abril del año 2006, como respuesta del Estado ante las constantes violaciones al espacio aéreo nacional por parte del narcotráfico por vía aérea.

La normativa que regula nuestra defensa aérea se encuentra en:

1. La Constitución de República Dominicana en el Artículo 9. Territorio nacional.
2. Ley 491-06, sobre Aviación Civil. Artículo 6.
3. Ley 188-11, sobre la Seguridad Aeroportuaria y de la Aviación Civil. Título IV del Sistema Nacional de Seguridad y Defensa del Espacio Aéreo. Capítulo I, de la creación del Sistema Nacional de Seguridad y Defensa del Espacio Aéreo. Artículo 29. Se crea el "Sistema Nacional de Seguridad y Defensa del Espacio Aéreo".
4. Ley 139-13, Ley Orgánica de las FF. AA.: Artículo 10. Misión de la Fuerza Aérea de República Dominicana (FARD), del Artículo 9 de la presente ley.
5. Reglamento Orgánico de la FARD, donde "establece la misión de defender la Independencia e integridad de la República, proteger la soberanía del espacio aéreo, garantizar el tránsito y comercio por la vía aérea, así como combatir la piratería y la contravención a las leyes y disposiciones sobre navegación aérea".





Podemos definir como defensa aérea: Aquellas operaciones activas y acciones pasivas que se conducen para prevenir, contrarrestar, neutralizar o minimizar los daños que pueda causar un ataque procedente del aire contra los centros vitales de la Nación, la población civil, sus recursos y las fuerzas militares, para negar el empleo ilícito del espacio aéreo.

Las funciones de Defensa Aérea de la FARD son: Detectar aviones incursores que se aproximen a las fronteras del país y penetren en su espacio aéreo, rastrear los aviones incursores, evaluar la amenaza que representan estos aviones, asignar las armas para interceptar y neutralizar con éxito la amenaza, coordinar e integrar los elementos de Defensa Aérea en un sistema único de enlace, desarrollar las actividades de Comando y Control, bajo la dirección de los Centros de Vigilancia y Defensa Aérea e identificar los aviones rastreados.

Los medios utilizados por la Defensa Aérea son la Red de Vigilancia y Detección y Alerta Temprana, el Sistemas de Armas, la Red de Comunicaciones y Procedimientos Operativos de Comando y Control.

Herramientas de vigilancia e identificación:

1. Sistema CSII:

CSII: Es un sistema proporcionado por el Comando Sur de los Estados Unidos para la vigilancia del espacio aéreo, éste además provee las trazas.

2. Sistema Top-Sky:

Top-Sky: Es un terminal radar que nos provee el IDAC para ver en tiempo real las trazas de todos los radares del IDAC de forma directa. Mecanismo de seguridad.

3. Sistema NTRD:

NTRD (New Technologies Radar Display): Es un sistema de sensores remotos en tiempo real el cual visualiza las trazas detectadas por los radares del IDAC sobre el espacio aéreo de República Dominicana. Mecanismo de seguridad: Circuito cerrado (túnel encriptado entre Defensa Aérea y los servidores de Comando Sur).

4. Red AMHS: Consultar planes de vuelo.

5. Red APAN:

Es una red integral de colaboración interagencial de varios países amigos con el fin de compartir información sensible sobre trazas sospechosas salientes o entrantes. Provee un medio de comunicación entre agencias nacionales e internacionales para la cooperación de la vigilancia del espacio aéreo para agencias unidas al CSII.

6. ROTH (Radar Over The Horizon)

No son capturadas por los radares convencionales del IDAC ya sea porque esté fuera del alcance o por vuelos rasantes. Mecanismo de seguridad, doble autenticación con Password y Token, protocolo encriptado https. Estos radares que usan la ionósfera para proyectar sus señales de radio frecuencia tal como hacen los radios HF, solo que en este caso es para la detección de objetivo que sobre vuelen la superficie terrestre. La frecuencia de trabajo va de 3 a 30 MHz, la frecuencia puede variar dentro de ese rango debido a los cambios de la ionósfera a causa de la actividad solar y otras condiciones atmosféricas. El mismo radar tiene un mecanismo de retroalimentación en tiempo real.

7. RS3:

Es un sistema que nos permite grabar todas las trazas dentro del espacio aéreo de República Dominicana, esto puede ser exportado a formato KML para su futura investigación para casos interesados. Mecanismo de seguridad, circuito cerrado (túnel encriptado entre Defensa Aérea y los servidores de Comando Sur).

8. Teléfono Internacional:

Llamadas nacionales e internacionales (Contacto con las dependencias adyacentes, JIAFTSOUTH, Colombia.)

9. FRAN RELAY: Comunicación con los distintos aeropuertos nacionales.

10. Flota: Contacto vía llamada y Whatsapp con los distintos incumbentes en el proceso operacional.

11. Línea Caliente: Comunicación con JIAFTSOUTH para mantenimiento y funcionamiento de los sistemas que proveen.





## Clasificación de las Trazas

**Detección:** Es la observación que permiten los sensores de radar al establecer la ubicación, velocidad, altura, rumbo de una aeronave. También se podría tener información de detección visual por parte de plataformas aéreas de alerta temprana.

**Identificación:** A continuación de la fase anterior se procede con el registro de la aeronave y su matrícula. Esto se realiza contactando la autoridad que conoce del plan de vuelo, monitoreando la frecuencia de control de vuelo apropiado, o mediante la observación directa de la aeronave sospechosa, por una aeronave militar.

**Clasificación:** La clasificación y validación de las trazas puede realizarse de la siguiente manera:

1. Traza Amiga (TA): Toda traza que cumpla con los requisitos de aeronavegación emitidos por el Instituto Dominicano de Aviación Civil.

2. Traza Desconocida (TD): Es la traza que se detecta en un espacio aéreo fuera del Territorio Nacional, con código transpondedor activado y sobre la cual no es posible alcanzar su identificación.

3. Traza de Interés (TI): Es la traza observada dentro del espacio aéreo dominicano que por sus características de vuelo presenta una situación especial que requiere una identificación y seguimiento hasta establecer su estado de legalidad y que puede contemplar una o varias de las siguientes condiciones a saber:

- a. Se encuentra volando fuera de una aerovía o por fuera de la ruta de vuelo establecida entre dos puntos conocidos.
- b. No se le escucha transmitir por ninguna frecuencia ATS.
- c. Se registran cambios erráticos de velocidad y/o altura y/o rumbo.
- d. Se registra en una ruta de baja utilización, en especial cuando se trata de salida/ingreso al espacio aéreo nacional.
- e. Que su plan de vuelo propuesto involucre aeródromos no controlados y sobre áreas de interés.
- f. No tiene activado el equipo transpondedor.
- g. Cambios injustificados de plan de vuelo en desarrollo de la inicial propuestos sobre áreas de interés.

## 4. Traza de Interés Desconocida (TID):

- a. Es la traza observada fuera del espacio aéreo nacional que no puede ser identificada, la cual por sus características de vuelo representa interés para el control y seguridad del Espacio Aéreo y demanda la ejecución de una acción inmediata para alertar los medios con que cuenta la Defensa Aérea.
- b. Se encuentra volando fuera de una aerovía o de la ruta de vuelo establecida entre dos puntos en áreas fronterizas fuera de territorio dominicano.
- c. Se encuentra volando en un área de interés previamente establecida.
- d. Se registran cambios erráticos de velocidad y/o altura y/o rumbo.
- e. Se registra en una ruta de baja utilización en especial cuando se trata de salida/ingreso al espacio aéreo nacional.
- f. Se detecta fuera del Espacio Aéreo Nacional, pero se presume que su origen o destino se dio en territorio dominicano.
- g. No tiene activado equipo transpondedor.
- h. Cambio injustificado del plan de vuelo en desarrollo de la inicial propuesto sobre áreas de interés.

5. Traza Sospechosa (TS): Es la traza que por sus características de vuelo se encuentra fuera de las normas o reglas de aeronavegación o de Seguridad Nacional. Puede contemplar una o varias de las siguientes condiciones a saber:

- a. Una traza que este volando a bajo nivel (menor a 3,000 pies) en un radio menor o igual a 60 millas náuticas del radar y/o de una Base Aérea, sin identificar.
- b. Una aeronave que vuele el espacio aéreo nacional sin la debida autorización de plan de vuelo ante la Autoridad ATS competente.
- c. Una aeronave que ingrese a una área restringida sin autorización.
- d. Una aeronave que aterrice y/o despegue desde un aeródromo no autorizado.
- e. Una aeronave sobre la cual, a pesar de agotar las medidas de coordinación con las dependencias de tránsito aéreo, no se logra su identificación.
- f. Que incumpla sin causa justificada los procedimientos especiales dictados para las áreas restringidas, entrando o saliendo de ellas, aun mediando autorización de sobrevuelo.



6. Traza Hostil (TH): Una aeronave se considera hostil cuando se encuentra violando el espacio aéreo nacional, dentro de las 12 millas náuticas próximas a la línea de costa y que luego de ser identificada e interceptada como aeronave sospechosa, no atiende las normas y procedimientos indicados por su interceptor. Puede contemplar una o varias de las siguientes condiciones a saber:

- a. Aeronave militar extranjera que ingrese al espacio aéreo de República Dominicana sin autorización.
- b. Una aeronave que esté volando a un nivel menor de 3.000 pies en un radio menor o igual a 40 millas náuticas del radar y/o de una Base Aérea, sin identificar.
- c. La aeronave que una vez interceptada no atiende las instrucciones del interceptor o registre una actitud de agresión o de ataque.
- d. Aeronave que se encuentre aterrizada en un aeródromo ilegal sin autorización de la Fuerza Aérea Dominicana, Instituto Dominicano de Aviación Civil o el Departamento Aeroportuario.
- e. Aeronave efectuando operaciones nocturnas desde pistas no autorizadas o sin plan de vuelo.
- f. Aeronave que una vez interceptada, arroje objetos o elementos y que de forma sistemática desatienda las instrucciones de la aeronave interceptora.

g. Aeronave que sobrevuele sin autorización a una altura inferior a 3000 pies cualquier instalación militar.

h. Si existen razones suficientes que indiquen que la aeronave representa una amenaza inminente para personas fuera de la misma y se concluya que el reporte de interferencia ilícita está siendo utilizado como engaño para evitar el uso de la fuerza por parte de la FARD, por lo que no se aceptará la declaración por parte del piloto de la aeronave interceptada, en situación de emergencia por interferencia ilícita (secuestro) o por motivos técnicos, después de realizada una interceptación.

## CONCLUSIÓN

Podríamos concluir uniendo los tres bloques del desglose de la exposición en:

Las Tecnologías e Infraestructuras Críticas para las Operaciones de Defensa Aérea son el estudio del empleo de activos esenciales para el funcionamiento de la sociedad, su economía, sus recursos, para negar el empleo ilícito del espacio aéreo, espacial y ciberespacial en operaciones activas y acciones pasivas que se conducen para prevenir, contrarrestar, neutralizar o minimizar los daños que pueda causar un ataque procedente del aire, espacio o ciberespacio.

## REFERENCIAS

Bermejo Higuera, J. (2019). *ITM. Introducción a la ciberdefensa*. EDITA y MAQUETA: Fundación In-Nova Castilla La Mancha. Recuperado de <http://campus.in-nova.org/formacion@in-nova.org>

Fuerza Aérea de República Dominicana. Dirección de Defensa Aérea. (s.f.). *Manual de doctrina operacional*. Santo Domingo: FARD.

Pérez Martínez, F., García Otero, M. (2019). *PTD guerra electrónica*. EDITA y MAQUETA: Fundación In-Nova Castilla La Mancha.

Recuperado de <http://campus.in-nova.org/formacion@in-nova.org>

Pichardo, J. (2019). *Ciberseguridad e infraestructuras críticas (parte I)*. Recuperado de <https://cnccs.gob.do/articulos/ciberseguridad-e-infraestructuras-criticas-parte-i/>

Tecnología (2020). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa>

