

NUEVOS CAÑONES NAVALES: ENTRE LO NECESARIO Y LO POSIBLE (I)

Miguel Ángel PÉREZ Y PÉREZ



(RE)

La noticia



L 13 de abril de 2014, la agencia EFE informó de la botadura oficial del USS *Zumwalt* (DDG-1000) en los astilleros de Bath, Estados Unidos, que entrará en servicio en el año 2016. Pensado para misiones antibalísticas (BMD, *Ballistic Missile Defense*) en alta mar y para el ataque a tierra en profundidad, incorporará lo último en tecnología naval y armas. El Departamento de Defensa tenía previsto 32 buques de este tipo, pero debido a las restricciones presupuestarias y al coste por unidad, 5.000 millones de dólares cada uno, en agosto de 2008 el Departamento de la Marina decidió limitar la clase *Zumwalt* a tres unidades para reforzar las capacidades de los actuales destructores lanzamisiles de la clase

Arleigh Burke (DDG-51). Aumentarán la capacidad de disuasión, despliegue y presencia naval de la US Navy, operando en solitario o como parte de una fuerza naval. Están especializados en el ataque a tierra, triplicarán la actual capacidad de fuego naval de apoyo a la Infantería de Marina y suponen una gran mejora en la defensa de grupos de combate contra los misiles de crucero antibuque. Muy distinto a los barcos de guerra actuales, es el destructor más innovador, caro y grande del mundo, de perfil anguloso, un desplazamiento máximo de 15.746 t, una eslora de 186 m, 24,6 de manga, 8,4 de calado y solo 158 tripulantes, frente a los 276 de un destructor clase *Arleigh Burke*, porque ha automatizado la respuesta a muchas amenazas, emergencias y tareas que antes realizaba la dotación.



DDG-1000 (Foto: www.navsea.navy.mil).

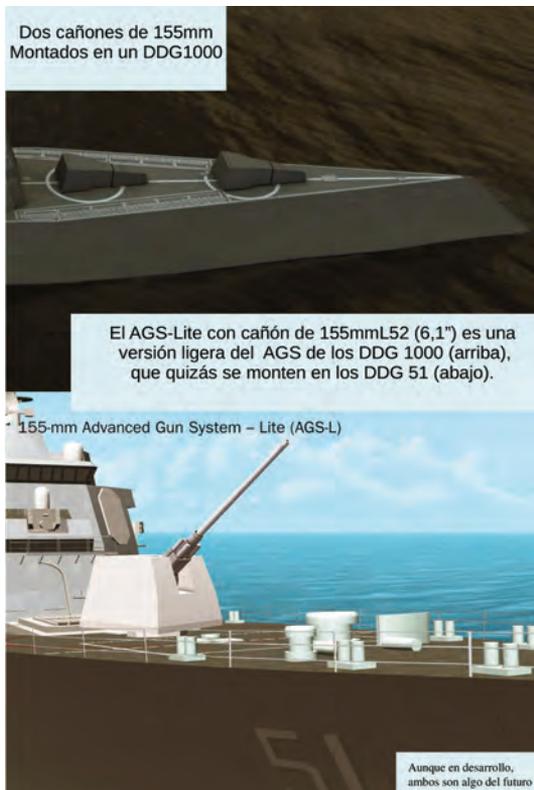
Los principios que rigieron su concepción y diseño fueron la capacidad multimisión, la flexibilidad, el sigilo, una vasta potencia de fuego, un bajo coste de operación y una tripulación reducida. Pero visto desde su aspecto artillero, lo más relevante, además de sus armas, es su sistema eléctrico. Tiene una planta motriz capaz de generar una potencia total de 78 megavatios (MW) (105.000 CV), que suministra energía para uso general, lo que incluye la propulsión, los servicios del buque y el sistema de combate. Es la primera unidad que incorpora el llamado Sistema de Propulsión Integrado (IPS), basado en dos turbinas de gas principales Rolls-Royce MT30 de 36 MW, dos auxiliares y dos motores eléctricos de inducción para suministrar la potencia necesaria para operar los sensores (radar BMD), armas de energía dirigida (LaWS, *Laser Weapons System*) capaces de destruir misiles o drones con energía calorífica y el nuevo sistema artillero (*Rail Gun*) que se quiere instalar a bordo, actualmente en fase de desarrollo. Será ultrarrápido, automático, de gran precisión, impulsará los proyectiles por medio de bobinas electromagnéticas con velocidad inicial hipersónica sin necesidad de pólvora y tiene previsto un alcance máximo de unas 100 nm. Pero, por ahora, dispondrá de dos cañones AGS (*Advanced Gun System*) de 155 mm/L62 (155 mm de calibre y un largo de 62 veces el calibre) que podrán utilizar munición LRLAP (*Long-Range*

Land Attack Projectiles) con un alcance de 63 nm, una precisión circular de 50 m y un ritmo de fuego de 10 disparos por minuto (dpm). Además de 80 LRLAP, cada montaje dispondrá de 920 proyectiles, 600 de ellos listos para disparo automático en pañoles automatizados y 320 de reserva. O sea, que «por ahora» no dispondrá de cañones electromagnéticos, sino de electroquímicos, situados en tándem sobre la cubierta de proa, que podrán disparar algunos proyectiles de largo alcance LRLAP de 155 mm, asistidos por cohete, guiados mediante sistema de navegación inercial (INS) y por GPS, y con un alcance de hasta 117 km, o menor si no usa LRLAP. Estos cañones pueden proporcionar gran capacidad de fuego preciso contra blancos en la zona objetivo en tierra, pues tendrán buena cadencia de tiro gracias a su sistema de carga y almacenamiento de munición automatizado. Con esta pieza AGS se espera poder aprovechar las ventajas de la artillería convencional de 155 mm de calibre, que dispone de una gran variedad de municiones de probada eficacia en distintos empleos, aunque con menor alcance y precisión que usando LRLAP, pero con las ventajas del relativo bajo costo de su munición y una mayor duración de la capacidad continuada de fuego por volumen y peso transportado, así como la imposibilidad de interceptación del proyectil una vez disparado.

Lo necesario

El ataque a blancos móviles y fortificados en tierra puede ser una necesidad naval con varias soluciones compatibles, que deberán ser programadas en el tiempo en función de la necesidad, financiación y tecnología disponible. La opción de usar cañones, en rápida evolución, vuelve a ser relevante frente a otras armas. Hay una generación artillera con mayores alcances y precisión; mejores volúmenes y ritmos de fuego; municiones variadas con guiado terminal y eficacia contra diferentes blancos. Se trabaja en campos que van desde la artillería clásica hasta la electromagnética y armas láser, se comienzan a llevar a la práctica y su evolución puede ser rápida, pero mientras, los cañones y municiones convencionales deben ser adaptados y mejorados para compartir cometidos durante algún tiempo con las nuevas armas. Una salva de proyectiles modernos tiene mejor alcance, precisión y letalidad que algunos misiles, y además menor coste. Sin embargo, pese al empleo específico de los misiles (antiaéreo, antibuque, antimisil o de ataque a tierra) o los torpedos, hay una tendencia general a creer que los cañones deben ser «multiuso», es decir, que sirvan para todo, olvidando incluso que hay un tipo de pieza, de calibre y de munición apropiados para cada cometido.

Decir que un proyectil de artillería es un contenedor que lleva una carga útil para realizar un trabajo puede resultar tan chocante como oír que un barco es una plataforma para realizar una tarea en permanencia desde la mar, pero ayuda a decidir cómo dar solución a la necesidad de atacar objetivos en tierra,



Cañones de 155 mm en DDG-1000 y DDG-51.

batir eficazmente blancos lejanos durante largo tiempo y dar apoyo a una fuerza de desembarco o a una extracción de «no combatientes». La decisión debe basarse en datos, conocimientos y razonamientos; hay que ser comedidos y sensatos, pero no esperemos a ver las soluciones de otros porque el tiempo no da treguas. El cañón en un barco, como la ametralladora en las unidades de infantería, es el arma que otorga más tiempo disponible por volumen transportado y debe usarse para hacer fuego de cobertura o de protección de fuerzas propias, ya que al enemigo le será difícil moverse, apuntar o disparar mientras esté bajo el fuego propio, sea en tierra, mar o aire. Cuesta hacerlo entre explosiones y metralla. La ventaja en volumen, número, peso y precio del proyectil respecto del misil es evidente.

Y respecto a las aeronaves, que tienen mayor velocidad y alcance, los buques pueden ejercer un trabajo más variado y prolongado en el tiempo. A veces este apoyo y protección son vitales, como en las operaciones anfibas, pues se inician desde la mar, con «cero» potencia de combate en tierra, y la artillería difícilmente tendrá prioridad en la secuencia de desembarco. Y más si la Fuerza debe actuar dispersa frente a la amenaza. Son casos en que la Armada debe poder intervenir directamente en lo que ocurra en el litoral y apoyar tierra adentro, más allá del simple bombardeo de la línea de costa, y como cada grupo necesitará apoyo artillero para desarrollar su misión, también hará falta fuego naval en la misma proporción para posibilitar el éxito. Contar con apoyo artillero eficaz, variado y suficiente, puede ser decisivo y abarca acciones defensivas y ofensivas. Considérese que buena parte de la población mundial vive a escasos kilómetros de la costa, y la tendencia sigue creciendo. Con frecuencia ahí reside el poder político, el económico y buena parte de la riqueza de un país. Defender

estas áreas o impedir que el enemigo las utilice, usando municiones especializadas, con poca letalidad colateral, pero muy eficaces en su misión, puede ser decisivo en un conflicto actual o futuro.

Las nuevas piezas de artillería naval

En el último cuarto del siglo XX, mientras varios países de Europa desarrollaban la artillería convencional y obtenían mejoras en los calibres 114, 127 y 155 mm, la US Navy estuvo desarrollando el mencionado cañón AGS de 155 mm dentro de un programa más ambicioso de sistemas de armas para buques de guerra.

En principio, la idea era que el AGS pudiera aprovechar los avances tecnológicos logrados hasta la fecha en la artillería de campaña, la cual había diversificado y especializado mucho más sus municiones que la artillería naval, utilizando proyectiles que lograban notables incrementos en alcance y eficacia para atacar blancos puntuales, gracias a los avances en evitar la resistencia del aire, empleo de submuniciones y al uso de espoleta con mejores capacidades de detección, discriminación de blancos y precisión del guiado. Cabe recordar que la primera fase del proyecto AGS se contrató en 1992 con Lockheed Martin para desarrollar un cañón naval de propulsor líquido (LP), cuyas especificaciones eran alcanzar los 65 km (35 mn) con los proyectiles existentes en esa época en el US Army, y de más de 185 km (100 mn) utilizando proyectiles especialmente diseñados para ese sistema artillero, lo cual significaba superar el alcance de muchos misiles en servicio, doblar el de los cañones navales y cuadruplicar el de la mayoría de los obuses de campaña de la época. Según afirmaba David Miller en su artículo *Shore Bombardment, Guns Back in Vogue*, publicado por la International Defense Review en julio de 1995, un montaje naval de 155 mm/L70, fabricado por Lockheed Martin para la US Navy, habría disparado un proyectil de 91 kg a un alcance de 138 km, consumiendo 43 litros (l) de propulsor CAP (*Combustion Augmented Plasma*), utilizando la tecnología ETC (*Electrothermal Chemical*), propiedad de la United Defense norteamericana. El procedimiento CAP consistía en inyectar directamente un poderoso plasma, creado eléctricamente, que reacciona con la carga propulsora contenida en una vaina convencional para producir una mezcla que lanza el proyectil a muy alta velocidad, y a la vez lubrica y enfría el ánima del cañón. Esta variante CAP de la tecnología ETC sería un híbrido entre un cañón electromagnético y otro de propulsor líquido, lo cual tiene las ventajas de necesitar solo un tercio de la energía eléctrica usada por un cañón electromagnético y que su planta electromotriz ocupa entre un quinto y un tercio de su volumen. Además obtendría los mismos resultados con un tubo más corto, por lo que sería probablemente un sistema mejor aunque más complejo. Pero al escoger la mejor solución balística integrando variables como la carga de

propulsión, alcance y trayectoria en función del peso y forma de los proyectiles, necesitaría una gran precisión en las medidas a introducir para la combustión en la recámara del cañón, lo cual optimiza la solución balística interna y prolonga la vida del cañón, aunque incrementa la necesidad de precauciones adicionales de seguridad, sobre todo en el almacenaje y conducción del combustible hasta el cañón.

Muchos conocen cómo funciona un cañón convencional, con pólvora como propulsor del proyectil, pero no tantos cómo lo hacen los nuevos cañones. Básicamente el concepto es sencillo, aunque luego nada sea tan fácil. Se inyecta una mezcla de gases (combustible y comburente) que deflagran al juntarse en la recámara, con o sin ayuda al encendido, para propulsar el proyectil, con una carga diferente para cada elevación y alcance, y se puede aprovechar como recámara todo el largo del cañón de forma gradual, al inyectar propulsor durante todo el recorrido del proyectil por él. Y el lanzamiento electromagnético en teoría sería aún más fácil, pero es más complicado en la práctica por la gran energía que consume. La idea de un cañón eléctrico para acelerar magnéticamente los proyectiles surgió hace tiempo, casi a la par del conocimiento del «efecto Gauss», con intención de conseguir un arma de largo alcance sin detonación ni fogonazo, del cual saldrían los proyectiles disparados a enorme velocidad por la corriente eléctrica, sin necesidad de vaina, estopín ni carga propulsora. Como el proyectil está suspendido en el cañón y recibe eléctricamente la rotación, no hacen falta anillos de conducción ni rayado del cañón. Sin embargo está el problema de necesitar una gran potencia eléctrica, controlable a voluntad, para obtener buenas prestaciones en cuanto a automatismos, alcance de proyectil, precisión y cadencia de fuego. Eso requiere peso y volumen.

Al ver los antecedentes de la tecnología actual, se aprecian los logros y los problemas aún por resolver. En la investigación influyeron tecnologías y retos operativos, soluciones técnicas específicas y pruebas parciales. Se solía buscar una mayor energía cinética en boca para mejorar la eficacia del sistema completo y ofrecer ventajas tácticas, operativas y técnicas. El lanzamiento con «hipervelocidad» se mostró relevante porque mejora las prestaciones en alcance, precisión y letalidad de los sistemas de armas, pero el tamaño y peso del cañón y su munición tuvieron gran influencia en las características del sistema elegido. Otra condición importante fue reducir la vulnerabilidad de los sistemas, que implicaba obtener munición con propulsores tan insensibles como se pudiese. Se intentó superar los condicionantes de balística interior con propulsor sólido, pero no es fácil mejorar la artillería convencional actual y el camino recorrido ha sido largo. Según publicó en mayo 1993 la revista *Tecnología Militar*, los Estados Unidos habrían iniciado sus trabajos en cañones de carga de propulsión líquida al acabar la Segunda Guerra Mundial, pero no comenzaron los estudios de propulsión puramente electro-térmica, que llamaron «conceptos», hasta los años 60. Estos fueron apoyados a principios de los 80 a

través del programa de Iniciativa de Defensa Estratégica (SDI, *Strategic Defense Initiative*), y no costearon un programa de I + D hasta 1991, cuando seleccionaron un «concepto» de cañón de 155 mm con carga de propulsión de líquido regenerativo, dirigido por el US Army, para el Sistema Avanzado de Artillería de Campaña (AFAS). La investigación en propulsión de proyectiles quería aumentar las prestaciones balísticas y minimizar la sensibilidad de la munición. Buscó cambiar la carga de propulsión convencional por un fluido energético para mejorar y abaratar la producción del propulsor, su contenido energético y rendimiento logístico, simplificar la automatización del cañón e incrementar la eficacia y seguridad general del sistema. Como las áreas de trabajo se solapaban, los norteamericanos

estudiaron varios «conceptos», desde la «propulsión por gas aumentada eléctricamente» a la «aceleración electromagnética», y probaron varios modelos de cada posible arma. Observaron que si la electricidad es la única fuente de energía para el proceso de propulsión, se pueden usar materiales que, al vaporizarse, produzcan gas de bajo peso molecular para obtener hipervelocidad, pero se necesita casi tanta energía eléctrica como en los cañones magnéticos, lo cual reduce el atractivo desde el punto de vista táctico.

Los «conceptos» estudiados, presumiblemente, habrían sido: BLPG, ETC, RLPG, LPTC y ET, primero, y SPETC, EM, EMR, EMC, después. Recordémoslos brevemente: en el «cañón de carga de propulsión líquida de carga volumétrica» (BLPG, *Bulk Loaded Liquid Propellant Gun*), el fluido llena inicialmente la cámara de combustión en lugar de una carga convencional. Es quizás el más simple de los conceptos investigados respecto de su mecánica, pero también el más difícil de controlar en su proceso de balística interior. El «cañón de carga de propulsión electro-termo-química» (ETC, *Electro-Ther-*



El AGS fue diseñado para disparar municiones guiadas por GPS de hasta 190 kilómetros. Después de seis años de desarrollo, no tuvo su primer disparo de prueba con éxito hasta 2011. Utiliza munición LRLAP guiada por GPS con un alcance actual de 83km y una precisión de 50m. La munición AGS tenía que entrar en servicio en 2015, pero se ha retrasado a 2018 .

Los nuevos cañones AGS de 155 mm.

mal-Chemical) es parecido al anterior, pero usa un cañón regenerativo de carga de propulsión líquida (RLPG, *Regenerative Liquid Propellant Gun*). El ciclo de la balística interior del cañón es controlado por la inyección del líquido energético en la cámara de combustión y por el movimiento de los pistones regeneradores. Iniciado por una carga activadora externa, en la cámara de combustión la presión de gas fuerza a retroceder al pistón de inyección, comprimiendo el depósito de la carga de propulsión líquida. El «cañón de paquete móvil con carga de propulsión líquida» (LPTC, *Liquid Propellant Traveling Charge*) inicia el proceso con una carga multiplicadora, para acelerar al proyectil a lo largo del ánima y al contenedor de propulsor líquido (transportado por el proyectil). Los gases de combustión se inyectan en la base del proyectil, proporcionando un aumento de presión en culote y una modificación del gradiente normal de presiones. El «cañón electro-térmico» (ET, *Electro-Thermal*) describe varios conceptos de propulsión en cañones híbridos por dinámica de gases, que utilizan una fuente de energía eléctrica junto con un material gaseoso (o productor de gas), energético o no, cuya expansión actúa empujando al proyectil. El «cañón electro-termo-químico» (ETC, *Electro-Thermal-Chemical*) incluye conceptos híbridos de propulsión electro-térmica. Este cañón tiene una configuración bastante similar al BLPG, pero en el inicio un propulsor energético llena la recámara entre el cierre y la base del proyectil. Su proceso de balística interior es bastante complejo, por usar una mezcla inicial de plasma y propulsor para comenzar la descomposición, seguida por la reacción de la carga de propulsión, en un entorno altamente inestable creado por la inyección de plasma adicional. Tendría un aumento significativo de las prestaciones respecto a otros cañones, pero no consigue totalmente una capacidad de modelización predecible, ni un propulsor aceptable, ni una balística controlable y repetitiva.

El «cañón electro-termo-químico de combustible sólido» (SPETC, *Solid Propellant Electro-Thermal-Chemical*) es bastante parecido al ETC, ya que ambos son híbridos que llevan consigo energía eléctrica y propulsor energético. Los mecanismos primarios para controlar el proceso de balística interior son como en las cargas de propulsión sólidas convencionales (geometría del grano, su espesor y su velocidad de combustión). Al igual que para los conceptos ETC, la energía eléctrica «se podría» utilizar para encender la carga de propulsión, ajustar el régimen de generación de gas y calentar los gases de combustión después para mantener la presión en la base del proyectil. La inyección de energía eléctrica después de la combustión total proporciona un mecanismo para acrecentar la energía química disponible y parece ofrecer un mecanismo externo para programar la liberación de energía de la carga de propulsión sólida. El «cañón electro-magnético» (EM, *Electro-Magnetic*) tiene por finalidad eliminar las cargas de propulsión, representa un abandono total de las tecnologías convencionales y no usa propulsión por dinámica de gases ni componente alguno del cañón convencional, lo que reduciría el retro-

ceso del sistema y la vulnerabilidad. El «cañón electro-magnético de raíles» (EMR, *Electro-Magnetic-Rail*) es el más básico y simple de los conceptos de aceleración EM. Consiste en dos raíles paralelos unidos por una corredera y conectados a una fuente de energía eléctrica. Cuando se aplica un voltaje (de entre 1.000 y 5.000 V) a través del extremo del cierre de los raíles, una corriente (de entre uno y cinco millones de amperios) fluye a lo largo de un raíl, cruza por la corredera que une los raíles y vuelve a lo largo del raíl opuesto. Esta corriente establece un campo magnético en la zona situada entre los raíles, y la interacción de la corriente en la corredera con este campo magnético produce una fuerza (la Fuerza de Lorentz), que acelera la corredera y el proyectil a lo largo de los raíles. El «cañón electro-magnético de bobinas» (EMC, *Electro-Magnetic-Coil*) dispone de un tubo lanzador formado por bobinas que suelen ser independientes. Si una bobina similar se fija al proyectil y en ella se establece una corriente de flujo contrario, se generará un campo magnético de orientación opuesta al de la bobina guía, de fuerza proporcional a la magnitud de las corrientes y al número de vueltas en las bobinas. Su interacción produce una fuerza que tiende a centrar la bobina del proyectil en el eje longitudinal de la bobina guía y a acelerarla a lo largo del tubo. En consecuencia, puede no haber contacto entre el proyectil y el tubo del cañón. Utiliza corrientes más bajas y voltajes más altos que los cañones de raíles y podría ser un lanzador EM altamente eficaz; sin embargo su complejidad técnica es mayor, ya que el proceso de aceleración depende de dos factores difíciles de lograr: el mantener la temporización precisa y la conmutación de la corriente cuando aumenta la velocidad del proyectil.

Proyectiles y espoletas de los obuses y cañones actuales

En muchos casos, tan poca eficacia podría tener el proyectil que la basa toda en la energía cinética como la lógica artillera inexperta que escogería rápidamente un proyectil perforante prefragmentado con espoleta electrónica multifunción, porque la realidad es más complicada, tanto como los diferentes efectos que se quieran obtener.

Que la munición, o disparo completo, venga engarzada, semiengarzada o independiente (con espoleta, proyectil, carga propulsante y estopín por separado) también tiene suma importancia en la velocidad de tiro y en la eficacia sobre el objetivo. A mayor ritmo de fuego, menor suele ser el peso del proyectil. Y los efectos sobre el blanco, de cualquier tipo de munición, vienen condicionados por su tamaño y las posibles combinaciones de proyectil y espoleta, para poder variar la forma de ataque, ya que cada tipo de blanco y la actividad que esté ejerciendo requieren una mezcla diferente, aun cuando algunas espoletas se puedan emplear en varios modos (como a tiempos y a percusión, con o sin retardo).



Las municiones han mejorado mucho en 40 años.

En la actualidad, la variedad y eficacia de las combinaciones de proyectiles y espoletas del calibre 155 mm son mayores que las de cualquier otro. Dispone de espoletas de tiempo, de proximidad y de percusión, retardas e instantáneas, y las hay activadas por radar, infrarrojos, láser o con varios modos de los mencionados. Pueden ser de ojiva, de culote o integradas en el cuerpo, de activación unitaria o múltiple. Y sus proyectiles son aún más variados, desde rompedor o alto explosivo (HE) prefragmentado hasta munición guiada de alcance extendido (ERGM, *Extended Range Guided Munition*), pasando por fumígenos, incendiarios, de iluminación o prácticas. Uno de los más usados todavía es el M107, el proyectil de alto explosivo estándar de 155 mm de la artillería del

Ejército de los Estados Unidos, que pesa en el momento del disparo de 43,9 kg y tiene un alcance de unos 18,5 km si es disparado con un cañón de 39 veces el calibre, o menor con un tubo más corto, pues el tipo de pieza y el largo del cañón influyen en el alcance de un mismo proyectil.

Los primeros obuses autopropulsados (ATP) americanos M-109 de 155 mm podían hacer un fuego sostenido de 45 disparos por hora; en cambio, el último modelo de este ATP lleva cargador y control de tiro automático, puede hacer hasta tres disparos en 15 segundos, continuar con una cadencia sostenida de ocho disparos por minuto y su tubo de 45 calibres le permite un alcance de 38 km con un proyectil ERFB-BB de 47,6 kg. Estos proyectiles (ERFB-BB, *Extended Range Full Bore-Base Bleed*) son aerodinámicos de calibre completo (más largos y que ocupan todo el ánima) y su dispositivo *Base Bleed* (BB) rellena de gases el vacío del culote para aminorar la resistencia del aire y aumentar el alcance. Su forma aerodinámica los hace más precisos, de mayor peso, volumen y capacidad interior; pueden llevar mayor carga útil y ser cargados con toda combinación de munición y espoletas desarrollada para

otros proyectiles de 155 mm (rompedor de alto explosivo; fumígenos de hexa-cloroetano, tintados o no, para ocultación, cegamiento o señalización; incendiarios de fósforo o de termita; tácticos CS que contienen gas antidisturbios; bengalas de iluminación; etc.), y hay municiones de gran especialización y eficacia, como la americana M483AIDP, del tipo ICM (munición convencional mejorada de doble propósito), usada contra personal y material ligero. Es de eyección por culote (expulsa en vuelo 88 granadas de alto explosivo en carga hueca y cuerpo de fragmentación controlada) con espoleta de tiempo. Estas municiones suelen utilizar granadas del tipo *dual purpose* (doble propósito) para el ataque a blancos puntuales protegidos y en movimiento, capaces de dañar seriamente vehículos o embarcaciones, pero también el puente y sensores de navíos en un área mayor que un campo de fútbol.

Otras usan proyectiles «autoforjados» (antiblindajes basados en cargas huecas autodirigidas de largo alcance), tal como el SA-DARM M898 (*Sense and Destroy ARMor*), un proyectil de 155 mm de calibre y 44 kg de peso que contiene dos submuniciones «inteligentes» capaces de detectar y destruir vehículos acorazados, pero de posible adaptación contra barcos navegando, ya que detecta blancos «calientes» (metal) sobre un objetivo «frío» (zona de terreno). Es norteamericano, pero hoy Rusia, China, India y varios países europeos fabrican proyectiles basados en la misma idea. Se puede emplear con cualquier pieza de 155 mm, usa espoleta electrónica multifunción, estalla a un kilómetro encima del objetivo y libera dos submuniciones. Al caer, sus sensores (un radar, un radiómetro pasivo y un telescopio infrarrojo) exploran en espiral decreciente un área de 75 m de radio. Si detecta un blanco, detona su carga hueca

El sistema automático de carga del ATP PzH2000 puede llevar hasta 60 proyectiles de munición de 155mm. Puede hacer fuego en modo autónomo y en su versión naval tendría menor retroceso, como el MONARC.



El Sistema DONAR usa el mismo cañón 155/52 que el PZH2000, puede disparar todas las municiones de 155mm de la OTAN. Con el nuevo proyectil M982 Excalibur tiene un desvío medio de unos 3m a una distancia de 48km. Con munición subcalibrada Vulcano alcanza unos 100km

El DONAR emplea un cañón 155mm/52 y puede disparar en marcha, algo poco habitual, relevante y revolucionario en la artillería de campaña.

La munición Excalibur de 155 mm fue probada a principios de 2014 en EEUU en obuses PzH2000 y alcanzaron blancos a 48 km.



El Sistema DONAR de 155 mm en pieza ATP y en barco.

y envía el autoforjado, desde unos 150 m, para perforar la coraza superior, más delgada, de los carros de combate. Las municiones de Smart y Skeet norteamericanas, las ACED y Ogre francesas, la Bonus franco-sueca y la Smart alemana son parecidas. Y los rusos, en calibre 152 mm, ofrecen las granadas Krasnopol, Kilotov, Santimetr y Smelchak, controladas por un sistema láser semiactivo y submuniciones para diversos usos, tales como la Motiv-3M, USM, OAB-2.5, PTAB y OFAB-50.

En general, estas municiones se denominan «inteligentes» y suelen portar granadas multiuso, que en un punto de la trayectoria son eyectadas e inician la fase de caída libre (con paracaídas), durante la cual el sensor (de ondas milimétricas, infrarrojos o láser) busca y selecciona el objetivo más adecuado, luego el sistema de guía las dirige hasta impactar en el blanco escogido o les lanza un proyectil autoforjado. El porcentaje de aciertos de estas municiones suele rondar el 50 por 100, que es muy elevado en términos de precisión sobre blancos puntuales en movimiento. Más reciente es la M982 Excalibur de 155 mm, desarrollada por Raytheon y BAE Systems Bofors (Suecia), en servicio desde 2007. Se usó con éxito por Estados Unidos en Irak y Afganistán, tiene un alcance de 40 km, guía GPS y un radio de error probable de cinco metros, aunque según informó ASDNews (10 de diciembre de 2013) fue probada a principios de 2014 en Yuma (Estados Unidos) en obuses PzH2000 y alcanzaron blancos a 48 km, con un desvío medio de tres metros. Y está en desarrollo la Excalibur-S, con guía GPS y buscador láser semiactivo, para atacar objetivos en movimiento. Es relevante este obús PzH2000 de 155 mm. Su proyectil estándar HERH40 BB alcanza blancos a 40 km de distancia y se puede usar contra personal al descubierto o atrincherado, blindados ligeros, edificios, fortificaciones y armas antiaéreas. También dispone del DM702, un proyectil «inteligente», autónomo, del tipo *fire-and-forget* (dispara y olvida) para ser utilizado en cualquier condición climática, contra blancos blindados situados en profundidad en territorio enemigo, móviles o fijos, camuflados o no; utiliza energía cinética para penetrar blindajes reactivos y contiene dos cargas explosivas, una primaria y otra secundaria.

Hasta aquí, en la primera parte de este trabajo, hemos comentado la noticia de la botadura oficial del USS *Zumwalt* (DDG-1000), la necesidad actual de poder atacar blancos móviles y fortificados en tierra, el estado de la artillería naval y los avances actuales en proyectiles y espoletas. En una segunda parte de este trabajo se expondrán los logros obtenidos en la artillería de campaña y trataremos sobre las tendencias en los cañones navales de hoy y cómo afectan a los barcos, para reflexionar sobre cómo adaptar los proyectos y las necesidades a la realidad y lo posible.