

# El concepto de armamento interconectado y su papel en el siglo XXI

**JAVIER SÁNCHEZ-HORNEROS PÉREZ**  
*Analista de sistemas e ingeniero  
en el programa FCAS-NGWS*

Los orígenes del armamento aire-suelo de precisión se remontan a la Segunda Guerra Mundial. Por una parte Alemania, tras las lecciones aprendidas en la Guerra Civil española, en donde advirtieron la dificultad de acertar con los medios de la época a los buques y navíos en movimiento. Por otro, Estados Unidos, probando curiosamente los tres métodos conocidos en la actualidad: guiado por televisión (GB-4), por radar semi-activo (ASM-N-2 Bat) e infrarrojo (VB-6 Felix). La GB-4 fue empleada de forma testimonial en combate en el teatro europeo, pero su rendimiento no fue el esperado. En cuanto a la ASM-N-2 Bat, fue utilizada en el teatro del pacífico contra objetivos japoneses. Finalmente, la VB-6 Felix, destinada por su propia naturaleza a ser empleada contra objetivos industriales que alcanzasen altos valores de temperatura capaces de ser detectados por el buscador de la bomba, no fue declarada operacional durante la guerra.





ASM-N-2 Bat cargado en un Consolidated PB4Y-2 Privateer. (Imagen: USNavy)

La utilización de munición no guiada en la contienda global fue testimonial. Como muestra, la División de Planes de Guerra Aérea estadounidense estimó que para la destrucción de 154 objetivos fueron necesarios un total de 6860 bombarderos, alcanzando una tasa de aciertos del 2,24%.

En las décadas siguientes el armamento guiado continuó evolucionando. Un caso especial fue el guiado por láser (LGB, Laser Guided Bomb), que necesitó para alcanzar una efectividad real de un componente esencial: el microchip. El debut bélico de este binomio, el 13 de mayo de 1972 supuso un hito considerable, impactando contra la estructura del puente Thanh Hóa, que había sobrevivido a 800 ataques americanos previos. El método de guiado era totalmente manual: un dispositivo de mano manipulado por el WSO (Weapons System Officer) de un F-4 Phantom. El empleo demostró la precisión, eficacia, efectividad y la disminución de daños colaterales característicos.

### LA MADUREZ DEL ARMAMENTO GUIADO POR LÁSER. LA GUERRA DEL GOLFO

Durante las décadas de 1970 y 1980 se incrementó el desarrollo tecnológico y sistemas relacionados, siendo clave en las crecientes operaciones de precisión que fueron ejecutándose.



F-4D cargado con bombas guiadas por láser BOLT-117. (Imagen: USAF)

Aunque durante la Guerra del Golfo (Operación Desert Storm), se empleó masivamente armamento no guiado, fue en este conflicto en el que el armamento guiado por láser y su empleo alcanzó su madurez, gracias especialmente a su empleo por parte del que se convirtió en el avión estrella del conflicto, el F-117A, en lo que muchos años después, se dio a conocer a la opinión pública como operación «Black Hole». Ejecutada en las primeras horas, la operación tenía como objetivo destruir los centros de interceptación y de control de sector (Interception Operational Center y Sector Operational Center respectivamente) de la defensa aérea integrada iraquí (IADS, Integrated Air Defensive System). El éxito de la misión permitió el desarrollo de las operaciones planeadas por parte de las fuerzas de la coalición.

Al final del conflicto, el sistema F-117A había lanzado un total de 2040 bombas, de las que 1634 hicieron diana sobre sus objetivos, destruyendo un 40% de los objetivos estratégicos de la campaña. El 60% restante se destruiría empleando 20626 bombas convencionales.

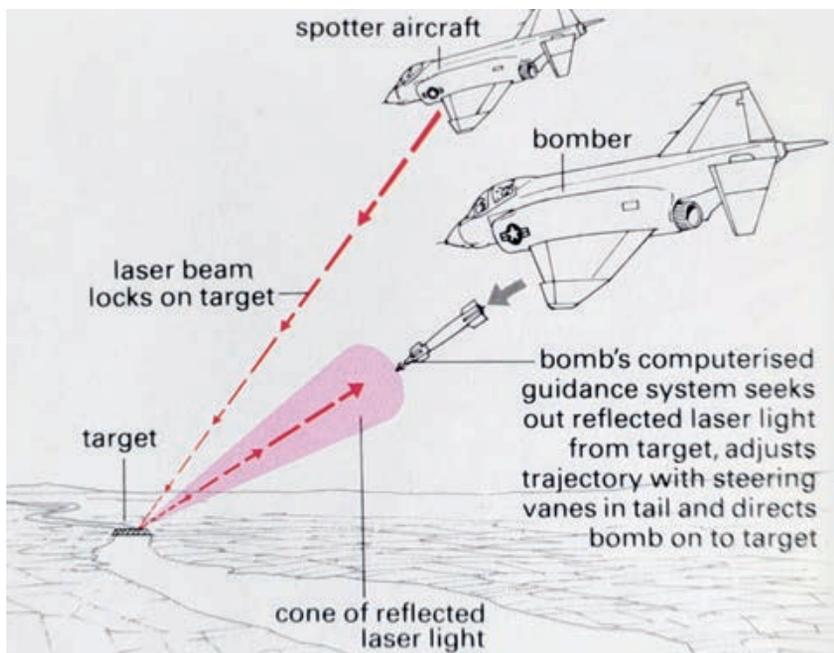


Lanzamiento de una GBU-27 por parte de un F-117A. (Imagen: USAF)

## PRINCIPIOS DEL ARMAMENTO GUIADO POR LÁSER

Generalizando, el armamento guiado por láser, o LGB, disponen de un kit de guiado integrado, que transforma una bomba «tonta» en una «inteligente». El empleo es relativamente simple: mediante el uso de un designador aéreo o terrestre. El de-

signador «ilumina» mediante un haz láser codificado, un punto u objetivo deseado. A su vez, el buscador del armamento centra este punto en el campo de visión (FOV, Field Of View), dirigiéndose hacia él. El designador/sistema de designación, no tiene por qué estar integrado en el avión de lanzamiento de armamento.



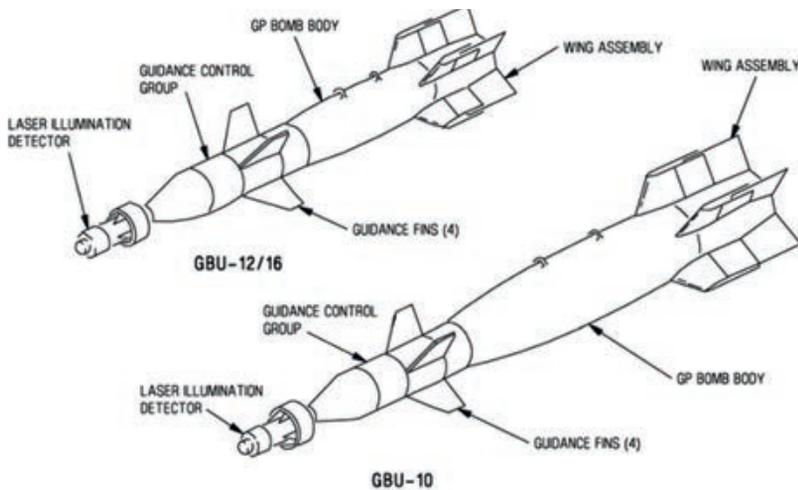
Tipografía de la década de 1980, en la que se muestra el principio de funcionamiento de una bomba guiada por láser. (Imagen pública USAF)

Esta familia de proyectiles guiados permite al caza o sistema táctico que lo emplee, el lanzamiento, guiado y destrucción de un objetivo con un control del mismo basado en el principio Man In The Loop (MITL) durante el tiempo de vuelo (Time Of Flight) del armamento. Dado que el sistema de guiado se fundamenta en mantener en el FOV el punto designado, puede emplearse contra objetivos tanto fijos, como móviles.

Sus debilidades son fácilmente identificables, especialmente las relacionadas con su línea de visión:

- Son dependientes de la capacidad del designador de seguir/iluminar el objetivo de forma prácticamente continua.
- Son susceptibles, ante ciertas posiciones relativas blanco-plataforma-ubicación del sistema de designación, de sufrir *masking* (enmascaramiento) por partes del fuselaje.
- La capacidad de designación y de seguimiento del blanco se ve afectada por las condiciones meteorológicas hacia/sobre el blanco.

En el caso de objetivos móviles, se añaden otras dos limitaciones potenciales:



Esquema de una GBU-10/12. (Imagen pública USAF)

- El desplazamiento en el tiempo de estos objetivos, requiriendo además de la continuidad en la iluminación, una mayor energía cinética y potencial de la bomba en el lanzamiento.

- El potencial *masking* por obstáculos en la trayectoria del blanco.

Pese al éxito alcanzado en la Guerra del Golfo, ciertas restricciones en su empleo, en concreto las relacionadas con las condiciones meteorológicas sobre el objetivo, llevaron al desarrollo de la siguiente familia de armas de precisión, el armamento guiado por GPS.

### HACIA EL SIGLO XXI: EL ARMAMENTO GUIADO POR GPS

Este tipo de armamento, basado en las constelaciones de satélites militares y la designación en base a coordenadas exactas al sistema de guiado, fue desarrollado en la década de 1990 para cubrir un *gap* de capacidades de ataque contra objetivos fijos en zonas en las que las condiciones meteorológicas no fuesen idóneas.

El empleo es bastante simple: programarle con las coordenadas del blanco, o bien mediante un sistema de transferencia de datos antes de la misión, o bien usando el interfaz de aviónica del sistema

lanzador, requiriendo en este caso un encendido previo unos minutos antes del empleo previsto. Tras el

**El armamento guiado por GPS cubre una amplia variedad, desde sistemas *stand-in* que por sus características requieren de un grado a determinar de proximidad con el blanco, como *stand-off***

lanzamiento, el armamento, previo alineamiento de forma autónoma con la constelación de satélites

apropiada, navegará hacia las coordenadas previamente designadas, impactando contra el objetivo.

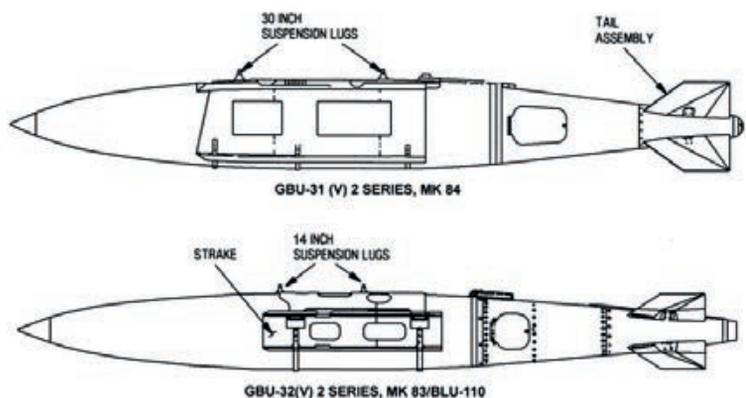
Los beneficios son la precisión del armamento, las distancias de lanzamiento (pudiendo ser completamente *stand-off*, disminuyendo la exposición del lanzador frente al enemigo) y la no dependencia de una iluminación del blanco, asegurándose una precisión similar.

Sus desventajas son varias: es necesario conocer con total certeza las coordenadas precisas del blanco en todo momento. Tampoco es posible en la actualidad una reprogramación tras el lanzamiento. Además, no son efectivas contra blancos móviles, y poco efectivas contra Time Sensitive Targets (TST).

En la actualidad, el armamento guiado por GPS cubre una amplia variedad, desde sistemas *stand-in* que por sus características requieren de un grado a determinar de proximidad con el blanco, como *stand-off*.

### PRECISIÓN CONTRA TIPO DE DESIGNACIÓN

Los múltiples tipos de proyectiles de precisión existentes en la actualidad tienen atributos únicos basados en los requisitos de precisión y método de guiado, aunque en la conciencia común, todos se agru-



Esquema de una GBU-32(V). (Imagen pública USAF)

pen en una única categoría: la de armamento de precisión.

Así, cabe matizar la diferencia entre el concepto de precisión y el concepto de designación, que a su vez, nos lleva a las clasificaciones reales:

- Armamento de precisión, la munición debe tener un error probable circular (CEP, circular error probable) igual o menor a 9,9 pies (tres metros) del punto de designación.

- Si la munición impacta fuera de ese punto, pero dentro de un círculo de 66 pies de distancia con respecto a ese centro, entonces se categoriza como «casi precisión» o «cercano a precisión».

La categorización más extendida viene dada simplemente por su sistema de guiado: láser o por guiado GPS.

### LAS LIMITACIONES ACTUALES DEL ARMAMENTO GUIADO EN LA KILL CHAIN

La Kill Chain describe los diferentes procesos que se emplean para el ataque a objetivos en el campo de batalla. Está compuesto por un conjunto de seis funciones tácticas F2T2EA (Find&Fix, Track&Target, Engage and Assess) cuya ejecución secuencial desde el inicio (Find) hasta el final (Assess), describe la naturaleza cíclica de las operaciones.

Al análisis se le añade un factor adicional: la necesidad de destrucción de objetivos móviles y emergentes en un plazo de tiempo muy reducido, que impida cualquier posibilidad de escape. Desde un punto de vista práctico, obliga a la comprensión y ejecución simultánea de ciertas etapas de la Kill Chain, e incluso plantea ciertas deficiencias, especialmente en el Assessment (Battle Damage Assessment, BDA) al emplear armamento de largo alcance.

Así, entran en escena la necesidad de información en tiempo real, tanto para la ejecución de la Kill Chain como para la generación de una COP (Common Operational

Picture) maximizando la información disponible a todos los participantes (players) desplegados sobre la posición de las propias fuerzas aliadas y las enemigas. Y además, el empleo efectivo de armamento disminuyendo o anulando los daños colaterales fruto de una pobre conciencia situacional y/o la falta de información relevante actualizada.

### EL CONCEPTO DE ARMAMENTO INTERCONECTADO

Estas necesidades identificadas dan como resultado la introducción del concepto de armamento interconectado, o network-enabled weapons, un conjunto de nuevos sistemas PGM (precision guided munitions). Serán capaces de integrar y compartir información con elementos de la misma red, como un nodo más de la misma (2-way communications), con: plataformas, sistemas, sistemas ISR (intelligence, surveillance, reconnaissance) y ele-

mentos C2 (command and control) proporcionando una característica especial: la capacidad de enlace postlanzamiento.

Los resultados más inmediatos son:

- Interacción colaborativa con otros sistemas, como los descritos en el anterior párrafo.

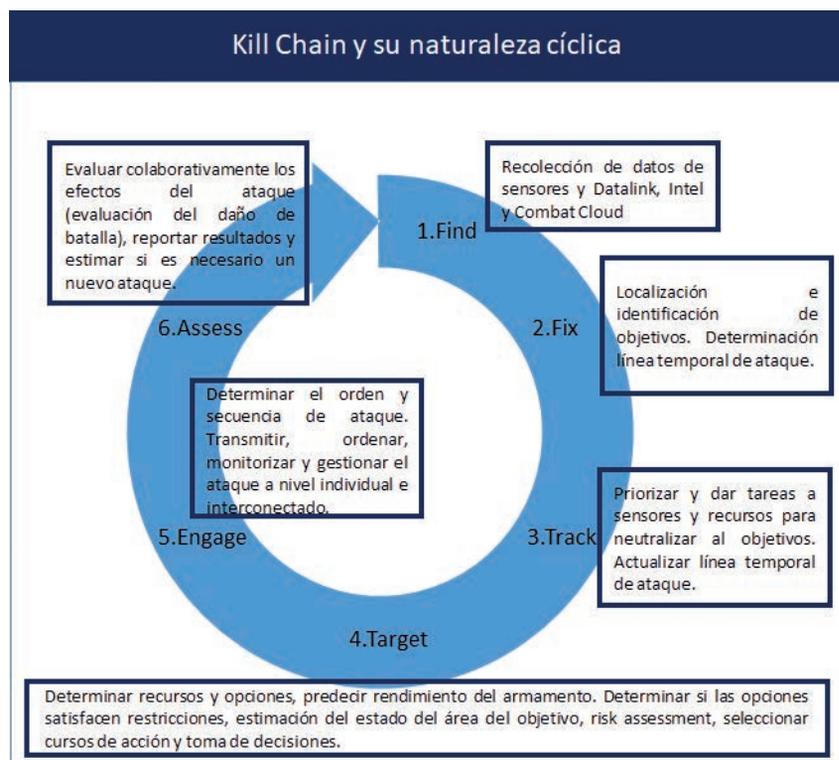
- Actúa como plataforma ISR a lo largo de su trayectoria de vuelo, ajustando y optimizando la misma.

- Capacidad de atacar elementos móviles, TST y aquellos de los que no se dispongan las coordenadas precisas en el momento del lanzamiento, en cualquier condición meteorológica.

- De estar equipados con sensores EOIR, proporcionarán BDA en tiempo real.

### VENTAJAS ADICIONALES

Además de las expuestas anteriormente, las capacidades del armamento NEW pueden expandirse y relacionarse con otros conceptos actuales y futuros:



Funciones tácticas de la Kill Chain y su naturaleza cíclica. (Imagen: autor)

Diagrama Básico ATR (Automatic Target Recognition), teniendo en cuenta capacidades mono y multiplataforma

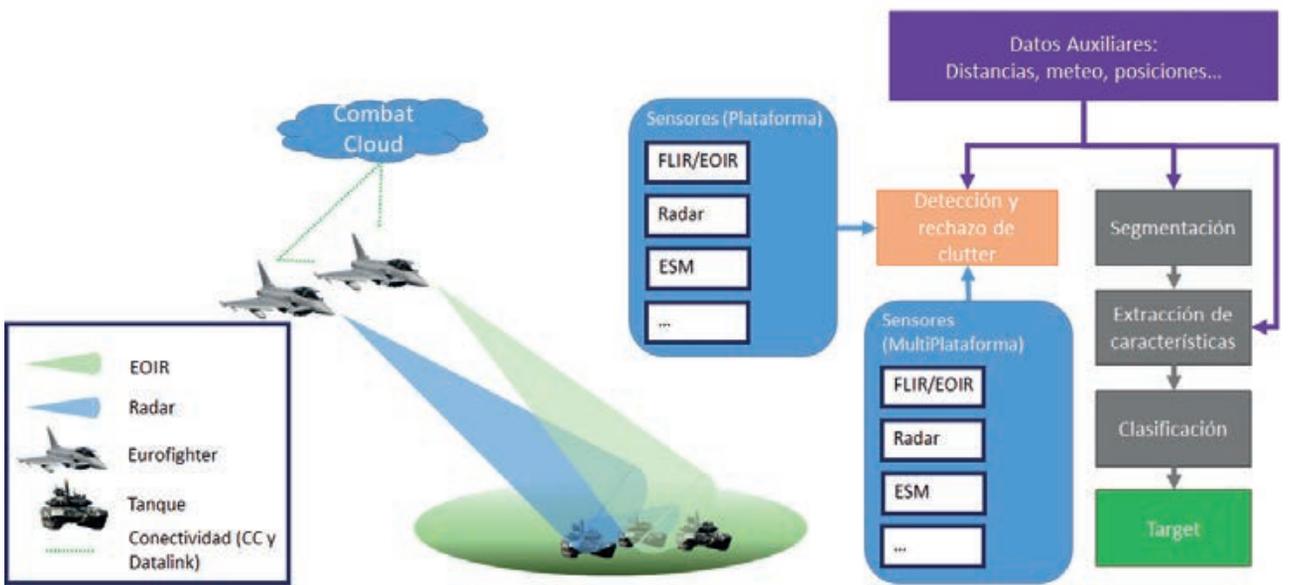


Diagrama básico ATR con sensores mono y multiplataforma. (Imagen: autor).

- Adquisición de objetivos fijos y móviles a larga distancia empleando elementos ISTAR (intelligence, surveillance, target acquisition, and reconnaissance): plataformas sensoras en la forma de satélites, aeronaves de ala fija, rotatoria y no tripulados, sensores aéreos y terrestres. Elementos que juegan un papel crucial en la detección, identificación y ataque de fuerzas enemigas a lo largo del área de responsabilidad.

- Operatividad en un escenario GPS denegado: gracias a conceptos futuros como el de la combat cloud, que integrará a cada asset conectado a la misma como un nodo más de información (con diferente performance según sus capacidades y suite de sistemas), el armamento NEW podrá operar recibiendo toda la información de posicionamiento requerida de la red de assets interconectada, sin dependencia de la señal y precisión de la señal GPS.

- Automatización y/síntesis de la Kill Chain: con respecto al armamento NEW, la capacidad de hiperconectividad permitirá acortar el

ciclo de ejecución de la Kill Chain, ejecutando varios pasos de manera simultánea y controlada: el trinomio *Find/Fix/Track* puede agilizarse de

**Serán capaces de integrar y compartir información con elementos de la misma red, como un nodo más de la misma (2-way communications), con: plataformas, sistemas, sistemas ISR (intelligence, surveillance, reconnaissance) y elementos C2 (command and control) proporcionando una característica especial: la capacidad de enlace postlanzamiento**

forma automática si previamente el conjunto de assets interconectados ha determinado la PID (Positive Identification). O incluso, no exento de polémica, delegar esta capacidad

a través del *seeker* del armamento, si este posee la capacidad ATR (Automatic Target Recognition) en los aspectos visual/infrarrojo/radar/electrónico (en esencia, este tipo de armamento es asimismo un sensor).

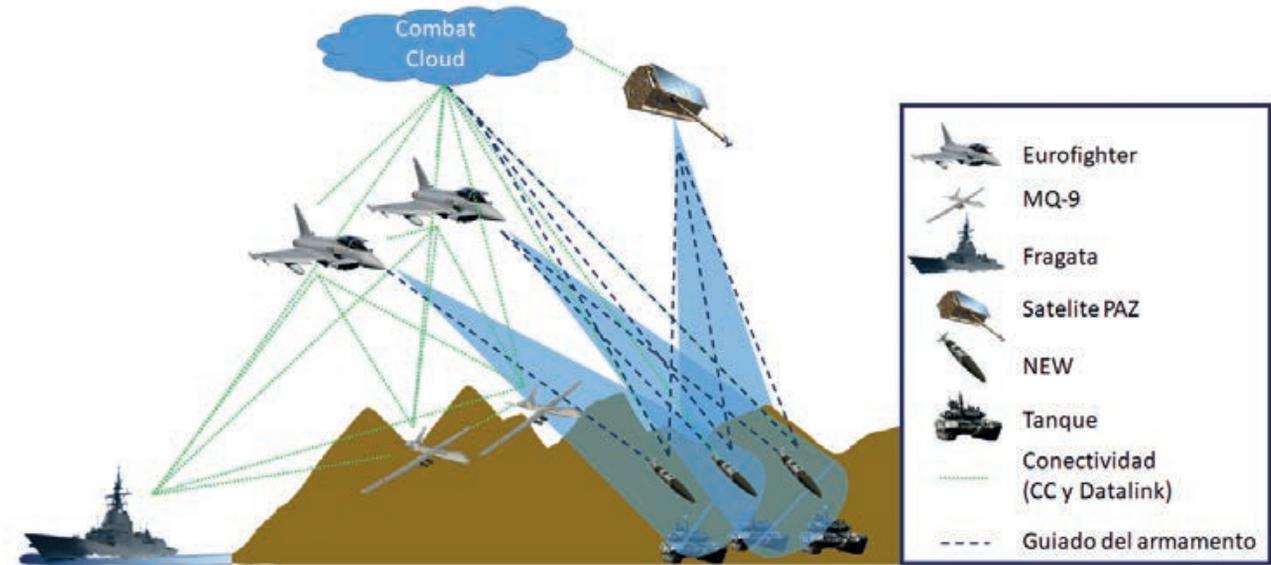
La fase *Engage* también se beneficiaría, especialmente en lo que respecta a TST y/o objetivos móviles frente al factor limitante de esta fase: el tiempo, categorizado en una suma sencilla entre:

- El necesario para obtener y disponer de los parámetros de lanzamiento propicios.
- El tiempo de vuelo del armamento.

Al estar interconectado, la posición de los objetivos se ejecutaría en tiempo real, bien hasta que el sensor pudiera adquirir el target por sí mismo, bien hasta el mismo momento del impacto.

- Desarrollo de nuevos ciclos de targeting: con el desarrollo de armamento NEW, la capacidad «dispara y olvida» desde una posición *Stand-Off* y un posterior hand over de la tarea requerida al armamento a otras unidades aliadas se hace

Ejemplo de hiperconectividad y aplicación de guiado del armamento NEW contra objetivos móviles: el lanzamiento se ejecuta por sendos MQ-9 tras el Find/Fix/Track. El guiado efectivo tras el Target/Engagement se realiza mediante los datos procedentes del conjunto de assets. Los elementos de guiado serán asignados dinámicamente a tales efectos, según calidad de los datos disponibles. La COP generada en tiempo real permitirá a todos los assets disponer de los datos. La BDA será inmediata.



Ejemplo de automatización de la Kill Chain y empleo de elementos ISTAR. (Imagen: autor)

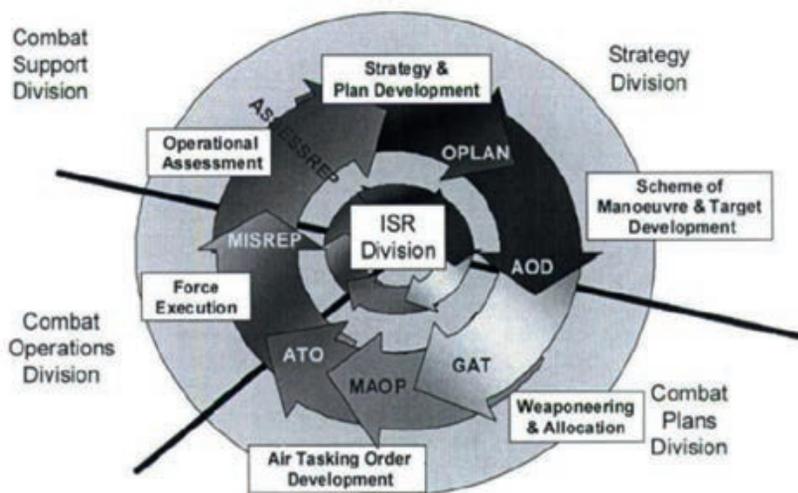
realidad. El efecto inmediato es un cambio en los procedimientos para agilizar el planeamiento, pudiendo afectar al *Air Tasking Cycle*, al ciclo conjunto de *targeting*, y al ritmo de la batalla aérea tal y como lo conocemos hoy.

- Incremento en la velocidad de ejecución del ciclo OODA (Observe, Orient, Decide, Act): punto fuertemente ligado al conjunto de los anteriores, y fomentado por la mayor agilidad y capacidades del armamento NEW.

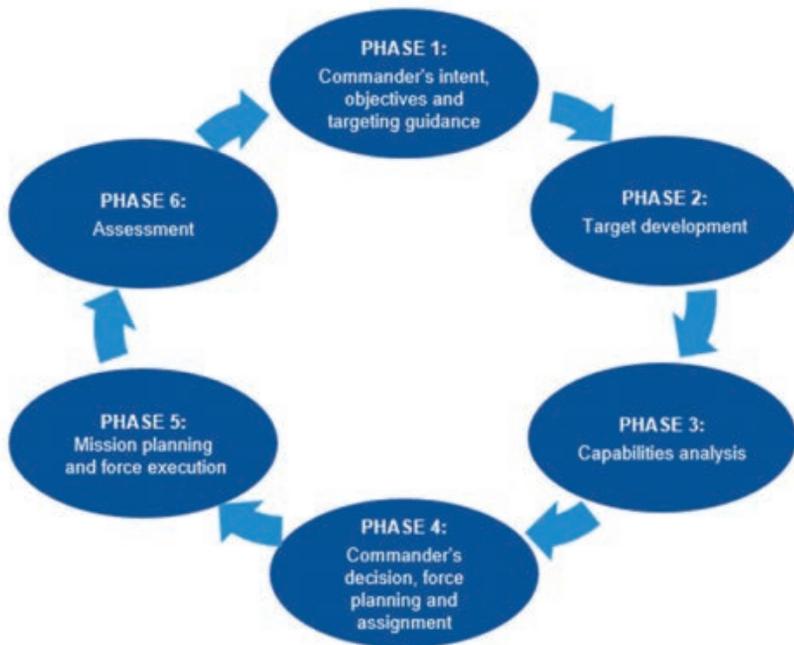
### LAS DESVENTAJAS ACTUALES

Por el mismo concepto NEW, el conjunto de desventajas asociadas están relacionadas con el proceso de *targeting* conjunto y su proyección a largas distancias. Si bien el *targeting* conjunto se define como el proceso encaminado al ataque del objetivo correcto con el armamento correcto, ejecutado en diversas fases, la redirección de la munición tras el lanzamiento a través de datos procedentes de múltiples fuentes requiere un nuevo entorno en forma de definición o actualización del ciclo de toma de decisiones estratégicas.

Se añaden dos elementos legales: por un lado la distribución de la propiedad de los parámetros y datos operativos del armamento entre integrantes de la coalición que no tengan derecho a este tipo de datos sensibles, restringiendo o limitando la inclusión de estos no sólo en los ejercicios conjuntos en el seno de la OTAN, sino en modelos de simulación y en actividades adyacentes. Por otro, los aspectos éticos y legales



Air Tasking Cycle. (Imagen: NATO/OTAN AJP-3.3)



Ciclo de Targeting Conjunto. (Imagen: NATO/OTAN AJP-3.9)

relativos a la delegación de la identificación positiva del objetivo (PID) a un sistema/conjunto de sensores con rutinas y en casos futuros, basados en algoritmos de inteligencia artificial.

Otras desventajas, son:

- Ancho de banda disponible y diseño de la red, relacionados con la calidad y el flujo de información disponibles, pudiendo afectar a la precisión. Este punto es especialmente crítico en armamento NEW con capacidad *stand-off*: a mayor cercanía al objetivo, mayor lejanía con respecto a los integrantes-nodos de la red y con ello, menor flujo de datos y robustez de los mismos.
- Aspectos relativos al ataque efectivo y al solapamiento del C2, en la medida de pérdida de control sobre el armamento asignado en favor de otro asset mejor posicionado/situado que *a priori*, pueda acometer con mayor efectividad.
- Procedimientos operativos, ligados a compartir la delegación de responsabilidad del guiado/flujo de datos hacia el armamento por parte

de los diferentes integrantes (*stakeholders*) tras el lanzamiento, en la fase de vuelo de la munición.

## CONCLUSIONES

Elementos como el F-35, operados por algunos de nuestros aliados, y basados en el concepto *Network Centric Operations* son el primer paso hacia la hiperconectividad que llegará de la mano de la sexta generación y los sistemas de sistemas, basados en la *combat cloud*. Es por tanto, necesario disponer de un armamento que se beneficie de estas ventajas, siendo uno de sus vectores el aire-suelo de precisión, aprovechando las capacidades de conexión entre assets para ser guiado al objetivo, superando las limitaciones actualmente detectadas. La integración del armamento no está exenta de retos, desde el plano legal hasta el táctico. Sin embargo, las ventajas que proporcionarán son más que notorias, especialmente en lo que respecta a la precisión y a la consecución de los efectos deseados, junto con la disminución de daños colaterales. ■



F-35