

1.2

Armas de destrucción masiva

Las armas químicas

Por el Coronel A (R) OIM Carlos Hugo Trentadue*

En 2013, la Organización para la Prohibición de las Armas Químicas obtuvo el Premio Nobel de la Paz por sus esfuerzos para la eliminación definitiva de este tipo de armas, resultado del compromiso internacional para llevar adelante estas acciones. A pesar de esto, en los últimos años, hemos visto resurgir a las armas químicas en conflictos intraestatales y como herramientas para cometer atentados contra personas.

Este trabajo busca presentar una breve perspectiva histórica del desarrollo y empleo de estas armas y caracterizarlas, mostrando ejemplos de las más comúnmente usadas, tanto en cuanto a los agentes tóxicos empleados como a algunos medios de dispersión de estos. También, dar una visión de la organización y doctrina de empleo de estas armas cuando formaban parte del arsenal regular de algunos ejércitos.

Asimismo, busca presentar de manera sintética, el marco legal hoy vigente en función de las leyes y acuerdos internacionales a los cuales nuestro país y la región han adherido.

Temario

1. Introducción	14
2. Historia	15
3. Tipos	49
4. Producción	53
5. Los medios de dispersión	58
6. Marco legal	61
7. Conclusiones	63
8. Glosario	65
9. Anexos	66

Las armas químicas

“La guerra, como una revolución, se basa en la intimidación. Una guerra victoriosa... destruye sólo una parte insignificante del ejército conquistado, intimidando al resto y rompiendo su voluntad... El terror... mata a los individuos e intimida a miles”.

Leon Trosky¹

Introducción

Las armas químicas utilizan deliberadamente las propiedades tóxicas de sustancias químicas para causar la muerte o daños. Junto con las armas biológicas y nucleares, se considera que las armas químicas son armas de destrucción masiva (ADM).

Sin embargo, en función de sus características, propiedades físicas y efectos, las armas químicas (AQ) son diferentes de sus contrapartes nucleares y biológicas, debido a que sus efectos, normalmente, son sólo efectivos en superficies relativamente de menores dimensiones y su duración también es más acotada que aquellas.

En el teatro de operaciones convencional, o también en el teatro de operaciones irregulares, las AQ tienen efectos de aparición más temprana que sus contrapartes biológicas, pues, dependiendo del agente, tienden a actuar contra humanos, animales o vegetales, en un período de tiempo relativamente corto, desde efectos casi instantáneos hasta minutos u horas más tarde.

Dicho esto, debemos acotar que las consecuencias de su empleo tienen impacto en el campo de la estrategia, pues abrirán la puerta a represalias de igual o mayor magnitud.

Motivado por estas características, si bien históricamente fueron empleadas en el nivel táctico, también se ha contemplado su valor como herramientas de política estratégica, especialmente en el contexto de su impacto psicológico. El valor estratégico de las AQ puede derivar de la mera amenaza o sugerencia de su uso. Obligar a una población o unidades militares a ponerse equipo de protección personal (EPP) o tomar otras medidas de protección puede afectar significativamente el resultado de un conflicto en términos políticos y militares.

Adoptaremos como definición de las armas químicas la que usa la Convención sobre Armas Químicas (CAQ)², de la cual nuestro país es estado parte,³ en su artículo 2:

Por “armas químicas” se entiende, conjunta o separadamente:

- a) Las sustancias químicas tóxicas o sus precursores, salvo cuando se destinen a fines no prohibidos por la presente Convención, siempre que los tipos y cantidades de que se trate sean compatibles con esos fines;*
- b) Las municiones o dispositivos destinados de modo expreso a causar la muerte o lesiones mediante las propiedades tóxicas de las sustancias especificadas en el apartado a) que libere el empleo de esas municiones o dispositivos; o*
- c) Cualquier equipo destinado de modo expreso a ser utilizado directamente en relación con el empleo de las municiones o dispositivos especificados en el apartado b).*

Con el mismo criterio que en la CABT, la definición de AQ, cubre cualquier tipo de agente, es decir no existe una lista exclusiva de ellos, sino que **cualquier** sustancia química que, median-

¹ Trotsky L. *Terrorism and Communism*, Cap 4. Puede encontrarse en <https://www.marxists.org/archive/trotsky/1920/terrcomm/ch04.htm>. Último acceso 20 de julio de 2020.

² *Convención sobre la prohibición del desarrollo, la producción, el almacenamiento y el empleo de armas químicas y sobre su destrucción.* https://www.opcw.org/sites/default/files/documents/2018/08/CWC_es.pdf. Último acceso el 20 de julio de 2020.

³ La CAQ ha sido implementada en nuestro país por la ley 26.247. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/125000-129999/128366/norma.htm>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

te el aprovechamiento de sus propiedades tóxicas, y utilizada con la intención de causar algún daño, no necesariamente mortal, contra humanos, o animales, está cubierta por esta definición. Nótese que también incluye a los precursores, es decir, las materias primas necesarias para fabricar el agente en cuestión, aun cuando estos no sean tóxicos per se. Asimismo, define como AQ a los distintos vectores (municiones, bombas, cohetes, tanques dispersores, etc.), como a los medios para producirlos (equipos de operaciones unitarias - reactores, separadores, intercambiadores de calor, etc.); y los edificios donde estos se encuentran alojados, o equipos móviles usados para su producción y transporte).

Como expresamos para Armas Biológicas (AB), las toxinas, que son sustancias químicas producidas por seres vivos, pero pueden ser y son sintetizadas mediante procesos químicos, han sido clasificadas tanto como agentes biológicos como agentes químicos. Esto ha motivado que las toxinas estén cubiertas por ambas convenciones, tanto la CAQ como por la CABT.

Historia

Desde la antigüedad encontramos numerosos ejemplos del aprovechamiento de las propiedades tóxicas de ciertas sustancias como arma de guerra. Entre otros podemos citar que, de acuerdo a crónicas indias, (el Rameyana, c. 2000 A. C. y el Mahabhorat, c. 1500 A. C.), ciertos “humos tóxicos” se habrían utilizado en la India contra tropas sitiadas, alrededor del año 2000 A.C para producir somnolencia (Sammohanastra) o para cegarlas, probablemente agentes lacrimógenos (Timirastra).⁴

Tucidides cuenta que, en 428 A.C., en el contexto de las Guerras del Peloponeso, tropas tebanas y espartanas perforaron una de las murallas de la ciudad de Platea, insertaron un tronco hueco y soplaron el humo de la combustión de alquitrán, azufre y otras sustancias para asfixiar a los defensores, usando un método similar en el sitio de Delio, en 424 A.C., donde Sócrates combatió como hoplita⁵.

En 1591, los alemanes quemaron recipientes que contenían una mezcla de pezuñas y cuernos triturados junto con una resina de goma fétida para hostigar a fuerzas enemigas⁶.

En 1812, el almirante Thomas Cochrane, décimo Earl de Dundonald, Marqués de Maranhão, quien en 1820 comandaría la flota que transportaría a San Martín a Perú, fue un notable impulsor del uso de medios tóxicos en el combate, y patentó lo que llamó “barcos apuestosos” con los que pretendía asfixiar a sus oponentes, en ese momento tropas napoleónicas, aunque el Almirantazgo nunca quiso usarlos por temor a la represalia⁷ y que abogó incansablemente por el uso de estos medios durante la Guerra de Crimea⁸ donde tampoco fueron usados.

La Revolución Industrial produjo grandes avances en el desarrollo de la industria química y la consiguiente disponibilidad de sustancias en cantidades y variedad desconocidas hasta esa época. Varios agentes químicos que serían usados en la Primera Guerra Mundial ya habían sido descubiertos en los siglos XVIII y XIX. En 1774, Carl Wilhelm Scheelle descubrió el cloro y en 1782 determinó las propiedades del cianuro de hidrógeno. Claude Louis Berthollet sintetizó el cloruro de cianógeno en 1802. Sir Humphrey Davy sintetizó el fosgeno en 1811. En 1822 el belga César-Mansuète Despretz sintetizó lo que hoy se conoce como Yperita o Gas Mostaza

⁴ Kokatnur, V.: *Chemical Warfare in Ancient India*. Journal of Chemical Education Vol. 25 pág. 268. 1948 <https://www.saada.org/item/20141106-3870>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

⁵ US Army Infantry School: *The Infantry School Mailing List*. Vol XVI. Fort Benning, 1938.

⁶ Vogel, F.: *The Chemical Weapons Convention: Strategic Implications for the United States*. Strategic Studies Institute. Washington 1997.

⁷ <https://www.historynet.com/sir-thomas-cochrane-the-british-naval-officer-who-proposed-saturation-bombing-chemical-warfare-during-the-napoleonic-wars>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

⁸ Fries, A.; West, C.: *Chemical Warfare*. McGraw Hill. Nueva York. 1921.

y en 1848 John Stenhouse, preparó la cloropicrina. Este último patentó también en 1860 una máscara de protección con un filtro de carbón activado⁹.

A principios del siglo XX, se destacaron las posibilidades de uso táctico de productos químicos cuando en 1912 la policía francesa utilizó con éxito cartuchos de gas lacrimógeno para capturar los restos de una banda de ladrones de bancos en Choisy-le Roi¹⁰.

Primera Guerra Mundial

El empleo de sustancias químicas como armas en conflictos armados, en la concepción moderna de este tipo de medios, se dio durante el transcurso de la Primera Guerra Mundial. Al producirse el estancamiento de la guerra en las trincheras, ambas partes buscaron medios para romperlo y pronto se intentó cambiar el curso de la guerra mediante el uso de armas químicas. De acuerdo con los registros históricos, Francia primero y Alemania después, en 1914 utilizaron agentes lacrimógenos, es decir, en terminología actual, agentes de control de disturbios, con poco éxito.

El ejército francés utilizó granadas de fusil cargadas con gases lacrimógenos contra los alemanes a partir de agosto de 1914, pero estas resultaron extremadamente ineficaces.

En los primeros meses de la guerra, los británicos también investigaron el uso militar de agentes lacrimógenos y otros gases de mayor toxicidad, como el dióxido de azufre.

Pero fue el programa alemán el que logró el éxito más temprano.

Imperio alemán

A fines de octubre de 1914, los **alemanes**, utilizando proyectiles explosivos de 105 milímetros que contenían un irritante (clorosulfonato de dianisidina), atacaron a las tropas británicas sin ningún efecto perceptible, debido a que la carga explosiva de los proyectiles destruía el agente. En enero de 1915, los alemanes atacaron a fuerzas rusas en Bolimov, en la actual Polonia, con munición (15.000 proyectiles de artillería de 150 milímetros, marcados T-stoff¹¹) cargada con bromuro de xililo, otro irritante, con el mismo resultado negativo. En este caso no se habían tenido en cuenta las temperaturas frías en ese sector del frente y el material simplemente no volatilizó. En marzo de 1915 los alemanes volvieron a usar el mismo agente, en Nieuport, esta vez 18.000 proyectiles con el agregado de bromo acetona, para hacerlo más volátil aun a bajas temperaturas, pero sin éxito¹². Estos fracasos y la escasez de explosivos llevaron a los alemanes a buscar otros medios para continuar las operaciones.

Al inicio de la contienda, Alemania dependía de la provisión de nitratos, materia prima para la producción de materiales, pólvoras, explosivos y fertilizantes desde Chile. Pero el bloqueo impuesto por la Triple Entente fue muy eficaz en impedir su acceso, lo que perjudicó la producción de pólvoras y explosivos, al grado de tener que desviar parte de los nitratos usados como fertilizantes hacia la producción de insumos militares. En octubre de 1914, el general Erich von Falkenhayn¹³, jefe del Estado Mayor alemán, puso a cargo del coronel Max Bauer¹⁴, experto en artillería, el enlace con la

⁹ Proceedings of the Royal Institution. Vol II. Pág. 53, 1855.

¹⁰ <http://excerpts.numilog.com/books/9782259015783.pdf>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

¹¹ La misma identificación "Sustancia T" fue usada en la Segunda Guerra Mundial para un oxidante, peróxido de hidrógeno concentrado, usado en cohetes por los alemanes.

¹² Romano, J.A.; et al.: *Chemical Warfare Agents: Chemistry, Pharmacology, Toxicology and Therapeutics*. Segunda Edición. CRC Press. Estados Unidos, 2008.

¹³ Erich von Falkenhayn se resistió al empleo de AQ pues consideraba que era poco caballeresco este tipo de armamento.

¹⁴ Max Bauer recibió un doctorado honorario de la Universidad de Berlín por sus trabajos, en conjunto con la empresa Krupp, para desarrollar medios de artillería tales como los cañones Berta y morteros Thor.

industria civil (a cargo de la División de Operaciones II - *Operationsabteilung II* – área responsable de la “economía de guerra”) para tratar de superar las limitaciones logísticas y operacionales citadas. Antes de la guerra, Bauer había trabajado con el químico Fritz Haber para producir amoníaco a partir del nitrógeno del aire y a partir de éste, precursores de materiales energéticos (propulsores y explosivos), lo que le permitía a Alemania compensar la pérdida de los suministros chilenos¹⁵. No es exagerado afirmar que los avances en este campo, debido al proceso de producción de amoníaco patentado por Haber e industrializado por el doctor ingeniero Carl Bosch¹⁶, fueron los que le permitieron a Alemania sostener el esfuerzo de la guerra hasta su conclusión.

Haber, quien en ese momento se desempeñaba como director del Instituto Kaiser Wilhelm para Química-Física y Electroquímica¹⁷, en Berlín-Dahlem, insistió de inmediato en el empleo como armas de gases de mayor toxicidad que los irritantes usados hasta entonces. Inicialmente esta propuesta fue rechazada, hasta que el empantanamiento del frente obligó a buscar alternativas para su solución. Haber había sido autorizado a avanzar en el estudio del cloro con estos fines y a fines de 1914 había desarrollado proyectiles cargados con este agente, pero la escasez de munición lo llevó a pensar en usar directamente cilindros. Bajo su coordinación, y con la ayuda de Bauer, se formó el grupo de tropas especiales que serían el núcleo del esfuerzo inicial alemán en este campo, los *Pionierkommando*¹⁸, bajo las órdenes del coronel Max Peterson. Entre su personal se encontraban varios futuros premios Nobel, Otto Hahn, James Franck y Gustav Hertz¹⁹.

El 22 de abril de 1915, miembros de este Pionierkommando abrieron las válvulas de 5.730 cilindros de acero dispuestos en trincheras en Ypres, Bélgica. En 10 minutos, 168 toneladas de cloro formaron una nube, pegada al suelo, que se dirigió hacia las trincheras francesas. Los cilindros habían sido instalados más de tres semanas antes y la orden de empleo quedó supeeditada a la meteorología, hasta que los vientos de la zona se moviesen en la dirección apropiada. El cloro formó una niebla de color amarillo verdoso de unos 15 metros de alto y unos siete kilómetros de frente. La nube se movía a unos 30 metros por minuto y alcanzó las posiciones de tropas coloniales francesas y canadienses. En breves minutos, la nube duró unos seis a ocho minutos, se derrumbó el frente de la Triple Entente, y se abrió una brecha de unos nueve kilómetros. Las bajas en las tropas francesas, (mayoritariamente Cazadores Argelinos), varían según las fuentes entre tres mil hasta 15 mil entre heridos y muertos. El alto mando alemán fue sorprendido por el resultado del ataque. Utilizando elementales máscaras de algodón embebidas en tiosulfato de sodio y solución de hidróxido de sodio, similares a las usadas en esa época por los trabajadores de la industria, pero algunas de ellas sin bandas de sujeción, por la que el combatiente supuestamente debía sostenerlas con la mano²⁰, las tropas alemanas, después de avanzar unos tres kilómetros, se detuvieron, pues no estaban previstos ni refuerzos ni otras tropas para explotar el éxito.

Inmediatamente después del ataque, Alemania estableció dos regimientos (Pionier-Regiment Nr. 35, el 27 de abril sobre la base de las tropas especiales del coronel Peterson, y el Pionier-Regiment Nr. 36 al mes siguiente) de tropas para guerra tóxica. Cada regimiento estaba organizado a

15 Feldman, Gerld: *Army, industry, and labor in Germany, 1914-1918*. Princeton University Press. Estados Unidos, 1966. <https://archive.org/details/armyindustrylabo0000feld>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

16 Fritz Haber recibió el Premio Nobel de Química en 1918 por su proceso de síntesis de amoníaco y Carl Bosh recibió el Premio Nobel de Química en 1931 por la industrialización del mismo (métodos químicos a alta presión).

17 Este instituto hoy lleva su nombre *Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft*.

18 van der Kloot, W.: *Great Scientists Wage the Great War*. Fonthill Media, 2017.

19 James Franck y Gustav Hertz ganadores del Nobel de Física de 1925; y Otto Hahn, Nobel de Física en 1944.

20 Op. Cit. Romano, J.A.; et al.: *Chemical Warfare Agents: Chemistry, Pharmacology, Toxicology and Therapeutics*

tres batallones, una compañía de servicios, una sección meteorológica y una sección de comunicaciones²¹. A partir de 1917, las AQ no fueron solamente usadas por los pioneros, sino que cada vez más la artillería fue la responsable del empleo de éstas, y se llegó en 1918 a que más de un tercio de los proyectiles disparados fuesen químicos. En agosto de 1917, los dos regimientos se convirtieron en batallones independientes y se crearon otros batallones hasta un total de ocho hacia el final de la guerra.

El uso alemán de cloro en Ypres²² señaló el principio de la guerra de gases en el frente occidental. Al poco tiempo, todos los contendientes utilizaban regularmente gases como parte de sus principales operaciones militares y trataron de superarse unos a otros en las innovaciones ofensivas y defensivas. A medida que la guerra avanzaba, sustancias nuevas y más virulentas como el fosgeno y el mostaza llegaron al campo de batalla, inicialmente introducidas por los alemanes y luego adoptadas por los aliados.

Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda

Los **británicos** se organizaron para desarrollar tanto armas químicas como medios para defenderse de ellas. El 28 de abril de 1915, Lord Kitchener, secretario de Estado para la guerra, convocó al químico Herbert B. Baker, uno de los asesores científicos del Ministerio, y al doctor John Scott Haldane, para ir al frente para investigar lo sucedido. Haldane fue el inventor de la máscara llamada Respirador Velo Negro (Black Veil Respirator), introducida en mayo de 1915. Al mismo tiempo, se iniciaron las acciones para adquirir terrenos en Porton Down, próximo a Salisbury, que se concretó en marzo de 1916, como campo de pruebas para experimentos en el terreno de AQ. Inicialmente se compraron unas 1200 hectáreas, pero hacia el final de la guerra cubría más del doble. Fue designado como la Estación Experimental de Ingenieros Reales (Royal Engineers Experimental Station), nombre que mantuvo hasta 1929. Durante toda la guerra, el trabajo experimental fue llevado a cabo por personal de ingenieros, asistidos por una batería de Artillería agregada (Royal Artillery Experimental Battery)²³ y oficiales médicos (Royal Medical Corps). Además, se contaba con un departamento de ensayos en el terreno, un laboratorio químico, un laboratorio fisiológico, una estación meteorológica y un laboratorio antigás²⁴.

Como los alemanes previamente, el trabajo se inició con el uso de cilindros de gas cargados con el agresivo a experimentar, pero pronto se comenzaron a usar granadas de mano, municiones de artillería y morteros. En total, se realizaron trabajos de evaluación de 147 sustancias tóxicas. Porton Down también trabajó en el campo de la protección individual y colectiva contra AQ, cuando incorporó, en 1917, el Departamento Anti-Gas del Royal Army Medical College.

Aproximadamente 70 fábricas de distinta índole estuvieron involucradas en la producción de elementos vinculados a AQ durante la contienda, pero su rendimiento fue menos productivo que su homólogo alemán.

A lo largo de la guerra, las fuerzas armadas británicas reclutaron científicos en muchas instituciones académicas, que incluyen Oxford, Cambridge, University College London, el Army Medical College en Millbrook y el Lister Institute, para trabajar en los aspectos tanto ofensivos como defensivos, de la guerra química.

21 Margit Szöllösi-Janze: *Fritz Haber, 1868-1934: eine Biographie*. C.H.Beck, Berlín, 1998.

22 El nombre de esta ciudad en Bélgica es Ypres en castellano, Ieper en el idioma local (neerlandés).

23 Los sirvientes de las piezas de artillería eran combatientes que se estaban recuperando de heridas sufridas en el frente. Se quejaban porque durante los ensayos cobraban un suplemento por trabajo riesgoso, que perdían cuando volvían al frente.

24 <https://discovery.nationalarchives.gov.uk/details/r/C14349>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

En junio de 1915 se había establecido en Gran Bretaña el Ministerio de Munición, y en diciembre se creó dentro de su estructura un Departamento de Diseño, con la responsabilidad de diseñar la munición de artillería. Entre los órganos que le dependían se encontraba el Comité Asesor Químico (*Chemical Advisory Comitte*), el cual, con diferentes nombres, dependencias y amplitud de funciones, permaneció bajo la órbita de ese ministerio hasta el fin de la guerra, en el que todos los aspectos de las AQ quedaron bajo la responsabilidad del Maestro General de Arsenales (*Master-General of the Ordenance*), dentro del Ministerio de Guerra (War Office). Casi todo el personal de Porton Down fue desmovilizado.

Dentro de las fuerzas armadas, los británicos organizaron *Compañías Especiales* para encargarse de las operaciones con AQ. Bajo el comando del Mayor Charles Howard Foulkes, de los Royal Engineers, se instalaron en Helfaut, cerca de Calais, en Francia las dos primeras subunidades, Ca 186 y Ca 187, en julio de 1915, seguidas de las 188 y 189 en agosto. A todos los hombres se les dio el rango de Cabo Químico. El 4 de septiembre de 1915 las dos primeras Compañías, con un total de 34 Secciones de 28 hombres, fueron asignadas al Primer Ejército.²⁵

El primer ataque británico con AQ ocurrió en Loos, Bélgica en septiembre de 1915, con el uso de 6.400 cilindros de cloro alineados en cerca de 40 kilómetros de frente. Como no era posible cubrir toda esa distancia con la nube que se formaría, también se agregaron unas 12.000 “velas fumígenas”²⁶ para simular la nube tóxica y ocultar el movimiento de tropas²⁷. Esta responsabilidad, la de generación de cortinas de ocultamiento, fue agregada a las tropas químicas²⁸.

Se decidió reforzar las compañías formadas y llevarlas a una brigada, la *Brigada Especial*, a cargo del mismo Foulkes, quien también se desempeñaba como Director Asistente de los Servicios de Gas (*Assistant Director of Gas Services*). La brigada estaba constituida por cuatro batallones, cada uno a cuatro compañías, a cargo de las operaciones con tubos de gas y candelas generadoras de humo; otras cuatro compañías cada una equipada con 48 morteros Stokes de cuatro pulgadas (101.5 milímetros) y cuatro secciones de lanzallamas. Además, elementos de comando y servicio le daban un total de efectivos de más de 5.500 hombres. Ellos fueron los responsables de todas las operaciones con gases británicas hasta el final de la guerra.²⁹

En 1916, los británicos introdujeron el mortero Stokes, cuyos proyectiles eran capaces de contener alrededor de tres kilos de agente cada uno. Y en abril de 1917, durante la batalla de Arras, los británicos dispararon 3.000 proyectores Livens, un dispositivo diseñado para lanzar municiones llenas con 15 kilos de agente.

República Francesa

El 23 de abril de 1915, el presidente de la **República Francesa**, Raymond Pointcare decía sobre el ataque alemán:

*“Es asesinato organizado, y mañana, para defendernos, ¿no nos veremos obligados a utilizar los mismos medios”*³⁰

25 <https://www.longlongtrail.co.uk/army/regiments-and-corps/the-corps-of-royal-engineers-in-the-first-world-war/the-special-companies-of-the-royal-engineers-poison-gas/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

26 Las velas estaban hechas con una mezcla de nitrato de potasio, azufre, alquitrán, borax y una goma; se consumían en tres minutos y despedían una densa cortina de humo marrón amarillento.

27 Kleber, B.; Birdsell, D.: *The Chemical Warfare Service*. Center of Military History, US Army, Washington, 2002.

28 El ataque británico fracasó. El viento no era constante y parte de la nube se cruzó con los atacantes, lo que produjo más bajas entre estos que sobre los defensores alemanes. Warner, P.: *The Battle of Loos*. Wordsworth Ed., UK. 2000.

29 https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-51664-6_9. Último acceso el 20 de julio de 2020.

30 <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k2093062/texteBrut>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

En el momento en que Alemania inició la guerra química, Francia no estaba en condiciones de responder al ataque. Los alemanes estaban al tanto de esta situación. La industria química francesa y su producción eran escasas, al igual que sus capacidades para producir cloro, bromo y ácido sulfúrico. Esto llevó a la creación de la Dirección Química de Materiales de Guerra (Direction Chimique des Materiel de Guerre) bajo la órbita del Ministerio de Guerra. Esta creció rápidamente y a fines de 1915, se dividieron las responsabilidades: el esfuerzo de investigación más significativo recayó en lo que se convertiría en la Sección de Productos Agresivos (Section des Produits Agressifs), presidida por el coronel Perret, secundada por el doctor Charles Moureu, y otros nueve miembros, todos eminentes químicos. Los elementos de protección quedaron en otra sección de la misma Inspección del Coronel, luego General, Perret.

La producción de los agentes se asignó al Establecimiento Central de Materiales de Guerra Química, responsable de llevar a cabo un verdadero programa de desarrollo industrial para fabricar las sustancias necesarias³¹.

El gobierno francés adoptó un enfoque más directo de la investigación de armas químicas al militarizar los departamentos de química, patología y fisiología de 16 escuelas e institutos de medicina líderes. Además, esencialmente absorbió a la Universidad de París con el fin de dirigir, coordinar e investigar todos los aspectos de la guerra química³².

A partir de mayo, se comenzaron a realizar pruebas en el terreno de dispersión de cloro, en terrenos en Satory, cerca de París. Debido a la escasez de productos químicos adecuados, los investigadores franceses tuvieron que buscar productos y métodos particulares, y se llegó a la conclusión de que la artillería era el mejor medio de entrega para desplegar agentes químicos³³.

El primer agente disponible fue el tetracloruro de carbono, que era fácil de sintetizar. Los primeros ensayos prometedores se llevaron a cabo en el campo de pruebas de Vincennes en mayo y julio de 1915. El comandante en jefe del ejército francés, general Joseph Joffre³⁴, aprobó la producción de un primer lote de 50.000 proyectiles con este agente. Este recibió el nombre en clave "Obus No.1"; de los cuales se llegaron a fabricar más de 420.000 y luego utilizados en septiembre durante las ofensivas francesas en Champagne. No obstante, fueron rápidamente abandonados debido a su falta de eficiencia y baja toxicidad.

En 1916 los franceses lanzaron su primer ataque con AQ fosgeno y poco después con proyectiles cargados con cianuro de hidrógeno. Este último, en realidad, era una mezcla de ese producto con cloruro de arsénico y cloruro de estaño y designado por los franceses "Vincennite", no fue particularmente eficaz. El cianuro de hidrógeno es menos denso que el aire, por lo que era difícil crear y mantener una nube con la concentración letal deseada. Aunque el cianuro habría penetrado en la máscara alemana original, los alemanes se habían enterado de las ideas francesas y habían producido un filtro adicional que defendía contra el cianuro. En octubre de 1916, los franceses introdujeron un segundo agente "sanguíneo", cloruro de cianógeno (CK). A diferencia del cianuro de hidrógeno, el CK era dos veces más denso que el aire y tenía la propiedad deseada de introducirse en las trincheras³⁵.

31 <https://books.openedition.org/igpde/4972?lang=es>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

32 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2376985/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

33 Lepick, O.: *France's Political and Military Reaction in the Aftermath of the First German Chemical Offensive in April 1915: The Road to Retaliation in Kind*. En: Friedrich B., et al. (ed.) *One Hundred Years of Chemical Warfare: Research, Deployment, Consequences*. Springer, Cham. 2017.

34 Joseph Jacques Césaire Joffre comenzó su carrera como oficial de artillería, cursando como teniente la École Polytechnique, donde obtuvo el título de ingeniero militar. Alcanzó el grado de Mariscal de Francia, fue vicepresidente del Conseil Supérieur de la Guerre (1911-1914) y fue miembro de la American Academy of Arts and Sciences, de la Académie des sciences d'outre-mer y de la Académie française.

35 https://pure.mpg.de/rest/items/item_2400118_8/component/file_3002651/content. Último acceso el 20 de julio de 2020.

Imperio ruso

Rusia no estaba preparada para la introducción de Alemania de armas químicas en la Primera Guerra Mundial, ni para su empleo ofensivo ni para la defensa de sus tropas o población, lo que los obligó, después de Ypres, a desarrollar contramedidas, doctrina y medios ofensivos³⁶.

La primera operación empleando AQ en gran escala de los alemanes contra el ejército ruso comenzó el 31 de mayo de 1915, en Rawka, un curso de agua próximo a Bolimov, en la actual Polonia, con un ataque masivo de cloro usando cilindros similares a los de Ypres. El área estaba prácticamente desprovista de bosques, lo que permitió que la nube de gas se moviera profundamente dentro de las filas de las tropas rusas que no tenían ni protección ni entrenamiento. Las cifras de bajas de este ataque varían ampliamente según la fuente, pero el químico ruso Profesor Vladimir N. Ipatieff, que presidió la Comisión para la Preparación de Explosivos y más tarde el Comité Químico de la Administración Superior de Artillería, afirmó que en el primer ataque “siete a ocho mil hombres fueron envenenados en una noche, la mayoría muertos”^{37,38}. A esta operación siguieron numerosos ataques similares durante los siguientes 18 meses.

Dado que la mayor parte de las industrias en suelo ruso al inicio de la contienda eran de propiedad alemana, Rusia tuvo que desarrollar la producción de armas químicas de forma autónoma. Debido a la urgencia de contar con medios para responder ofensivamente, se comenzó a fabricar cloro en varias plantas (Samara, Rubezhnoye, Saratov y en la provincia de Vyatka). En agosto de 1915, se produjeron las dos primeras toneladas de cloro líquido, y en octubre, el ejército creó escuadrones químicos para llevar a cabo ataques con cilindros, similares a los de otros países³⁹. Al finalizar la guerra para Rusia, en 1917, la producción de agentes químicos en ese país fue equivalente al 2,4 por ciento del total producido por todos los contendientes y consistió principalmente en cloro, fosgeno, cloropicrina, y algunas cantidades menores de lacrimógenos y sanguíneos, totalizando 3.650 toneladas.

Al cabo de un año, sin embargo, Rusia estuvo en condiciones de usar gases en el frente. Inicialmente con cilindros de gas, pero a partir de 1917, cada vez más el principal medio de entrega del gas fue la artillería.

Las máscaras producidas en Rusia, provistas a las tropas, fueron escasas e inefectivas. Inicialmente se obtuvieron máscaras británicas, pero no en cantidades suficientes para equipar a todos los combatientes⁴⁰. Una de las consecuencias de esta situación fue la cantidad de bajas debida a AQ, que fue aproximadamente el doble que la de los otros contendientes.

En 1917, el ejército soviético concluyó que las armas químicas eran “un arma extremadamente poderosa y bestial”, y que “su propia inferioridad técnica los había puesto en una terrible desventaja”. Rusia se retiró de la Primera Guerra Mundial después de la Revolución de Octubre, cuando el partido bolchevique tomó control del gobierno⁴¹.

Estados Unidos de Norteamérica

Los **Estados Unidos** entraron en el conflicto en abril de 1917, sin tener preparación para este tipo de

36 <https://www.nti.org/learn/countries/russia/chemical/>

37 Grigorieva, M.; Yegorov, O.: *How Russia countered Germany's chemical weapons in WWI*. <https://www.rbth.com/history/328927-russia-chemical-weapon-wwi>

38 https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-51664-6_9. Último acceso el 20 de julio de 2020.

39 Op. cit. Lepick, O.: *France's Political and Military Reaction in the Aftermath of the First German Chemical Offensive in April 1915: The Road to Retaliation in Kind*

40 Fitzgerald GJ. *Chemical warfare and medical response during World War I* [rectificación en Am J Public Health. 2008 Jul;98(7):1158]. Am J Public Health. 2008;98(4):611-625. doi:10.2105/AJPH.2007.11930.

41 Ídem 40.

ambiente operacional. Tres días antes de la declaración de guerra a Alemania, el Comité Militar del Consejo Nacional de Investigación, (*National Research Council* – NRC), estableció un subcomité para hacerse cargo de los temas ofensivos y defensivos de AQ (*Subcommittee on Noxious Gases*), bajo la conducción del director de la Oficina de Minas, que incluía representantes del NRC, especialistas en armamento y médicos de la armada y del ejército.

El general John Joseph Pershing, comandante de las Fuerzas Expedicionarias Americanas (*American Expeditionary Forces* - AEF), a mediados de 1917, decidió dar la responsabilidad de todo lo relacionado con AQ a un solo servicio, (*Gas Service*), bajo el comando del teniente coronel Amos A. Fries.⁴² La falta de equipamiento propio motivó que inicialmente todo el equipo de protección como la munición química fuese de origen británico o francés.

Para marzo de 1918 el Departamento de Guerra puso a cargo de todo lo relacionado con AQ al general de división William Luther Sibert, al que le fueron trasferidas todas las instalaciones de investigación que previamente dependían del NRC. En junio fue creado el Servicio Químico de Guerra (*Chemical Warfare Service* - CWS) como parte del ejército. Éste estaba organizado en siete departamentos. El de Defensa contra gases era responsable de la producción de máscaras y le dependía una planta productora; el de operaciones ofensivas tenía como responsabilidad la producción de los agentes y armas vinculadas, con su instalación más importante en el arsenal de Edgewood, en Mariland; el departamento de Desarrollo tenía a su cargo la planta piloto para la producción de mostaza y la producción de carbón activado a ser usado en los filtros; el encargado de la investigación se localizaba en la American University, en Washington, D. C.; el encargado de las pruebas de campo se encontraba junto al departamento de entrenamiento en Lakehurst, Nueva Jersey; y finalmente, el departamento médico era el encargado de los aspectos farmacológicos de la defensa⁴³.

La primera unidad operacional fue llamada Primer Regimiento de Gases (*First Gas Regiment*), organizado a partir de una unidad de ingenieros y enviada a Francia a principios de 1918.

La producción de agentes químicos y la carga de proyectiles se asignó al Edgewood Arsenal, establecido en octubre de 1917 y que comenzó a producir a principios de 1918. Se contaba con cuatro plantas de llenado de munición (proyectiles de 75 milímetros, 155 milímetros, 4,7 pulgadas y de proyectores Livens) y cuatro plantas de producción de agentes. Sólo las dos primeras plantas de carga se terminaron antes de la finalización de la guerra, mientras que los agentes a producir en las plantas químicas fueron programados a partir de los más usados en 1917, cloro, cloropicrina, fosgeno y mostaza. Pero cuando las plantas estuvieron listas para producir, en 1918, los dos primeros ya no eran demandados para el teatro de operaciones. En los meses que duró la producción se alcanzaron a fabricar en el orden de 900 toneladas de fosgeno y 700 toneladas de mostaza. Otros contratistas civiles también produjeron estas sustancias, con el agregado de otro agente vesicante, Lewisita, que había sido redescubierto por el capitán Winford Lee Lewis⁴⁴, pero que nunca llegó a usarse durante el conflicto.

Otros países

El **Imperio austrohúngaro** inicialmente no empleó AQ, hasta el inicio de las operaciones en el frente italiano, cuando este país entró en el conflicto. A pesar de la negativa inicial del emperador Franz

⁴² <https://archive.org/details/chemicalwarfares00kleb/page/10/mode/1up>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

⁴³ Fries A., West C.: *Chemical Warfare*. New York, NY: McGraw-Hill; 1921.

⁴⁴ El compuesto químico (2-clorovinildicloroarsina) había sido descubierto en 1904 por el sacerdote belga y doctor en química Julius Arthur Nieuwland, mientras estudiaba para su doctorado en Estados Unidos. El director de tesis le comentó de este compuesto a Lewis, que era miembro del CWS, en 1918. Este último se dedicó a incentivar su producción como agente y perduró su nombre.

Joseph I a autorizar el uso de AQ por sus tropas, a principios de 1916, dos unidades de ingenieros, (*Sappeurbattailonen - 61 y 62*) fueron usados como núcleo para crear una formación especial de zapadores del ejército (*Spezialformationen der k.u.k Sappeurtruppe*)⁴⁵. Estas fueron empleadas por primera vez, cuando tropas austrohúngaras que defendían las posiciones del Monte San Michele, durante el desarrollo de la quinta batalla del Isonzo, a fines de junio de 1916, realizaron un contraataque empleando fosgeno⁴⁶. Las máscaras provistas a las tropas italianas no eran adecuadas para este tipo de agente, lanzado desde cilindros. Tampoco lo estaban las tropas húngaras que, debido a un momentáneo cambio en la dirección del viento, fueron alcanzadas por parte de la nube formada. La combinación del uso del agente con fuegos de artillería causó más de 2000 muertes entre los italianos, y alrededor de 5000 afectados.

El **Reino de Italia** entró en la Gran Guerra, como se le llamó en ese entonces, del lado de la Triple Entente, en mayo de 1915, al declararle la guerra al Imperio austrohúngaro y en 1916 a Alemania. Como consecuencia de lo sucedido en Ypres, en septiembre de 1915 se estableció la Comisión de Gases Asfixiantes, (Commissione Gas Asfissianti) dirigida por el profesor Emanuele Paternò, marqués de Sessa, con la participación de médicos y químicos. La comisión estudió métodos de protección para las tropas y también agentes para operaciones ofensivas.⁴⁷ De los agentes estudiados, se optó por desarrollar AQ principalmente en base a fosgeno. Italia llegó a producir unas 13.000 toneladas de agentes y fueron usadas particularmente durante la campaña del Isonzo en agosto de 1917, la última Batalla en el Piave (junio de 1918) y la Batalla de Bainsizza (octubre 1918)⁴⁸.

En el caso del **Imperio Otomano**, no hay información sobre el desarrollo de capacidades de AQ durante el conflicto, pese a haber sido sometidas sus tropas al ataque con este tipo de armas en la campaña de Palestina por parte de los británicos.

TABLA 1: USO CRECIENTE DE LA ARTILLERÍA COMO MEDIO DE DISPERSIÓN DE AGENTES EN LA PRIMERA GUERRA MUNDIAL⁴⁹

País	Consumo mun A (Mills.)		Peso de agentes (en cientos de ton)				% de Agentes dispersados (por mun A)
	Q	Otras	1915	1916	1917	1918	
Alemania	33	485	14	59	136	273	98
Francia	16	334	3,2	27	64	142	95
Imperio Británico	4	178	0	45	30	56	73
Austria-Hungría	5	170	0	5,9	24	42	95
Italia	4	146	0	3,2	23	32	95
Rusia	3	69	1,8	14	18	-	-
EEUU	1	7	-	-	0	9	91

Fuente: Medema, J.: Apuntes 1er Curso de Inspectores OPCW, 1987

45 Osprey Men at Arms 397: The AH forces in WWI.

46 https://encyclopedia.1914-1918-online.net/article/italian_front. Último acceso el 20 de julio de 2020.

47 <http://www.centenario1914-1918.it/it/2016/04/05/la-grande-guerra-del-gas>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

48 Íbid 43. Pieri, P., Valeri, N.: *L'Italia nella prima guerra mondiale*, 1915-1918.

49 Medema, J.: Apuntes primer Curso de Inspectores OPCW, 1987.

Final del conflicto

Para el final del conflicto, más de un millón doscientos mil soldados de ambos bandos habían sido afectados, mientras cerca de noventa mil habían muerto como consecuencia de las AQ. Más de cien mil toneladas de agentes habían sido usados en una escalada de agresividad, comenzando por lacrimógenos y terminando con la Yperita, que se convirtió en el más eficiente productor de bajas dentro de las AQ durante la guerra, no habiéndose desarrollado ninguna medida de protección eficiente contar su empleo. El 93 por ciento de los afectados por AQ sobrevivió al conflicto, aunque un 12 por ciento lo hizo con discapacidades diversas, desde afecciones respiratorias hasta cicatrices deformantes debidas a la Yperita.

Una de las lecciones aprendidas en este conflicto respecto a las AQ, fue que los efectos de los agentes de la época eran sólo efectivos cuando se lograba la sorpresa tecnológica sobre un enemigo no preparado, pero que, superado ese primer momento, el desarrollo de contramedidas específicas y el entrenamiento general para actuar en ambientes contaminados neutralizaba la ventaja momentánea obtenida por el que las había empleado.

.....
 TABLA 2: CANTIDADES DE BAJAS Y MUERTOS PRODUCIDOS POR AQ EN LA PRIMERA GUERRA MUNDIAL⁵²

País	Bajas por AQ	Muertos
Alemania	200000	9000
Francia	190000	8000
Imperio Británico	188706	8109
Austria Hungria	100000	3000
Italia	60000	4627
Rusia	419340	56000
EEUU	72807	1452
Otros	10000	1000

Las opiniones respecto de su empleo como armas variaban ampliamente, desde posiciones como las de aquellos que como el capitán Sir Basil Henry Liddell Hart quien, basándose en las estadísticas, decía que las AQ eran las menos inhumanas de las armas modernas⁵⁰, hasta la gran mayoría del público y los especialistas que manifestaban una particular repulsión por ellas. Pero independiente de evaluaciones sobre la moralidad de su empleo, es interesante notar lo expresado por el general Pershing en su informe final de la participación de los Estados Unidos en la guerra, que escribía: ⁵¹

Si el gas se utilizará o no en futuras guerras es una cuestión de conjeturas, pero el efecto es tan mortal a los no preparados que nunca podemos permitirnos el lujo de descuidar este tema.

Programas desde la Primera Guerra Mundial a nuestros días

Después de la guerra, el desarrollo de armas químicas siguió mereciendo bastante atención. Todas las principales potencias llevaron a cabo programas de investigación encaminados a construir medidas de protección y a sintetizar agentes más potentes, al mismo tiempo que negociaban un tratado para limitar este tipo de armas. Trataremos de sintetizar en esta sección las características de los mayores programas conocidos de AQ en la literatura de acceso público. Por esa razón, esta lista no será exclusiva, dado que algunos países mantienen aún hoy clasificada la información respecto de sus acciones en el campo de las AQ, mientras otros países, sometidos a los avatares históricos que

⁵⁰ Goodwin, B.: *Keen as Mustard*. Univ. of Queensland Press, 1998.

⁵¹ Pershing J.J. *Final Report of General John J. Pershing*. Washington, DC: US Government Printing Office; 1920.

⁵² <https://www.firstworldwar.com/weaponry/gas.htm>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

motivaron cambios de sus formas de gobiernos o participación en determinadas alianzas, destruyeron la documentación respectiva⁵³.

No solo las grandes potencias, sino otras naciones comenzaron a investigar sobre este tipo de armas y se han registrado numerosas alegaciones de empleo desde 1919, aunque pocas son las que han podido ser comprobadas por fuentes objetivas. Algunas de las más documentadas son los ejemplos que se expresan a continuación.

Otros ejemplos podrían incluir el uso de AQ por parte de los británicos en operaciones contra insurgentes en el norte de la India y en Medio Oriente; o por parte de las tropas chinas que operan en Manchuria a principios de los años 30; o Egipto en Yemen.

Reino de España

España fabricó y usó AQ durante la llamada Guerra del Rif (1921-1927) para sofocar la rebelión de Abd-el-Krim en Marruecos. Las primeras derrotas sufridas por el ejército en la campaña, con importantes cantidades de muertos, impulsaron al alto mando a emplear este tipo de armas. Se emplearon principalmente el mostaza, pero también fosgeno y cloropicrina. Estos productos inicialmente se compraron a Francia, pero más tarde se comenzó a producir el primero de ellos localmente a partir de tiodiglicol comprado en Alemania. En junio de 1921 se había instalado una planta rudimentaria de carga de agentes químicos en Melilla. Asimismo, España fue el primer país que utilizó la descarga directa desde aeronaves como medio de dispersión del agente.

Se construyó una planta de producción, la Fábrica Nacional de La Marañosa⁵⁴, a unos 20 kilómetros de Madrid, que a mediados de los años 20 producía mostaza, fosgeno y otros agentes que se enviaban a Melilla. Esta planta dejó de producir agentes poco después de terminada la Segunda Guerra Mundial, y se destruyeron los agentes en stock y dedicaron desde entonces sólo a la producción de materiales energéticos convencionales para las fuerzas armadas.

Particularmente durante la Guerra Civil Española, hubo un sólo incidente documentado por un periodista británico referente al uso de munición de artillería con agentes lacrimógenos por parte de las fuerzas republicanas contra las tropas franquistas en agosto de 1936⁵⁵.

Italia

Después de las experiencias sufridas durante la Primera Guerra Mundial, Italia continuó con su preparación para conducir operaciones en ambiente químico. En particular, esto se puso de manifiesto durante el conflicto entre Italia y el Imperio Etíope, también llamado Abisinia, durante los años 1935 y 1936. Italia empleó 110.000 tropas contra los 800.000 etíopes, pero la disparidad en estos números trató de compensarse con medios tecnológicos, como tanques, aviones y AQ⁵⁶.

La guerra también es recordada por el empleo por parte de Italia de armas químicas, principalmente el mostaza de azufre. El uso de este agente fue particularmente eficaz pues los soldados etíopes llevaban ropa desértica ligera tradicional que dejaba descubierta partes de la piel, y usaban sandalias o estaban descalzos, lo que facilitaba la acción vesicante sobre las zonas expuestas.

El uso de armas químicas por parte de Italia tuvo un efecto estratégico en el desarrollo de la guerra. Se utilizaron para proteger los flancos tanto de las rutas de suministro italianas como

⁵³ Ver Operación Obong (USACDA: *Documents on Disarmament 1982*. Pub 124. EEUU. 1984) y el caso de Albania como ejemplos.

⁵⁴ La fábrica fue destruida en 2004 y convertida en el Instituto Tecnológico Militar "La Marañosa", en 2011. https://www.defensa.gob.es/gabinete/notasPrensa/2011/02/DGC_110216_inauguracion_maranosa.html#. Último acceso el 20 de julio de 2020.

⁵⁵ Pita, R.: *Armas Químicas*. Plaza y Valdés Editores. Madrid, 2008.

⁵⁶ Hart, J.; Grip, L.: *The use of chemical weapons in the 1935–36 Italo-Ethiopian War* SIPRI. Arms Control and Non-proliferation Programme. 2009

las líneas de ataque y como un “multiplicador de fuerzas” que obstaculizaba vías de comunicación, lo cual desmoralizaba a las tropas y enmascaraba los movimientos de tropas. Una estimación soviética afirma que 15.000 de las 50.000 bajas etíopes en la guerra fueron causadas por este tipo de armas⁵⁷.

Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte⁵⁸

El Reino Unido cesó la producción de agentes y desmovilizó a la mayor parte del personal que trabajaba en las instalaciones de Porton Down, pero no por ello cesaron las actividades de investigación y desarrollo al término de la Primera Guerra Mundial. En 1919, el Comité de Organización de Guerra Química, llamado Comité Holland recomendó que continuara la investigación sobre los medios por los cuales la industria química podría producir agentes para cualquier guerra futura, y que debería haber capacidad de producir los necesarios para el trabajo experimental. Se estableció un Departamento de Investigación de Guerra Química con sede en el Ministerio de Guerra (*War Office* – WO) de Londres, pero también afiliado al Almirantazgo y al Ministerio del Aire⁵⁹.

En 1920, el WO invitó a representantes de la academia y la industria a participar, junto a representantes de las fuerzas armadas, en un comité asesor sobre temas tanto ofensivos como defensivos de AQ. Para 1926 el comité tenía 25 miembros permanentes y noventa asociados de los cuales 16 provenían de la industria⁶⁰.

El trabajo en el período entre las dos guerras se concentró en cuatro áreas principales de gastos, el Establecimiento de Investigación de Defensa Química de Londres, un elemento de producción de agentes e investigación y desarrollo en Sutton Oak, un elemento de investigación y desarrollo en Porton Down y la Escuela de Entrenamiento Anti-Gas (*Antigas Training School*). El primero de los mencionados se encargaba principalmente de coordinar acciones y contratar trabajos en la academia⁶¹. El Establecimiento de Investigación de Defensa Química (*Chemical Defence Research Establishment* – CDRE) en Sutton Oak, Lancashire⁶², que había sido programado para producir agentes durante la Primera Guerra Mundial, pero que recién estuvo listo al finalizar la contienda, asumió las funciones de elemento de producción, cambiando su denominación en 1925 como el Establecimiento de Investigación, Sutton Oak. En el mismo año Porton Down, por entonces conocida como la Estación Experimental de Defensa Química, (*Chemical Defence Experimental Station* – CDES) se reorganizó en seis departamentos: Química, Diseños, Fisiología, Física, Meteorología y Técnica.

Todo el trabajo de investigación y desarrollo en la CDES, era de naturaleza defensiva, las fuerzas armadas no recibían entrenamiento ofensivo de AQ y no se pagaban subsidios a empresas para la producción de este tipo de armas (o AB) de acuerdo a los informes al Parlamento británico.

Las cosas cambiaron en agosto de 1939, la responsabilidad del establecimiento pasó al Ministerio de Suministros y los esfuerzos de Porton fueron reorientados de trabajos defensivos a ofensivos.

57 SIPRI: *The Problem of Chemical and Biological Warfare*, vol. 1, *The Rise of CB Weapons*. Estocolmo, 1971.

58 El nombre oficial cambió en 1927, cuando la República de Irlanda obtuvo su independencia del resto de la unión, por lo que el nombre pasó de ser el de Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda al actual.

59 MacKay Price, R.: *The Chemical Weapons Taboo*. Cornell University Press, 1997.

60 <https://hansard.parliament.uk/Commons/1926-12-02/debates/5b976ddf-13a7-4154-ae1d-81f5dd377af4/ChemicalWarfare>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

61 Op. cit. SIPRI *The Problem of Chemical and Biological Warfare*.

62 <https://www.suttonbeauty.org.uk/suttonhistory/poisongas/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

En búsqueda de mayor capacidad ofensiva con AQ, en 1939, se decidió la construcción de otra planta en Gales, próxima a la villa de Rhydymwyn, designada Fábrica del Ministerio de Suministros (*M.S. Factory*) Valley, que comenzó a operar en 1941, produciendo mostaza (la mezcla de HD con T llamada por los británicos Runcol o HT). Cuando el Reino Unido cesó la producción de agentes se convirtió en depósito de HT hasta que se decidió su destrucción⁶³.

Porton Down fue el principal campo de pruebas de AQ británico, pero no el único. Los británicos realizaron experiencias en el norte de la India, Australia y el Medio Oriente. Al mismo tiempo los británicos establecieron una conveniente relación de trabajo con los franceses, antes del inicio de la Segunda Guerra Mundial, lo que les dio acceso al gran campo de pruebas de Beni Ounif, en el Sahara argelino⁶⁴.

Como resultado de la naturaleza prioritariamente defensiva de los trabajos en AQ en el Reino Unido, al principio de la Segunda Guerra Mundial, el stock de agentes era bastante limitado, con sólo 500 ton de mostazas, 5 toneladas de cianuro de bromo bencilo y pequeñas cantidades de cloro acetofenona. Y durante la contienda, el único producto fabricado a escala industrial fue el agente T (bis-(2-cloroetilthioetil)-éter también llamado O-mostaza⁶⁵), usado para mezclarlo con la mostaza sulfurada normal, para bajar su punto de congelamiento.⁶⁶

La CDES se ocupó, a partir de la Segunda Guerra Mundial y hasta la fecha, de numerosas áreas de investigación como los agentes neurotóxicos; sistemas de detección de agentes tanto para tropas terrestres como para navíos; nuevos respiradores capaces de dar protección a las amenazas; y temas de apoyo a la comunidad y a organismos no gubernamentales⁶⁷.

Como vimos en el capítulo de AB, en 1946 se creó el Departamento de Investigación Microbiológica (MRD), que cambió de nombre en 1957, pasando a ser el Establecimiento de Investigación Microbiológica (MRE) hasta que cerró en 1979. Ese año, el sitio fue dividido, con una parte transferida a la esfera de la salud, como Centro de Microbiología Aplicada e Investigación (*Centre for Applied Microbiology & Research* - CAMR). Tras esto, una revisión estratégica concluyó que una estructura corporativa separada sería la más adecuada para apoyar los objetivos estratégicos de sus operaciones de desarrollo y fabricación farmacéutica, y se crearon empresas que allí funcionan hoy produciendo vacunas y otros medicamentos para tratar afecciones relacionadas a la defensa QBN⁶⁸.

Pero para principios de los años 50 una nota enviada por el director del Chemical Defense Research Department del Ministerio de Suministros al representante de la Association of British Chemical Manufacturers expresaba que los esfuerzos en el campo de agentes neurotóxicos británicos eran limitados y no tenían los resultados esperados:

*“Los métodos de enfoque en este momento son principalmente empíricos y, debido a la falta de personal, sólo pueden ser tratados aspectos menores. En consecuencia, el éxito depende en gran medida de un golpe de suerte. Este estado de cosas es considerado por todos los interesados como peligroso e insatisfactorio.”*⁶⁹

63 https://www.afterthebattle.com/store/magazines/issue-no-79_ID82. Último acceso el 20 de julio de 2020.

64 Este campo de pruebas operó hasta que Francia se retiró de Argelia, y existe evidencia de que en 1960 especialistas israelíes estuvieron en él. https://media.defense.gov/2019/Jun/13/2002144641/-1/-1/0/CSDS_OUTREACH1316.PDF. Último acceso el 20 de julio de 2020.

65 <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=63918-89-8>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

66 Op. cit. SIPRI *The Problem of Chemical and Biological Warfare*.

67 <https://discovery.nationalarchives.gov.uk/details/r/C14349>

68 <https://www.portonbiopharma.com/about-us/>. Último acceso 20 de julio de 2020.

69 TNA WO 188/2716 Nota a James Davidson Pratt, Association of British Chemical Manufacturers de AE Childs, DCDRD, Ministry of Supply (4 de enero de 1951)

En ese contexto, el ministerio solicitó a la industria que colaborara con cualquier producto que consideraran pudiera ser de interés.

Como en el caso de Alemania, con el Tabún, en el Reino Unido se descubrió el VX de manera accidental en un laboratorio civil. Ranajit Ghosh y J. F. Newman, dos químicos trabajaban para una subsidiaria de la empresa británica ICI⁷⁰ en la búsqueda de insecticidas a partir de productos organofosforados, y se patentó el primero de ellos en 1952. Se notó que su toxicidad podía interesar, se remitieron muestras del compuesto al Ministerio de Suministros, el que en 1953 expresaba:

“Hemos estado muy agradecidos por la cooperación del I.C.I en el pasado y esperamos mucho que podamos contar con ello en el futuro. Para su propia información privada, el último artículo recibido de usted se encuentra ahora bien dentro de la cerca de alambre de púas y está recibiendo mucha atención”⁷¹.

En abril de 1953, el producto es recibido en Porton Down y catalogado como sustancia C-11, donde despertó un gran interés como un agresivo neurotóxico de gran potencial⁷². Para el año siguiente, el Reino Unido informó a Canadá y Estados Unidos de su existencia y lo clasificó como agente VG, (dependiendo de la fuente, la V significa Victoria, Veneno, o Viscoso – Victory; Venomous; o Viscous).

De todas formas, ICI comenzó en 1957 a comercializar un derivado de este producto con la marca comercial Amiton y luego Tetram, pero fue retirado del mercado por su toxicidad en humanos y animales⁷³.

Mientras tanto, Porton Down había estado probando diversos agentes en humanos desde octubre de 1951, en particular GB. Pruebas con grupos de seis voluntarios, miembros de las fuerzas armadas a los que se les pagaba un suplemento por actividad riesgosa, provocaron en una instancia que uno de los hombres entrara en coma, del cual fue recuperado, hasta que, en un ensayo en mayo de 1953, un soldado de la Real Fuerza Aérea (RAF) falleció como consecuencia de la dosis de GB a la que fue sometido. De las investigaciones posteriores se supo que casi 3.000 miembros de las fuerzas armadas habían participado como voluntarios entre julio de 1950 hasta mayo de 1954 en estos experimentos. Una investigación gubernamental sobre este tema fue llevada a cabo a fines de los años 90⁷⁴.

En mayo de 1950, una ex base de la RAF fue convertida en el Chemical Defence Establishment Nancekuke, en Cornwall, para la fabricación a escala piloto de agentes. Allí se produjo sarín hasta 1956, y el VX necesario para pruebas de equipamiento defensivo, estaba previsto la construcción de una planta a escala industrial, pero la decisión del Reino Unido de suspender todo programa ofensivo de AQ ese año determinó que esto nunca se concretase. La planta piloto fue inactivada, pero se mantuvo como reserva hasta los años 80⁷⁵.

El Reino Unido destruyó todo su arsenal de AQ previo a la entrada en vigor de la CAQ en 1997.

70 La empresa era Plant Protection Ltd., en ese momento un joint Venture de Imperial Chemical Industries (ICI) con otras empresas, más tarde adquirida integralmente por ICI. ICI fue la mayor empresa británica, fundada en 1926 contando en su momento con más de 50.000 empleados. Fue adquirida en 2008 por AKzoNobel e integrada en sus operaciones.

71 TNA, WO 188/2721. Nota J McCaulay a RM Winter, Research Controller, Messrs ICI Ltd, Nobel House, Buckingham Gate (15 de julio de 1953).

72 Prof. E. Jones TNA, WO195/12549. Ministry of Supply. Chemical Defence Advisory Board. Minutes 24th Meeting of the Board (5 de noviembre de 1953).

73 Peacock, F. C. Jealott's Hill: fifty years of agricultural research, 1928-1978. ICI, Ltd. Plant Protection Division, 1978. <https://archive.org/details/jealottshillfft000peac/page/50/mode/2up?q=amiton>. Último acceso el 20 de julio 2020.

74 Schmidt, U.: *Secret Science: A Century of Poison Warfare and Human Experiments*. Oxford University Press. Oxford, 2015.

75 <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20101208174527/http://www.mod.uk/DefenceInternet/AboutDefence/WhatWeDo/DefenceEstateandEnvironment/Nancekuke/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

Francia

A finales de 1919, el Ministerio de Guerra fijó las principales características de la política militar del período de posguerra respecto a las AQ:

*“El suministro de munición de gases tóxicos y lacrimógenos, de máquinas para la emisión de gases asfixiantes, y de agentes tóxicos, se mantendrá dentro de los límites que permitan las posibilidades técnicas (...); los servicios químicos continuarán con estudios sobre productos químicos ofensivos (...) para estar en condiciones de iniciar la fabricación de munición y dispositivos tóxicos en caso de que el enemigo tome la iniciativa de este tipo de agresión”*⁷⁶.

Terminada la Primera Guerra Mundial, Francia continuó con la producción de AQ al mismo tiempo que desarrollaba un programa de investigación y desarrollo sobre estas. Su hipótesis era que, en cualquier conflagración futura, las AQ serían usadas masivamente, pese a los tratados internacionales al respecto y por ello el gran esfuerzo en el campo de protección de sus tropas, tanto en cuanto a protección individual como colectiva, de la cual es ejemplo la Línea Maginot, que contaba con avanzados sistemas de filtros⁷⁷.

En 1921, los Servicios Químicos fueron puestos bajo el comando de la Dirección de Artillería y de la Comisión de Estudios y Experiencias Químicas (*Commission des Etudes et Expériences Chimiques*), se centralizaron todos sus laboratorios en un solo lugar; la Poudrerie Nationale du Bouchet, cercana a la localidad de Vert-le-Petit, en las afueras de París, que para la caída de Francia, tenía casi 2.000 personas trabajando en el área de AQ y había realizado estudios sobre más de 1.500 posibles agentes⁷⁸.

Cuando firmó el Protocolo de Ginebra de 1925, Francia se había reservado el derecho de usar armas químicas si era atacada con ellas primero. En 1940, París amenazó con utilizar esta opción si Alemania las utilizaba⁷⁹.

A partir de 1938, se restableció una colaboración con los británicos en este campo, y se aceleró la construcción de plantas adicionales de fabricación de “productos especiales”, una en Boussens y otra en Mauzac, al mismo tiempo que se completaban los trabajos de dos plantas de carga de munición química, una en Lannemezan y otra en Cerdon⁸⁰.

Para 1940, una planta de producción en Angoulême⁸¹ (*Poudrerie Nationale d'Angoulême*) fabricaba en el orden de 500 toneladas/mes de Yperita, la de Boussens unas 400 toneladas/mes. La producción de fosgeno, al ser este usado por la industria, fue llevada a cabo en instalaciones civiles y también en militares: la fábrica de la empresa de productos químicos Clamecy (660 toneladas/mes), la fábrica de Laire en Calais (120 toneladas/mes), la fábrica Kuhlmann en Villers-Saint-Paul (150 toneladas/mes). La fábrica militar de Mauzac⁸² (*Poudrerie Nationale de Mauzac*) amplió la capacidad de producción de este agente en otras 1.000 toneladas/mes. Otras plantas fabricaban otros agentes.

76 Lejaille, A.: *La guerre des gaz*. Service historique de l'armée de terre. 7 N 4201: Guerre chimique.

77 Información errónea de inteligencia al inicio de las hostilidades decía que los alemanes estaban usando arsina, para la cual los filtros eran ineficaces, lo que motivó acelerados trabajos que a la postre no fueron necesarios.

78 <http://www.guerredesgaz.fr/these/chap13/chap13.htm>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

79 https://www.socialgerie.net/IMG/pdf/QUAND_LA_FRANCE_TESTAIT.pdf. Último acceso el 20 de julio de 2020.

80 <https://www.defense.gouv.fr/fre/terre/actu-terre/1939-1940-la-guerre-des-gaz-n-aura-pas-lieu>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

81 <https://maam.angouleme.fr/musee-du-papier/memoires-de-la-poudrerie/>. Último acceso el 20 de julio de 2020. Funcionó produciendo químicos militares desde 1827 hasta 2004.

82 <https://espritdepays.com/dordogne/patrimoine-industriel/la-poudrerie-de-mauzac-une-friche-industrielle-et-militaire-oubliee>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

En mayo de 1940, Francia poseía en stock munición química producida en los años previos a la Segunda Guerra Mundial del orden de las 60.000 toneladas, cargadas principalmente con mostaza y fosgeno, que fueron capturados por los alemanes⁸³.

Notable es el campo de pruebas para este tipo de armas que los franceses construyeron en el desierto. En 1935, se eligió una meseta de piedra caliza del Sahara argelino, "limitada al este y al norte por los altos acantilados del Wadi Namous". Así nació el centro experimental Béni-Ounif, que tuvo tres secciones. La llamada B2-Namous fue exclusivamente usada para los ensayos de armas químicas y bacteriológicas. Este centro, de 100 por 60 kilómetros, cercano a la frontera marroquí, fue designado como Centro de experimentación semipermanente (*Centre d'expérimentation semi permanente de Béni-Ounif* - CESP), donde Francia fue capaz de desarrollar una cantidad significativa de AQ.

En abril de 1945, la parte de la Poudrerie Nationale du Bouchet dedicada a las AQ comenzó a depender directamente del ejército francés a través del Servicio de Armas Químicas (*Service de l'Arme Chimique*) y fue designado como Centro de Estudios de Bouchet (*Centre d'Études du Bouchet*- CEB)⁸⁴.

En 1948, allí fue sintetizado Tabún, lo que aseguró un stock de neurotóxicos para conducir ensayos de campo.

A fines de los 50 se reactiva el CESP, donde se desarrollan pruebas de AQ de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN). En 1962, durante las tratativas que conducirían a la independencia de Argelia, Francia negoció para que este y otros sitios utilizados para ensayos de ADM pudieran seguir siendo utilizados por las fuerzas armadas francesas hasta 1967⁸⁵.

En 1967, en la fecha establecida en los acuerdos, todos los sitios franceses en Argelia cerraron, excepto B2-Namous. Esto se debió a que el presidente De Gaulle había ordenado retomar con los programas de investigación y desarrollo de AQ y AB, para no quedar fuera de competencia con el resto de las potencias⁸⁶.

En un documento de 1965, el Estado Mayor General de las Fuerzas Armadas francesas expresaba:

*"El Consejo de Defensa [presidido por el Jefe de Estado] en su reunión de 25 de junio de 1965 decidió la dirección que se debe dar a los estudios sobre armamento químico y bacteriológico. La atención debe centrarse en el estudio de los agentes químicos, letales e incapacitantes y los agentes bacteriológicos; sobre la protección contra estos agentes; y sobre la definición de sistemas de armas que pueden implementarlos"*⁸⁷.

En el mismo documento se establecía la prioridad de la producción de armas nucleares, sobre la producción tanto de las químicas y como de las bacteriológicas.

El CESP terminó con sus actividades en 1986 y fue entregado a Argelia⁸⁸.

En 1985 Francia contaba con un stock de 435 toneladas de agentes y había desarrollado agentes

⁸³ Op. cit. Lejaille, A.: *La guerre des gaz*

⁸⁴ Nombre que mantiene hoy dependiendo de la Dirección de Armamentos de Francia y siendo una de las instituciones relevantes en el campo de la defensa QBN.

⁸⁵ En los Acuerdos de Evian de 1962, entre otras cláusulas militares, se establecía el uso de cuatro centros de ensayos, tanto de ADM como de investigación espacial. Entre ellos se encontraba el CEP. <https://web.archive.org/web/20070202191839/http://www.el-mouradia.dz/francais/algerie/histoire/accord%20evian.htm>

⁸⁶ Vincent Jauvert: *Quand la france testait des armes chimiques en algérie*. Le Nouvel Observateur – noviembre 1997.

⁸⁷ Op. cit. Vincent Jauvert: *Quand la france testait des armes chimiques en algérie*.

⁸⁸ <https://www.lematindz.net/news/24404-la-france-a-poursuivi-ses-essais-militaires-en-algerie-jusqua-1986.html>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

binarios⁸⁹. Pero al momento de la ratificación de la CAQ realizada en París, Francia declaró que había destruido todo su arsenal de AQ.

Estados Unidos

Cuando terminó la Primera Guerra Mundial, la organización y extensión del servicio químico (CWS) fue discutida, pero en 1920 por decisión del Congreso, con la oposición de la cúpula militar, le fue otorgado el carácter de un servicio independiente dentro del ejército. Se le asignaron las funciones de desarrollo, adquisición y suministro de todos los materiales tóxicos, fumígenos, incendiarios, y defensivos relacionados, lo que incluye el entrenamiento del ejército en todos los aspectos de la guerra química, como también la “organización, equipamiento, capacitación y operación de tropas de gas especiales.”⁹⁰

El Estado Mayor del Departamento de Guerra ordenó, en 1922, que se suspendieran todos los trabajos de investigación y desarrollo, producción o adquisición de agentes tóxicos y restringió todos los esfuerzos del CWS a medidas defensivas. Aunque este enfoque restringido se reafirmó con frecuencia en los años 1920 y 1930, posteriores enmiendas a la prohibición de la investigación sobre gases tóxicos permitieron cierto trabajo en este campo, bajo la premisa de que uno tenía que conocer el potencial ofensivo de un agente para defenderse de él.⁹¹

Casi todo el trabajo del CWS se trasladó al Edgewood Arsenal, con sólo la sede central del servicio en Washington, D.C. El arsenal de Edgewood se convirtió en el centro de entrenamiento, almacenamiento, y de investigación y desarrollo.

La depresión económica, combinada con la falta de confianza que las AQ causaban en los mandos del ejército y la escasez de recursos del CWS provocó que pocos fueran los desarrollos en este campo hasta que el incremento de las tensiones internacionales que llevaron a la Segunda Guerra Mundial cambió la perspectiva sobre este tema. Esto puede verse en las partidas presupuestarias asignadas al CWS. De 1927 hasta 1935 se mantuvo en el orden de 1.250.000 dólares estadounidenses por año, (alrededor de 20 millones actuales). En 1939 ya era de 3.000.000 de dólares, en 1941, 60 millones y en 1942 1.000 millones (55; 1.050 y 16.000 millones de dólares estadounidenses actuales, respectivamente). Lo mismo puede verse en el crecimiento del personal del CWS que, en 1933 tenía 77 oficiales y unas 413 tropas; mientras que, en 1940 las cifras fueron 93 y 1.035; en 1941, 833 y 5.059; y en 1943, las cifras alcanzaban los 8.103 oficiales, casi 62.000 tropas y 29.000 agentes civiles.⁹²

Recién a partir de 1930 se permitió que el entrenamiento en operaciones ofensivas con AQ pudiese impartirse a todo el personal del ejército, luego de que el auditor general del ejército (*Judge Advocate General*) lo permitiese⁹³.

Hasta 1937 el ejército conservó el stock de AQ que poseía al final de la Primera Guerra Mundial, pero ese año decidió activar la planta de mostaza de Edgewood para producir unas 150 toneladas adicionales, al mismo tiempo que se renovaba la planta de fosgeno localizada en él. Por esa época, el CWS mantenía en stock las mismas AQ que se habían usado durante la Prime-

⁸⁹ Wetterqvist, F.: *French Security and Defence Policy Current Developments and Future Prospects*. National Defence Research Institute. Estocolmo, 1990.

⁹⁰ Kleber, B.; Birdsell, D.: *The Chemical Warfare Service: Chemicals In Combat*. Center of Military History. United States Army Washington, D.C., ed 2003.

⁹¹ Idem 90.

⁹² Idem 90.

⁹³ *Textbook of Military Medicine: Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare*. Office of The Surgeon General. Department of the Army, Estados Unidos. 2002.

ra Guerra Mundial, es decir, proyectores Livens, morteros Stokes y munición para artillería de 75; 105 y 155 milímetros⁹⁴.

A mediados de los 30, el Ejército trató de mejorar las prestaciones de varias AQ, como los morteros Stokes, amplió el calibre de 104 a 106,68 milímetros (4,2 pulgadas), rayó el tubo, lo que le daba un mayor alcance y precisión o desarrolló un tanque de dispersión para aeronaves (M-10) de carga variable (136 litros de agente HD; L o fumígeno). Asimismo, se comenzó a producir una nueva máscara de protección (M1A2 con careta de goma, lo que permitía que se adaptase con buen sello a la mayoría de las caras), de las cuales Edgewood producía 50.000 por año y se certificó el primer sistema de defensa colectiva (un mecanismo para filtrar aire en instalaciones fijas). También se adoptó un producto desarrollado por la empresa DuPont para decontaminación (*Decontaminating Agent, Non-Corrosive* - DANC).⁹⁵

La inminente entrada en la guerra hizo crecer rápidamente la demanda de agentes, que no podía ser satisfecha por el Edgewood Arsenal. Se construyeron nuevas plantas, el Redstone Arsenal, en Huntsville; Alabama, (producción H, CG y L y almacenamiento)⁹⁶; el Rocky Mountain Arsenal, en el área metropolitana de Denver, Colorado (producción de H, L, y Cl)⁹⁷ y el Pine Bluff Arsenal (originalmente llamado *Chemical Warfare Arsenal*), próximo a la localidad del mismo nombre en Arkansas, dedicado a la producción de incendiarios y almacenamiento⁹⁸; junto con otras instalaciones de producción de equipos de protección y el campo de pruebas Dugway (*Dugway Proving Ground*) para ensayos tanto químicos como biológicos, de más de 3.000 kilómetros cuadrados en Utah⁹⁹.

Durante la guerra, Estados Unidos produjo unas 146.000 toneladas de agentes químicos. La mayoría fueron producidos en instalaciones militares, como podemos ver en la Tabla 3.

.....
TABLA 3: INSTALACIONES Y AGENTES PRODUCIDOS POR ESTADOS UNIDOS¹⁰⁰
DURANTE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

Plantas	Mostaza	Fosgeno	Lewisita	Cloruro de Cianógeno	Mostaza de Nitrógeno
Edgewood	Si	Si	Si (PP)	-	Si (PP)
Rocky Mountain	Si	-	Si	-	-
Redstone	Si	Si	Si	-	-
Pine Bluff	Si	-	Si	-	Si
Plantas privadas	-	Si (1 planta)	-	Si (2 plantas)	-

Los medios de dispersión de agentes usados por Estados Unidos durante la guerra fueron varios. La principal arma fueron los morteros de 106.68 milímetros, de los que se contaban 44 en diciembre de 1941 y de los que se adquirieron 8.000 durante la contienda. Para la artillería se contaba con munición de 75, 105 y 155 milímetros principalmente cargada con Lewisita. En 1945 aparecieron los primeros cohetes de 7,2 pulgadas (182,88

94 Idem 93.

95 Idem 93.

96 Archivo fílmico *Redstone Arsenal Through the Years*. Producido por Michael E. Baker, Command Historian para el US Army Aviation and Missile Command. https://archive.org/details/redstone_years. Último acceso el 20 de julio de 2020.

97 <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a288453.pdf>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

98 https://www.globalsecurity.org/wmd/facility/pine_bluff.htm. Último acceso el 20 de julio de 2020.

99 <https://www.dugwayprovinggroundhousing.com/history#:~:text=Your%20Home%20%2D%20Free-,Dugway%20Proving%20Ground%2C%20UT%20History,drawn%20into%20World%20War%20II>. Último acceso el 20 julio de 2020.

100 Op. cit. *Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare*.

milímetros) cargados con cloruro de cianógeno o fosgeno, lanzados con una tobera múltiple de 24 tubos. También para el combatiente individual se desarrolló un cohete para el bazooka de 2.36 pulgadas (59.944 milímetros) cargado con cloruro de cianógeno. Para la aviación se desarrollaron bombas de 100, 500 y 1.000 libras cargadas con diversos agentes. Además de los tanques de dispersión M33 que, dependiendo de la densidad del agente, podían cargar entre 750 o 1.120 libras (aproximadamente 340 y 508 kilos) de H o L¹⁰¹.

El CWS también comenzó a desarrollar medios de protección individual para la población civil. Entre ellos y con la ayuda de Walt Disney desarrollaron una máscara para niños simulando la cara del Ratón Mickey y un protector tipo carpa para bebés¹⁰².

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, el CWS decidió centrar sus esfuerzos de investigación y desarrollo en los agentes neurotóxicos capturados a los alemanes, y transfirió todo el personal involucrado al Edgewood Arsenal. En 1946 se inició el denominado “Proyecto A1.13”, relacionado con la determinación de las constantes físicas y las características del Tabún, preparación de sustancias análogos del mismo para determinar su toxicidad, medios de detección y descontaminación, y el desarrollo de un proceso de fabricación industrial. Estos estudios incluyeron ensayos con armas para determinar su eficiencia con este agente¹⁰³.

También se acordó con los británicos un sistema común de codificación para los agentes, aún hoy en uso en casi todo el mundo¹⁰⁴.

En 1946, se cambió el nombre y categoría del CWS, y pasó a ser el Chemical Corps, nombre que aún mantiene, con responsabilidades tanto en el campo militar pero también en el campo civil, entre otras, se le agregaron las funciones de defensa nuclear, y funciones como el desarrollo y producción de pesticidas¹⁰⁵.

Aunque el Cuerpo Químico continuó con los proyectos sobre el Tabún, al descubrir las ventajas operativas del Sarín sobre aquel, en 1946, estableció el Proyecto A1.13-2.1, para el desarrollo de un método para su producción industrial, lo que presentaba una serie de desafíos de ingeniería por la corrosividad y la toxicidad de las sustancias involucradas¹⁰⁶. Debido a esas dificultades, Estados Unidos recurrió a científicos alemanes que habían trabajado en la producción de sarín durante la guerra para que ayudasen en el desarrollo norteamericano, a cambio de contratos e incluso ciudadanía estadounidense¹⁰⁷.

En este contexto, Estados Unidos, que no había ratificado el Protocolo de Ginebra de 1925, inició una carrera en el campo de las AQ con la URSS.

La alianza entre Estados Unidos, el Reino Unido y Canadá se intensificó, y se estableció en 1947 el Acuerdo Tripartito (*Tripartite Agreement*)¹⁰⁸, para compartir recursos e información sobre ADM, como consecuencia de lo cual, Estados Unidos se dedicaría al etilsarín (GE) mientras el Reino Unido a la de sarín (GB).

101 Idem 100.

102 https://www.washingtonpost.com/local/did-you-know-walt-disney-designed-the-worlds-weirdest-gas-mask/2015/09/12/885be808-57d8-11e5-8bb1-b488d231bba2_story.html. Último acceso el 20 de julio de 2020.

103 Op. Cit. Tucker *War of Nerves: Chemical Warfare from World War I to Al-Qaeda*

104 Ver anexo.

105 <https://www.globalsecurity.org/military/agency/army/chem.htm>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

106 Op. cit Tucker *War of Nerves: Chemical Warfare from World War I to Al-Qaeda*.

107 Ver Operación “Overcast” y Proyecto “Paperclip” norteamericanos y el equivalente británico Operación “Matchbox”.

108 Martino-Taylor, L.: *Behind the Fog: How the U.S. Cold War Radiological Weapons Program Exposed Innocent Americans*. Routledge, 2017.

Este acuerdo tripartito continuaba la colaboración entre las tres naciones que venía fortaleciéndose desde que Estados Unidos entró en la Segunda Guerra Mundial. Uno de los temas conjuntos que se estaba desarrollando y finalizó ese año, fueron los ensayos de campo realizados en la isla San José, alquilada a Panamá, donde se sometió a tropas de los Estados Unidos a pruebas con distintos agentes para determinar la calidad de los equipos de protección y la eficiencia de distintos tipos de armas, con la participación de aviones de los tres países¹⁰⁹.

Otra de las prioridades del acuerdo era el desarrollo de detectores, respiradores, equipos de protección y antídotos contra los gases neurotóxicos. De la misma manera que sucedió en el Reino Unido, esto motivó el empleo de voluntarios para ser sometidos a pruebas con los equipos y agentes reales. Entre otros lugares donde se realizaban ensayos, en Edgewood, 30 individuos por mes, seleccionados del plantel de los 1500 soldados destinados allí, eran expuestos a distintos agentes¹¹⁰.

De los agentes estudiados por Estados Unidos, se optó en 1948 por el sarín, después de haberse pensado en el somán, pero la falta de un antídoto eficaz para este último decidió la disyuntiva definiendo al GB como el neurotóxico estándar para ese país¹¹¹.

En febrero de 1950, poco antes del inicio de la guerra en Corea, los Estados Unidos ratificaron su política de no primer empleo de AQ, pese a la creciente certeza de la capacidad de la URSS en el campo. La Directiva del Consejo Nacional de Seguridad Nro 62: “. . . *las armas químicas, biológicas y radiológicas no serán usadas por los EEUU excepto en represalia*”.¹¹² Esta política se mantuvo durante toda la guerra y recién cambió en 1956.¹¹³

El comandante del Chemical Corps en 1950 era el mayor general Anthony Clemens McAuliffe, quien se hizo famoso durante el sitio de Bastogne en la Segunda Guerra Mundial¹¹⁴ y dirigió todos los esfuerzos del cuerpo para la obtención de agentes neurotóxicos. Para esa época, los cálculos de las fuerzas armadas requerían un stock inicial de 48.000 toneladas y una capacidad de 2.000 toneladas mensuales en caso de conflicto¹¹⁵.

En junio de ese año comenzó la guerra de Corea. Estados Unidos inmediatamente incrementó el gasto en investigación y desarrollo en AQ, aunque como ya se expresó anteriormente, no cambió la política de probable empleo.

Dentro de las operaciones psicológicas de esa guerra, se encuentran las acusaciones del empleo por parte de Estados Unidos de AQ y AB. Estas acusaciones fueron descartadas hasta por la URSS:

“Se engañó al Gobierno soviético y al Comité Central del Partido Comunista de la Unión Soviética. La difusión en la prensa de información sobre el uso por parte de los estadounidenses de

109 <https://web.archive.org/web/20140731200603/http://www.mcclatchydc.com/2013/10/09/204764/panama-hopes-us-will-clean-up.html>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

110 <https://www.newyorker.com/news/news-desk/secrets-of-edgewood>

111 Op. cit. Tucker *War of Nerves: Chemical Warfare from World War I to Al-Qaeda*

112 Leitenberg, M.: *New Russian Evidence on the Korean War Biological Warfare Allegations: Background and Analysis*. En Cold War International History Project. Boletín Nro 11.

113 NSC 5062/1 del 15 de marzo de 1956 que expresa: “*En la medida en que la eficacia militar de las fuerzas armadas se vea reforzada por su uso, los EEUU estarán preparados para utilizar armas químicas y bacteriológicas en la guerra general. La decisión sobre su uso será tomada por el Presidente*”.

114 Oficial de artillería, fue promovido al grado de Tcnl “temporario” con la movilización en diciembre de 1941. Como brigadier general comandó la artillería de la 101 Div Aerotransportada de los EEUU, en Normandía y durante la operación Market Garden. Cuando se produjo el contraataque alemán que rodeó la Div en Bastogne, el comandante de la misma estaba en EEUU y él quedó a cargo. Intimidado a la rendición por los alemanes fue quien les contestó “Nuts” (libremente traducido como “tonterías”).

115 Op. cit. Tucker *War of Nerves: Chemical Warfare from World War I to Al-Qaeda*.

armas bacteriológicas en Corea se basó en información falsa. Las acusaciones contra los americanos fueron ficticias”.¹¹⁶

El Chemical Corps decidió compartimentar la producción de Sarín en dos sitios, a efectos de incrementar la seguridad. En uno se producirían las tres primeras etapas del proceso a efectos de obtener el intermediario diclorofosforilmetano (CAS Nro 676-97-1) conocido como “dichlor” y en otro sitio se completaría el proceso. Los lugares elegidos fueron Muscle Shoals en Alabama y el Rocky Mountain Arsenal para el segundo. El Chemical Corps Material Command tomó posesión del primer sitio el 1 de septiembre de 1953 bajo el nombre de *Muscle Shoals Phosphate Development Works*¹¹⁷. El segundo sitio fue nombrado como *Incendiary Oil Plant*.¹¹⁸

En 1954 se desarrollaron pruebas con la bomba aérea M34 (cluster bomb) que contenía 76 submuniciones cada una cargada con poco más de 1 kilo de sarín. También se estandarizaron un proyectil de artillería de 105 milímetros con unos 800 gramos de GB y otro de 155 milímetros con 3 kilos de agente¹¹⁹.

En 1956 se comenzaron los estudios para la construcción de una nueva planta de neurotóxicos, esta vez para fabricar el agente V descubierto por los ingleses. Al año siguiente se seleccionó un sitio que había estado produciendo agua pesada para el proyecto Manhattan¹²⁰ para instalar la planta de producción de este agente, ya denominado VX o V-1701¹²¹. La planta se instalaría en Indiana y su nombre a partir de 1959 fue Newport Chemical Plant, que operó entre 1961 y 1967.

Motivados principalmente por la necesidad de la armada de almacenar de manera segura las armas a bordo, en los 60, Estados Unidos desarrolló versiones binarias del VX¹²².

Debemos mencionar dos empleos de AQ durante la guerra de Vietnam. El uso de sustancias herbicidas y el uso de agentes de control de disturbios en operaciones militares.

Durante la Guerra de Vietnam (1962-1975), tanto Estados Unidos como la República de Vietnam (Vietnam del Sur), en la llamada Operación “Ranch Hand”, utilizaron poco más de 74 millones de litros de varios herbicidas con fines tácticos, específicamente para defoliar áreas con el objetivo de reducir la cobertura de las fuerzas enemigas, mejorar la visibilidad en los perímetros de las instalaciones militares y por un corto tiempo para matar los cultivos enemigos. Tanto la Fuerza Aérea como el Cuerpo Químico del Ejército compraron y usaron herbicidas en Vietnam. El herbicida más utilizado fue el Agente Naranja, (ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético llamado también 2,4,5-T); seguido por el Agente Blanco; otros herbicidas tácticos que se utilizaron en Vietnam durante la guerra incluyen al Agente Azul, Agente Púrpura, Agente Pink, y Agente Green. Los nombres de los herbicidas se derivaban de las bandas codificadas por colores alrededor de los tambores de 55 galones (208 litros) utilizados para enviarlos y almacenarlos¹²³.

Se hizo uso de agentes de control de disturbios, de los cuales tres fueron usados en distintos tipos de operaciones durante la guerra, los lacrimógenos CN y CS; y el vomitivo Adamsita (DM). En opera-

116 Resolución del Presidium del Consejo de Ministros de la URSS acerca de las notas del embajador de la URSS en la República Popular China, V.V. Kuznetsov, y del encargado de negocios de la URSS en la RDPC, S.P. Suzdalev, 2 de mayo de 1953.

117 Informe desclasificado: Summary of Major Events and Problems. Report CSHIS-6. Fiscal Year 1954.

118 Hylton, A. R.: *The history of chemical warfare plants and facilities in the US*. US Arms Control and Disarmament Agency. 1972. https://fas.org/irp/threat/cbw/1972_Chemical%20arfarePlantsAndFacilitiesUSA.pdf. Último acceso el 20 de julio de 2020.

119 Op. Cit. Tucker *War of Nerves: Chemical Warfare from World War I to Al-Qaeda*.

120 Proyecto P-9.

121 Op. cit. Hylton *The history of chemical warfare plants and facilities in the US*.

122 Op. Cit. Tucker *War of Nerves: Chemical Warfare from World War I to Al-Qaeda*

123 Buckingham, W.: *The Air Force and herbicides in South East Asia 1961-1971*. Office of the Air Force History. Estados Unidos, 1982.

ciones para desalojar túneles en bases subterráneas y también para crear corredores por los cuales pudiesen pasar aeronaves para abastecer bases aisladas o lanzar defoliantes y así reducir la eficacia de las defensas aéreas enemigas^{124 125}.

Para los 80, Estados Unidos disponía de varias opciones binarias, con GB y VX, tanto en bombas de aviación, tanques de dispersión y munición de artillería, (proy M687 de 155 milímetros).

Otra arma desarrollada durante esa época fue basada en el agente incapacitante BZ. Hoffmann-La Roche Inc desarrolló el benzilato de 3-quinuclidinilo en 1951, mientras estaban investigando agentes antiespasmódicos para el tratamiento de condiciones gastrointestinales. Edgewood Arsenal lo investigó bajo el nombre EA 2277 a principios de los años 60 y fue estandarizado para su uso en municiones químicas en 1961 bajo el nombre de Agente BZ. Pero el nombre no oficial del agente surgió como 'Buzz', debido a las aberraciones mentales que supuestamente causó. Unas 50 toneladas de este agente fueron producidas en una empresa civil, Millmaster Chemical y enviadas a Pine Bluff para su carga en armas. Fue usado finalmente en dos sistemas de armas a ser lanzados desde aviones subsónicos, un generador "cluster" (M44 o E154) constituido por tres generadores térmicos M16 (tipo candelas) con paracaídas; y una bomba (M33 o E153) cargada con 57 submuniciones M138.¹²⁶

Cuando Estados Unidos ratificó la CAQ, en 1997, declaró un stock de poco menos de 30.000 toneladas de agentes. A la fecha, más del 90 por ciento de ellos han sido destruidos bajo supervisión de la OPAQ, y los remanentes se encuentran en la etapa final de destrucción.¹²⁷

Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (Guerra revolucionaria)

Durante la guerra civil (*Grazhdanskaya voyna v Rossii*) entre los distintos contendientes que buscaban ocupar el vacío de poder motivado por la caída del régimen zarista, dos fueron los principales, pero no los únicos, contendientes. Por un lado, el Ejército Rojo de los Obreros y Campesinos (*Rabochekrestianskaya Krásnaya ármiya – RKKKA*), que defendía el ideario bolchevique; y por el otro, el Ejército Blanco (*Belaya Ármiya*), formado por una asociación de fuerzas anticomunistas. Este último recibió el apoyo material y hasta de tropas de diversos países que participaron directamente en la contienda¹²⁸. Entre esos apoyos, los británicos proveyeron AQ a las tropas del teniente general Anton Ivanovich Denikin, comandante en jefe del ejército antibolchevique que operó en el sur de Rusia¹²⁹, entre 1919 y 1920.

También las fuerzas británicas¹³⁰ que operaron en la Campaña del Norte de Rusia estaban equipadas con este tipo de armas. Los británicos habían desarrollado un tipo de candelas (del tipo de las usadas para generar humo en Loos) pero cargadas con un agente, denominadas "Dispositivo M" que, de manera similar a los cilindros, serían desplegadas, en el orden de miles y esperando vientos favorables para encenderlas, generar la nube. Pero en la campaña de Arcángel (*Arjánguelsk*), fue-

124 Ellison, H.: *Chemical Warfare During the Vietnam War: Riot Control Agents in Combat* Routledge, 2011.

125 Rottman, G.: *Viet Cong and NVA Tunnels and Fortifications of the Vietnam War*. Bloomsbury Publishing, 2012.

126 <http://www.sussex.ac.uk/Units/spru/hsp/documents/CBWCB71.pdf>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

127 <https://www.armscontrol.org/act/2019-07/news/us-begins-final-cw-destruction>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

128 Bullock, D.: *The Russian Civil War 1918–22*. Osprey Publishing, Oxford, 2008.

129 Llamado "Ejército Voluntario" (*Dobrovolcheskaya ármiya*), operó durante la guerra civil como parte de las fuerzas anticomunistas, el Ejército Blanco (*Belaya Ármiya*). Fue la más poderosa de las fuerzas contrarrevolucionarias hasta que sus restos fueron integrados con las tropas del general Pyotr Nikolayevich Wrangel.

130 Los británicos desplegaron más de 20 barcos; la Brigada de Infantería 236; el sexto Batallón de los Royal Marines Light Infantry; 52° Batallón del Manchester Regiment; 548th Army Troops Company de los Royal Engineers; y otras unidades, que incluyen dos baterías de Artillería canadienses, y numerosos aviones de la Royal Air Force.

ron empleadas con gran efectividad por primera vez, usando aviones para lanzarlas sobre lugares de reunión de tropas soviéticas.¹³¹

El primer uso documentado de armas químicas por el RKKA fue durante la rebelión de Tambov en 1921. La provincia de Tambov se encuentra en la confluencia de los ríos Tsna y Volga, en esa época un centro cultural y una importante región de cultivo de granos a unos 500 kilómetros al sureste de Moscú. Durante la Guerra Civil, los Ejércitos Rojo y Blanco lucharon fuertemente en la región. En el apogeo de la guerra de 1919, la política de Lenin de *prodrazvyorstka*, o “requisita alimentaria”, legalizó las confiscaciones de granos en grandes cantidades, lo que condujo a una fuerte hambruna entre civiles de muchas regiones rurales, que incluían Tambov. La resistencia campesina contra el Ejército Rojo se intensificó en 1920 en una revuelta regional con Aleksandr Antonov como su líder que movilizó unos estimados cincuenta mil insurgentes, incluidos muchos desertores del Ejército Rojo. El Consejo Militar Revolucionario (RVS) envió al general Mikhail Tukhachevsky¹³² para reprimir la rebelión¹³³. El 21 de junio de 1921 ordenó el empleo de AQ diciendo:

“... para recuperar los bosques donde se esconden estos gánsteres, utilizar gases venenosos para limpiar con la precisión de la nube de gases asfixiantes todo el bosque, destruyendo todo lo que esté oculto en él”¹³⁴

Imperio del Japón

De la misma manera que lo expresado en el capítulo referido a AB, el Imperio de Japón condujo un agresivo programa de AQ, a partir de 1925, empleándolas profusamente en sus campañas contra China hasta fines de la Segunda Guerra Mundial.

Recordemos que Japón no había ratificado los Protocolos de Ginebra de 1925 sobre AQ y AB, ni lo haría hasta la década del 70, por lo que no se consideraban obligados a restringir el uso de este tipo de herramientas¹³⁵. Para mediados de los años 30 se encontraban incorporados como un arma más dentro del arsenal japonés, a tal punto que el ejército publicaba una serie de folletos llamados “Lecciones del Incidente Chino” donde se enunciaban las experiencias obtenidas de su empleo.

Un reporte soviético de la época indica que las unidades japonesas que operaban en China tenían un stock de 25 por ciento de munición química para artillería y un 30 por ciento de las armas de aviación eran también de ese tipo¹³⁶.

Existen registros de más de 2.000 ocasiones, desde 1937 a 1945, en que los japoneses usaron AQ, principalmente en el Teatro de Operaciones de China, y unas pocas en el teatro del Pacífico, siendo estos incidentes los únicos donde se usaron este tipo de armas durante la Segunda Guerra Mundial¹³⁷. Las estimaciones de víctimas en el teatro chino oscilan entre 36.968 y 80.000, incluidos tanto personal militar como civiles¹³⁸.

131 Foulkes, C. H.: *Gas, Gas. The story of the Special Brigade*. W. blackwood & Sons, Limited. Londres, 1934.

132 El general Mikhail Nikolayevich Tukhachevsky, llamado por la prensa de la época el Napoleón Rojo, alcanzó el rango de Mariscal de la URSS pero su carrera se vio truncada por una de las purgas de Stalin en 1937.

133 Ian Ona Johnson, “Lenin’s Forgotten War in Tambov,” *Dissident*, noviembre de 2016.

134 Citado en Zhang, Yun, “*A Reciprocal Reaction: The USSR Chemical Weapons Program and Its Influence on Soviet Society through Three Civilian Groups*” Honors Theses. Paper 939. 2019.

135 Para que un tratado entre en vigor en un país debe ser ratificado por los órganos que cada país tiene para ese fin. Existe la discusión sobre si ser signatario es suficiente para generar la obligación de adherencia a los objetivos del tratado. Japón firmó el Protocolo de Ginebra en 1925, pero recién lo ratificó en 1970.

136 FOA reports.

137 Grunden, W.: *No Retaliation in Kind: Japanese Chemical Warfare Policy in World War II*. En *One Hundred Years of Chemical Warfare: Research, Deployment, Consequences*. Estados Unidos, 2017.

138 <https://www.archives.gov/files/iwg/japanese-war-crimes/introductory-essays.pdf>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

En China, las fuerzas militares japonesas a menudo se encontraban en una desventaja numérica y utilizaban AQ como un multiplicador de fuerzas, contra un enemigo que no poseía ni armas de la misma clase ni medios de protección para sus tropas. En la mayoría de los casos, los japoneses utilizaron gases lacrimógenos y otros irritantes, pero también se registraron numerosos eventos con agentes letales. El combate en el Teatro del Pacífico fue un asunto diferente debido a que los japoneses se enfrentaron principalmente a las fuerzas armadas de los Estados Unidos, que no sólo tenían la capacidad de represalia de la misma clase, sino que estaban respaldados por una capacidad industrial nacional que podría aniquilar totalmente a Japón con armas químicas en caso de que los japoneses iniciaran este tipo de guerra.

El programa de AQ de Japón creció a lo largo de las décadas de 1920 y 1930, a partir de esfuerzos por parte del ejército y la armada. Durante la Segunda Guerra Mundial, tres instituciones militares serían las encargadas de la investigación y desarrollo sobre AQ en Japón: el Sexto Instituto Técnico del Ejército dependiente del Instituto del Ejército de Investigaciones Científicas, el Tercer Laboratorio del Servicio Aéreo del Ejército Imperial japonés y el Departamento de Investigación Naval Sagami de la Armada Imperial japonesa¹³⁹.

Inicialmente en 1918 y luego en 1921, el ejército comisionó al teniente coronel Taneki Hisamura y al doctor Chikahiko Koizumi para viajar a Estados Unidos y a Europa a investigar las plantas de producción de agentes y armas químicas existentes, y fue el primero invitado a visitar el Arsenal de Edgewood, en Estados Unidos. Como consecuencia de sus informes, se formó un grupo a órdenes de Hisamura, que incluyó al doctor Koizumi, y que recibió cantidades crecientes de fondos para investigación y desarrollo y la construcción de instalaciones.

En 1925, el grupo de investigación de AQ japonés se convirtió en la tercera Sección del Instituto de Ciencia y Tecnología del Ejército y fue dividido en cinco grupos: producción y desarrollo de agentes; desarrollo de armas especiales e investigación de sus efectos; métodos de protección antitóxica; investigación del efecto de las condiciones meteorológicas; y experimentos con animales e investigación de tratamiento de víctimas. Ese año el grupo recibió ¥ 300.000 para investigación y desarrollo y ¥ 1.200.000 para construir una planta de producción (a valores presentes representarían unos US\$ 1.800.000 y US\$ 7.500.000, respectivamente). Esta última se comenzó a instalar a partir de 1927 en la isla de Okunoshima y sería la principal planta de producción de AQ mientras duró el conflicto¹⁴⁰.

La isla tenía una circunferencia de pocos kilómetros y se encontraba en el Mar Interior, en la prefectura de Hiroshima, lo que facilitaba su seguridad y el mantenimiento del secreto de sus actividades. En mayo de 1929, comenzó la producción de agentes lacrimógenos y mostaza. A capacidad máxima, podía producir mensualmente unas 200 toneladas de gas mostaza (H), 50 toneladas de lewisita (L), 80 toneladas de difenilcianoarsina (DC), 50 toneladas de ácido cianhídrico y 2,5 toneladas de cloroacetofenona (CN).

En 1933 se estableció una Escuela de Guerra Química en Narashino, prefectura de Chiba, dependiente del Inspector General de Educación Militar que sirvió como la principal instalación de entrenamiento tanto para el Ejército Imperial Japonés como la Marina. Todas las tropas japonesas y un gran número de reservistas habrían recibido entrenamiento en operaciones en ambiente químico, en particular, sobre defensa antitóxica.

¹³⁹ Robinson, J. P.: *The Rise of CB Weapons: The Problem of Chemical and Biological Warfare: A Study of the Historical, Technical, Military, Legal, and Political Aspects of CBW, and Possible Disarmament Measures*, vol. 1. Atlantic Highlands: SIPRI, 1971.

¹⁴⁰ Tanaka Yuki: *Poison Gas, the story Japan would like to forget*. Bulletin of Atomic Scientist. Octubre de 1988.

El primer empleo de sus AQ fue registrado el 18 de julio de 1937. Los informes sobre el uso japonés de estas armas aumentaron constantemente a medida que el conflicto en China se prolongó y la situación de la guerra empeoró. En una batalla de tres días que comenzó el 8 de octubre de 1941, en el frente del río Yangtze, las fuerzas japonesas mantuvieron un fuego de preparación de artillería con munición química durante más de cuatro horas y además lanzaron más de 300 bombas químicas sobre las posiciones chinas (Incidente de Ichang). Una investigación llevada a cabo por personal del Servicio de Guerra Química de los Estados Unidos (CWS) confirmó que se habían utilizado mostaza, lacrimógenos y probablemente lewisita. En esta operación hubo 1.600 víctimas confirmadas, 600 de las cuales fueron fatales¹⁴¹.

Al término de la contienda, la planta de Okunoshima fue destruida por las tropas de ocupación norteamericanas. Toda la información capturada fue clasificada y no compartida con el resto de los aliados y el personal, lo mismo que en el caso de las AB, no fue sometido a juicio.

Una de las consecuencias del empleo de estas armas en el teatro chino son los stocks de AQ abandonados cuando Japón procedió a retirarse y que aún hoy continúan descubriéndose en ese país y que se calculan entre 300.000 y 400.000 proyectiles y contenedores cargados con distintos agentes. El ejército japonés en retirada ante el ataque sorpresivo de tropas soviéticas trató de deshacerse de la manera más rápida posible de las AQ que poseía, desde arrojar tambores cargados con agente a granel al río Nenjiang (Unidad 516); hasta cavar grandes fosas donde se enterraron también tambores (Unidad 526)¹⁴².

Alemania

Las sanciones impuestas a Alemania al finalizar la Primera Guerra Mundial le prohibían a esta producir o importar AQ, por lo que se destruyeron los stocks de estas armas y clausuraron las plantas que las producían. Si bien el Kaiser Wilhelm Institut de Berlín había sido cerrado, los científicos que trabajaban en él relacionados con AQ continuaron haciéndolo en el área de la defensa contra AQ en el Campo Principal de Protección contra Gas (*Hauptgasschutzlager - H.G.L.*) que funcionó en Berlín hasta 1921 que se mudó a Hannover. Su trabajo consistía principalmente en el mantenimiento de las máscaras utilizadas por las fuerzas armadas. La empresa Auergesellschaft, fue la encargada de diseñar y producir nuevos equipos de protección durante todo este período. Las pequeñas cantidades necesarias para el testeo de los equipos de protección eran fabricados en un laboratorio de la Escuela Superior Técnica (*Technische Hochschule*) de Berlín-Charlottenburg, donde también por esa época se comenzó a investigar sobre nuevos agentes.

A partir de la firma del Tratado de Rapallo, en 1922,¹⁴³ entre las actividades previstas entre las dos naciones, se incluyó un programa conjunto de producción de AQ y de investigación y desarrollo en ese campo. Este programa fue llamado Tomka y se estableció en Shikhani, en la zona de Saratov. Unos treinta científicos alemanes trabajaron aquí desde 1928, cuando se inauguró la instalación hasta 1931, y unos pocos hasta 1933, junto con gran cantidad de personal soviético. Principalmente el trabajo conjunto estuvo relacionado con el agente H, particularmente su toxicología y compor-

¹⁴¹ Nick McCamley: *Secret History of Chemical Warfare*. Casemate Publishers. Estados Unidos, 2007.

¹⁴² https://www.opcw.org/sites/default/files/documents/CSP/RC-2/en/RC-2_NAT4-EN.pdf. Último acceso el 20 de julio de 2020.

¹⁴³ Este Tratado entre la URSS y el Deutsches Reich (más conocido como la República de Weimar) tenía una parte secreta en la que se estableció un programa de colaboración entre las dos naciones que le permitía a Alemania evadir alguna de las sanciones impuestas en el Tratado de Versalles y a la URSS acceder a tecnologías y entrenamiento. Además del proyecto Tomka, relacionado con AQ, involucró la instalación de una planta de fabricación de aviones hecha por la empresa Junkers; una planta de material de artillería Krupp; una escuela de pilotos y una de tropas blindadas; y un puerto militar cerca de Murmansk, la base de Polyarny, que fue construida especialmente para la armada alemana y que aún hoy sigue en servicio, y que es una de las principales bases navales rusas.

tamiento bajo condiciones meteorológicas extremas, para lo que se construyeron y ensayaron distintos tipos de armas experimentales. También se trabajó en el campo de protección, detección y medidas terapéuticas relacionadas con este agente.

De todas maneras, en 1931, el estado mayor alemán (*Truppenamt* – Oficina de Tropas, fue el nombre bajo el cual se encubrió el estado mayor de las fuerzas armadas alemanas entre las dos guerras, pues este había sido prohibido por el Tratado de Versalles) decidió en sus planes operacionales para los años 1933/38 que no sería prioritaria la adquisición de capacidades ofensivas en AQ, aunque la oficina de armamentos (*Waffenamt*) continuó apoyando el hecho de poseerla¹⁴⁴.

A partir de 1936, se estableció el Inspectorado de Tropas Químicas y Defensa contra Gases (*Inspektion der Nebeltruppe und Gasabwpher*). Al mismo tiempo, la oficina de armamentos se encargaba de laboratorios de investigación y desarrollo en la ciudadela de Spandau (*Zitadelle Spandau*); de una planta piloto de producción en Munster¹⁴⁵ y de un campo de pruebas de 120 kilómetros cuadrados en Raubkammer¹⁴⁶. En este último también funcionaba un campo de pruebas de la fuerza aérea.

También en 1936, el doctor Gerhard Schrader, un químico alemán de 33 años, que estaba trabajando en la creación de nuevos pesticidas en una planta de la IG Farben, encontró una sustancia sumamente tóxica que atacaba al sistema nervioso, y que lo hizo permanecer en el hospital por varias semanas. Esta sustancia, llamada Preparación 9/91, siguiendo las directivas recibidas por la empresa, fue enviada al laboratorio militar de la ciudadela de Spandau, donde los científicos que la investigaron decidieron denominarla con la palabra alemana para el tabú, por la que se la nombró Tabún (GA). Dos años después descubrió otra sustancia aun más tóxica, a la que llamó Sustancia 146. También esta fue enviada a Spandau, donde decidieron nombrarla en honor a sus desarrolladores como Sarín (por Schrader, Ambros, Ritter, y von der Linde). Así había nacido un nuevo tipo de armas químicas, los agresivos neurotóxicos (gases nerviosos), los cuales solo fueron poseídos por Alemania hasta el final de la Segunda Guerra Mundial, lo que causó la sorpresa de los aliados, que no disponían de ningún medio de defensa contra estos agentes¹⁴⁷.

En 1938 se abrieron la Escuela de Defensa contra Gases del Ejército (*Heerengassschuttschule*) cerca de Hannover, junto con la Escuela de Tropas Fumígenas (*Nebeltruppenschule*).

Para ese momento el ejército contaba con seis batallones de tropas químicas y para 1940 se habían movilizado quince batallones más, bajo la denominación de destacamentos fumígenos (*Nebel Abteilung*), tanto por su función de generación de cortinas de humo, como para ocultar su probable empleo con AQ.

La producción de equipos de protección estuvo a cargo de la empresa Dräger¹⁴⁸ y de la mencionada empresa Auergesellschaft¹⁴⁹.

Hacia el final de la Segunda Guerra Mundial, 17 plantas en operación producían agentes, y tres plantas más estaban en construcción. Las de mayor capacidad se dedicaban a la fabricación de ve-

144 Carsten, F.: *The Reichswehr and politics 1918-1933*. Oxford, 1966.

145 Cerca de 6.000 efectivos trabajaron en las plantas de AQ en Munster, denominadas Gasplatz Breloh, construidas en 6.500 hectáreas, donde se produjo cerca del 25 por ciento de la munición química de los alemanes en la Primera Guerra Mundial. Hoy funciona en esa misma área el Grupo para la Desactivación de Munición (*Gruppe für Kampfmittelbeseitigung*), el Instituto de Investigación sobre Defensa Química (*Wehrwissenschaftliches Institut für Schutztechnologien*) y la Sociedad para la Eliminación de Agentes de Guerra Química y Armamentos (*Gesellschaft zur Entsorgung chemischer Kampfstoffe und Rüstungsaltslasten*).

146 Geissler, E.; et al.: *Conversion of Former BTW Facilities*.

147 <https://cen.acs.org/articles/94/i41/Nazi-origins-deadly-nerve-gases.html>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

148 <https://www.draeger.com/Corporate/Content/the-history-of-draeger-en.pdf>. Último acceso 20 de julio de 2020.

149 Esta empresa fue adquirida por el conglomerado Degussa en 1934. Hoy continúa operando con el nombre de Evonik. <https://history.evonik.com/sites/geschichte/en/timeline/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

sicantes (5.400 toneladas/mes de HD; 100 de HN3), mientras una planta de 1000 toneladas/mes producía Tabún (GA). Dos de las plantas en construcción estaban destinadas a producir un total de 600 toneladas/mes de Sarín (GB)¹⁵⁰.

Al final del conflicto, la mayoría de las plantas fueron destruidas por los aliados. Pero las tropas soviéticas pudieron capturar dos plantas relativamente intactas, una de ellas la de producción de Tabún que fue desarmada, trasladada y rearmada en Volgogrado, donde también fue llevado parte del personal¹⁵¹.

Los aliados capturaron también unas 300.000 toneladas entre munición química terminada y agentes a granel, los cuales fueron destruidos, al hundirse la mayoría en el mar¹⁵².

Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas - Federación Rusa

De todos los programas conocidos de AQ, el de la URSS fue el de mayor envergadura, ya que involucró la mayor cantidad de recursos nacionales, la mayor producción de agentes y munición químicos y el avance sospechado sobre agentes no conocidos por ningunos de los otros poseedores de este tipo de armas.

Al finalizar su participación en la Primera Guerra Mundial, en 1917, el ejército soviético concluyó que las armas químicas eran “un arma extremadamente poderosa y bestial”, y que “su propia inferioridad técnica las había puesto en una terrible desventaja”¹⁵³. No sólo las experiencias de ese conflicto, sino las obtenidas durante la guerra civil y la guerra con Polonia, durante los años inmediatos a la caída del régimen zarista, habían preparado a la conducción soviética para no solo aceptar, sino para activamente alentar el empleo de AQ.

Asimismo, como vimos en la sección referida a Alemania, dentro de las cláusulas secretas del Tratado de Rapallo de 1922, se estableció una fuerte relación entre las fuerzas armadas de ambas naciones, motivados por el aislamiento que ambas habían sufrido, una por su derrota y sanciones al finalizar la Primera Guerra Mundial y la segunda por la revolución comunista. Esta relación se mantuvo hasta el arribo del nazismo al poder en Reich alemán, que cortó la vinculación militar, en 1933.

Dentro de ese contexto, el primer laboratorio de AQ soviético inició sus operaciones en Moscú en 1923 y enriquecido por la experiencia obtenida de la participación alemana, a principios de la década del 20, comenzó a operar una instalación en la localidad que hoy se llama Shikhany. Ésta se encuentra a unos 100 kilómetros de Saratov, a orillas del río Volga, en el sur de la Rusia europea. Allí se estableció una instalación secreta próxima a una pequeña población de ese lugar, llamada Volsk-18 bajo el nombre de código “Tomko”, conjuntamente con Alemania, en cumplimiento del tratado soviético-alemán sobre producción de AQ de 1925.

Son interesantes los esfuerzos realizados por los dos países para ocultar la naturaleza de las operaciones llevada a cabo en ese lugar. De acuerdo a las declaraciones del mayor general Nikolai Serafimovich Antonov, quien fuese director de este establecimiento como coronel ingeniero, entre 1968 y 1970, el proyecto Tomko fue llevado adelante por sociedades anónimas ficticias de ambos países, la rusa, como una sociedad encargada de combatir pestes agrícolas y de producir fertilizantes sintéticos, mientras que del lado alemán era para asesorar en el uso de materias

150 US Strategic Bombing Survey: *Powder, Explosives, Special Rockets and Jet Propellant, War Gases and Smoke Acid*. Ministerial Report 1. Oil Division. Washington, 1947. Exhibit CD.

151 Croddy, E.; et al.: *Chemical and Biological Warfare: A comprehensive survey for the concerned citizen*. Springer Verlag. Nueva York, 2002.

152 NATO Science Partnership: *Sea dumped Chemical Weapons and the Chemical Weapons Convention*. Springer Science & Business Media, 2013.

153 <https://digitalcommons.colby.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1951&context=honorsthesis>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

primas. En el texto, los obuses eran llamados “artefactos metálicos”, la munición “bolas”, etc. El personal alemán participante tenía prohibido relacionarse con la población local o abandonar el sitio, ni para ir al pueblo de Volsk.¹⁵⁴

Hasta el 2019 fue una “ciudad cerrada”, y aún hoy funcionan allí varias unidades militares relacionadas con AQ, particularmente el Instituto Científico y de Investigación en Defensa Radiológica y Química (*NII Radiatsionnoy Khimicheskoy i Biologicheskoy Zashchity* - NII RKHBZ)¹⁵⁵, que ocupa un área de 460 kilómetros cuadrados.

En 1928, Joseph Stalin, Secretario General del Comité Central del Partido Comunista de la Unión Soviética, tomó dos medidas importantes que revitalizaron su programa de AQ, al crear el Directorado de Química Militar (*Voenno-khimicheskoe upravlenie* – VOKhIMU) para supervisarlos, e implementar un plan para reconstruir las capacidades industriales de Rusia. La fuerte inversión en la industria química soviética hizo que la producción química de la Unión Soviética aumentara rápidamente, del 5 por ciento de la producción mundial en 1929 al 18,5 por ciento en 1936.¹⁵⁶

Gracias a esos esfuerzos, en la década de 1930, el programa soviético había alcanzado un nivel similar al de las otras naciones industriales de la época. La Unión Soviética producía mostazas, tanto sulfúricas como del nitrógeno, lewisita, fosgeno, difosgeno, adamsita, difenildicoroarsina, difenilcianoarsina, cloroacetofenona, y cloropicrina.

La invasión a la URSS en 1941 tomó al país por sorpresa y aunque los soviéticos habían acumulado un vasto arsenal de AQ durante los años previos, no las emplearon para detener el avance alemán, ni tampoco durante el resto de la conflagración, aun cuando estaba previsto en su doctrina. A ese respecto, en 1930, el académico Alexei Nikolaevich Bach, importante científico químico soviético, proclamaba durante el XVI Congreso del VPK(b)¹⁵⁷ que la victoria en las guerras futuras se decidiría “*no por el metal, sino por las sustancias químicas; no por bayonetas y proyectiles, sino por gases venenosos*”.¹⁵⁸

Como dijimos cuando hablamos del programa alemán, en las etapas finales de la guerra, el Ejército Rojo capturó la fábrica de Tabún, en Dyhrenfurth, Polonia, completa, pese a los bombardeos aliados contra esta, y los intentos de destruirla por parte de la fuerza aérea alemana. Los soviéticos pudieron obtener las líneas de fabricación, líneas de llenado de munición y los depósitos de materias primas. El Tabún que estaba en depósito había sido destruido por los alemanes¹⁵⁹.

En 1948 comenzó la producción de Tabún en Beketovka, a pocos kilómetros de la entonces llamada Stalingrado, hoy Volgogrado, donde los soviéticos copiaron el diseño de la fábrica alemana cuando la reconstruyeron en el Complejo Químico N° 91 (*Khimicheskii Zavod N° 91*). Este era un parque industrial dedicado a la química que había sido concebido durante el plan quinquenal de Stalin a fines de los 20; y que podrían producir unas 2.000 toneladas de productos químicos al mes. La Unión Soviética disfrazó la planta como una instalación comercial que divide la producción química entre AQ (35 por ciento) y productos comerciales (65 por ciento). Este modelo se usó para otras plantas de producción de AQ.

¹⁵⁴ Croddy, E.: *Weapons of Mass Destruction*, Vol I. ABC-Clio Ed. Estados Unidos, 2005.

¹⁵⁵ Existen numerosas alegaciones de que en este lugar se habrían desarrollado los agentes neurotóxicos llamados Novichok.

¹⁵⁶ *Ibidem* 78.

¹⁵⁷ El Partido Comunista de Toda la Unión (bolcheviques), abreviada VPK(b) por sus iniciales rusas, fue el antecesor inmediato del Partido Comunista de la URSS, desde 1925 hasta 1952.

¹⁵⁸ Citado por Fedorov, L. A.: *Chemical Weapons in Russia: History, Ecology, Politics*. Center of Ecological Policy of Russia. Moscú, 1994.

¹⁵⁹ Ante el avance soviético, los alemanes organizaron una operación con un batallón que se infiltró hasta la planta y logró destruir la documentación y volcar unas 12.000 ton de GA en el río Oder.

Además de la maquinaria de producción, también se capturó a varios de los profesionales que trabajaban en la instalación, entre ellos su gerente, el doctor Bernd von Bock, quienes fueron llevados a trabajar en la planta, lo que permitió que para 1949 el Tabún ya fuese incluido en el inventario de agresivos operacionales del RKKA. Además de la planta de Tabún, los soviéticos capturaron la planta piloto de sarín por lo que partieron con una gran ventaja sobre el resto de los aliados con respecto a los agentes neurotóxicos¹⁶⁰.

En el ejército, los asuntos relacionados con AQ fueron dirigidos inicialmente por la Administración Militar-Química (VOKhIMU) del RKKA, que luego devino en el Directorado de Fuerzas Químicas (UNKhV). Luego de la última reestructuración de las fuerzas armadas rusas, las responsabilidades fueron tomadas por las Fuerzas de Protección QBN (*Voyska radiatsionnoy, khimicheskoy i biologicheskoy zashchity Vooruzhonnnykh sil Rossiyskoy Federatsii - Voyska RKhB zashchity*) como una rama independiente dentro de las fuerzas armadas de ese país. De todas formas, en la orgánica aún vigente, existen elementos de defensa QBN a casi todos los niveles de las fuerzas operacionales, desde una sección a nivel unidad hasta un batallón a nivel Ejército¹⁶¹.

A lo largo de los años de la posguerra y hasta el presente, el UNKhV ha tenido un comité científico-técnico. En realidad, este es un instituto que estuvo y está involucrado en la planificación militar-química, lo que incluye la determinación de objetivos que merecen la atención de los “dispositivos químicos”. Actualmente el instituto tiene el nombre oficial de Unidad N° 64518.

En la industria, el trabajo en el desarrollo de armas químicas fue realizado inicialmente por el VOKhIM. Luego de varios cambios de dependencia, en 1939 se creó el ministerio de la industria química con el nombre de Primera Administración Principal del Comisariado Popular de la Industria Química (*Narkomkhimprom - MKhP*). Bajo esta organización pasó por los años de la guerra hasta los 60, cuando el MKhP fue reorganizado en el Comité Estatal del Consejo de Ministros de la URSS sobre Química (GKhK), y más tarde en el GKhK afiliado a la Comisión de Planificación Estatal de la URSS. En 1963, se instituyó la Asociación de Síntesis Orgánica de la URSS (*Soyuzorgsintez*), de la que dependían todas las plantas operativas de armas químicas, y que dirigió la producción de estas armas en la Unión Soviética hasta finales de los años 80, y el desarrollo de armas hasta 1993¹⁶².

El apoyo de higiene y seguridad a las plantas productivas se desarrollaba durante los años de la URSS en los Institutos de Higiene Laboral y Enfermedades Ocupacionales (*Institut Gigiyeny Truda i Profzabelevanii – IGTIP*) de la Academia de Ciencias Médicas (*Akademiya Meditsinskikh Nauk CCCP*), en Moscú y en Nizhniy Novgorod.

La producción de nuevas generaciones de AQ fue manejada por institutos y plantas especializadas del Ministerio de Defensa, el Ministerio de Industria Química y el Ministerio de Salud Pública de la URSS.

Los principales institutos dependientes del Ministerio de Salud Pública para llevar adelante investigación y desarrollo en este campo fueron el Instituto de Biofísica (originalmente *Institut biologicheskoy fiziki AN SSSR* y desde los 90: *Institut teoreticheskoy i eksperimental'noy biofiziki AN SSSR*)¹⁶³ de Moscú; y el Instituto de investigación sobre Higiene, Patologías Ocupacionales y Ecología Humana, (*Nauchno-issledovatel'skiy institut gigiyeny, profpatologii i ekologii cheloveka - NII GPECH*)¹⁶⁴ de San Petersburgo (en ese entonces Leningrado), y su filial en

¹⁶⁰ Tucker, J.: *War of Nerves: Chemical Warfare from World War I to Al-Qaeda*.

¹⁶¹ <https://eng.mil.ru/en/structure/forces/ground.htm>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

¹⁶² <http://levfedorov.ru/chemwar-1-1/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

¹⁶³ <https://iteb.ru/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

¹⁶⁴ <http://rihophe.ru/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

Volgogrado. Ellos eran parte del Tercer Directorado Principal del Ministerio de Salud Pública, cuyas responsabilidades hoy descansan en la Agencia Federal Biomédica (*Federal'noye mediko-biologicheskoye agentstvo*) dependiente del mismo ministerio. También se incorporó a este sistema el Instituto de Investigación Científica "Medstatistika" (Federal'noye Gosudarstvennoye Unitarnoye Predpriyatiye "Nauchno-Issledovatel'skiy Institut " Medstatistika)¹⁶⁵. La misión de este instituto especialmente creado era reunir toda información vinculada a toxicidad de sustancias, basados en información pública, pero también evaluando información recolectada por medios encubiertos.

El desarrollo de tecnologías para la producción de agentes y las correspondientes municiones químicas estaba ligado a la actividad de una red de organismos que incluían institutos de producción, diseño y pruebas dependientes tanto de la industria química como de las fuerzas armadas.

La producción de agentes químicos a escala industrial y las plantas conexas de carga de munición se instalaron principalmente en la cuenca del Río Volga, en más de siete localidades¹⁶⁶.

El principal ente para investigación y desarrollo sobre AQ fue creado en 1924, como un laboratorio del Comisariado Popular de Industria. Este fue el Instituto Estatal de Investigación de Química Orgánica y Tecnología (Gosudarstvennyy nauchno-issledovatel'skiy institut organicheskoy khimii i tekhnologii – GosNIIOKHT) de Moscú, a partir de entonces, principal instituto soviético de desarrollo de armas químicas. El GosNIIOKHT actualmente tiene cuatro divisiones, además de su sede central en Moscú: una en Shikhany, una en Novochebosarsk; otra en Lebedyan; y la última en Yenisei.¹⁶⁷

Existieron numerosos campos de prueba para AQ en la URSS, entre los principales se encuentra el ya mencionado como parte de las instalaciones de Shikhany y el de Nukus, en la actual Uzbekistán¹⁶⁸.

En general, se clasifica a los agentes en tres generaciones, vinculadas tanto a las tecnologías de producción, como a las características operacionales de los agentes y su forma de empleo¹⁶⁹.

Los agentes considerados de la primera generación fueron los que se obtuvieron durante la Primera Guerra Mundial, provistos por los británicos o copiados de ellos en el período entre las guerras, con la ayuda de Alemania, fundamentalmente en el GosNIIOKHT.

La segunda generación incluye los agentes neurotóxicos, que comenzaron a ser desarrollados a partir de los obtenidos de las plantas y científicos capturados al final de la Segunda Guerra Mundial, aunque existen antecedentes de 1943. La URSS mantuvo tres de estos agentes en armas en servicio hasta los 90, Sarín, Somán y Vx (la versión soviética del VX angloamericano).

La tercera generación de agentes, que fueron desarrollados a partir de 1973, dentro del proyecto Foliant incluyó los llamados "agentes binarios", es decir agentes cuyos precursores, de muy baja o nula toxicidad, son mezclados en el instante previo a su empleo, los cuales reaccionan y forman la sustancia tóxica buscada. De esta generación, provienen varios agentes neurotóxicos. Otros de los objetivos del proyecto Foliant era buscar agentes indetectables por los equipos utilizados por la OTAN y que actuaran aún sobre personal protegido¹⁷⁰.

¹⁶⁵ Citado por K. Alibek como también realizando inteligencia sobre AB.

¹⁶⁶ Op. cit. Tucker *War of Nerves: Chemical Warfare from World War I to Al-Qaeda*.

¹⁶⁷ <http://gosniokht.ru/content/about/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

¹⁶⁸ Op. cit. Tucker *War of Nerves: Chemical Warfare from World War I to Al-Qaeda*.

¹⁶⁹ https://fas.org/nuke/guide/russia/cbw/jptac008_194001.htm. Último acceso el 20 de julio de 2020.

¹⁷⁰ Vásárhelyi, G; y Földi, L.: *History of Russia's chemical weapons*. AARMS,6, pp. 135- 146 2007.

En la Tabla 4, podemos ver un resumen de algunos agentes estudiados dentro de esa generación, el A-230; un agente V y el Novichok 5¹⁷¹. Este último sería la versión binaria del A-232.

Se supone que estos agentes son superiores a cualquier contraparte extranjera, cinco a diez veces más tóxicos que la segunda generación de neurotóxicos, y resistentes al tratamiento médico. Además, son relativamente fáciles de fabricar, con materias primas de fácil acceso¹⁷³.

La producción industrial de AQ en la Unión Soviética continuó hasta 1987. Ese año se expuso un muestrario de las AQ en servicio en la URSS frente a representantes oficiales de diferentes naciones y de prensa que se desplegarían en ese momento en el ejército soviético: seis tipos de municiones cargadas con agentes de primera generación (lewisita y mezcla de HD-lewisita), ocho tipos de munición cargadas con agentes G (con sarín y somán), cuatro tipos de munición cargadas con Vx. Además, se mostraron 18 tipos de AQ cargadas con el agente de control antidisturbios CS¹⁷⁴.

El arsenal químico ruso al momento de acceder a la CAQ se encontraba distribuido en siete sitios, dentro del territorio ruso, lo que totaliza en el orden de las 40.000 toneladas de agentes, distribuidos a granel o contenidos en distintos tipos de munición. Un 80 por ciento del stock de agente declarado correspondía a neurotóxicos. Rusia completó la destrucción de todo su arsenal químico en septiembre de 2017^{175 176}.

Otros países

Como dijimos en la introducción muchos países trataron de adquirir o adquirieron capacidades ofensivas con AQ. Algunos a través de transferencias de estas armas desde otros países (caso de Albania); y otros las trataron de desarrollar y producir. Al momento de unirse a la OPAQ, a partir de 1997, ocho países, Albania, India, Irak, Libia, la Federación Rusa, Estados Unidos y Siria, declararon poseer stocks de AQ. Todos ellos los han destruido, y fue Estados Unidos el último país que está en proceso de terminar con su remanente; bajo supervisión permanente de la OPAQ¹⁷⁷.

TABLA 4: ALGUNOS AGENTES NEUROTÓXICOS SOVIÉTICOS Y RUSOS SEGÚN EL DR MIRZANOV¹⁷²

AGENTE	Otros nombres	Estructura
A 208	Tipo 33 - Vx	
A 230	Tipo 84	
A-232	Novichok-5	

171 Ver Trentádue, C.: *Guerra de Nervios*. FIE. TEC1000. 2018.

172 Los datos mostrados en la tabla son un resumen de los que aparecen en el libro de Mirzanov: *State Secrets: An Insider's Chronicle of the Russian Chemical Weapons Program*. Las estructuras mostradas nunca fueron confirmadas sido confirmadas por la Federación Rusa.

173 Ídem 172.

174 Los mostrados incluían proyectiles de artillería ACX de 122 milímetros, de 130 y 152; cohetes de 122 milímetros, de 140 milímetros (para el BM-14), de 240 milímetros (para el BM-27 Uragan); Bombas de aviación de 250 kilos; Spray Tanks de 250 kilos, Cohete FROG-7B y la cabeza de combate de un R-300 (también conocido como SCUD B o SS1c o R17). Ibidem 90 y <https://hansdevreij.com/2016/10/09/shikhany-1987/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

175 <https://www.opcw.org/media-centre/news/2017/10/opcw-marks-completion-destruction-russian-chemical-weapons-stockpile>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

176 <http://levfedorov.ru/chemwar-1-1/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

177 <https://www.opcw.org/sites/default/files/documents/2019/12/c2404%28e%29.pdf>. De acuerdo a la Nuclear Threat Initiative la República de Corea también habría declarado posesión de AQ al momento de ratificar y las habría destruido a principios de los 2000. <https://www.nti.org/learn/countries/south-korea/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

Otros países, como los que ya vimos previamente, tuvieron programas relacionados, pero destruyeron sus armas y plantas productivas previo a su ingreso a la OPAQ, como, entre otros, Irán y China.

El programa de mayor extensión fue el de **Iraq**. La historia en detalle de este programa ha sido ampliamente estudiada por las comisiones de las Naciones Unidas, UNSCOM y UNMOVIC. Iraq usó estas armas en su guerra con Irán y también en conflictos internos contra su propia población¹⁷⁸.

Luego de varios inicios desde los años 60, que no fueron exitosos, la guerra entre Irán e Iraq, desde 1980 a 1988, dio un nuevo impulso a la investigación de armas químicas. En junio de 1981, Iraq fundó el Proyecto 922, dentro del Ministerio de Defensa, para supervisar el desarrollo y la producción de AQ¹⁷⁹.

El Proyecto 922 logró producir gas mostaza para 1983¹⁸⁰; y para 1989 ya había producido casi 4.000 toneladas de agentes, que incluyen, además del mostaza, dos tipos de neurotóxicos, Tabún y Sarín. Para ello, trabajaron directamente vinculados a la producción de agentes alrededor de 2.000 personas, de las cuales, la mitad operaba una planta de producción cercana a la población de Samarra. Además, cientos de empleados de otros establecimientos participaron en las actividades de apoyo al programa en las áreas de diseño y producción de municiones, producción y adquisición de precursores y materias primas y el trabajo de construcción en sitios relacionados¹⁸¹.

Además de las empresas privadas europeas que vendieron equipamiento a Iraq, este recibió apoyo tecnológico para el desarrollo de AQ de Egipto. En 1983 y 84, Egipto hizo modificaciones en el sistema de cohetes de lanzamiento múltiple Grad 122 milímetros para permitir que las ojivas almacenaran agentes químicos y vendió de estos cohetes con insertos plásticos para contener agentes. Además, a mediados de la década de 1980, Iraq invitó a expertos egipcios en armas químicas a Iraq para ayudar a producir municiones de sarín¹⁸².

Se contrataron empresas alemanas para construir equipos e instalaciones diseñados con el único propósito de la producción en masa segura, eficiente y de agentes¹⁸³.

Para mantener el secreto, el Proyecto 922 era conocido como el Establecimiento Estatal para la Producción de Plaguicidas y se convirtió en la empresa principal de la instalación industrial de 100 kilómetros cuadrados de Iraq dedicada tanto a la producción de AQ como de AB, próxima a la localidad de Samarra, y adoptó finalmente el nombre de Establecimiento Estatal Al Muthana en 1986.¹⁸⁴

Terminada la guerra con Irán, se comenzaron a fabricar productos de aplicación civil, como champú antipiojos o vaselina (Petroleum jelly) pero manteniendo siempre la capacidad de revertir a la producción de AQ, al mismo tiempo que se mantenían las actividades de investigación y desarrollo.

Iraq no organizó unidades militares especiales dedicadas al uso de AQ. Las unidades de combate regulares debían recibirlas y utilizarlas si fuera necesario, bajo directivas especiales¹⁸⁵.

178 <https://www.nti.org/learn/countries/iraq/chemical/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

179 Idem.

180 <https://www.legal-tools.org/doc/e1343b/pdf/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

181 Idem 180.

182 https://www.globalsecurity.org/wmd/library/report/2004/isg-final-report/isg-final-report_vol3_cw-anx-b.htm. Último acceso el 20 de julio de 2020.

183 Idem 182.

184 Idem 182.

185 https://www.un.org/Depts/unmovic/new/documents/compendium_summary/s-2006-420-English.pdf. Último acceso el 20 de julio de 2020.

En el período comprendido entre 1981 y 1991, Iraq produjo unas 130.000 municiones químicas. De ellas, más de 100.000 municiones se utilizaron en combate, en el mismo período. La munición remanente, como las instalaciones para su producción fueron destruidas, ya sea por el mismo Iraq, o durante la guerra del Golfo, o se produjo bajo la supervisión de los inspectores de las Naciones Unidas, de conformidad con la resolución 687 (1991) del Consejo de Seguridad, en el período comprendido entre 1991 y 1994¹⁸⁶.

Siria

El programa de guerra química sirio operó bajo los auspicios de una organización de investigación situada cerca de Damasco. En 1983, la inteligencia de Estados Unidos identificó por primera vez una planta de producción de AQ siria. Alegatos de posibles transferencias de armas soviéticas a Siria en 1988, motivaron una declaración de la URSS que expresaba *“estas afirmaciones no están de acuerdo con la realidad. La URSS no transfiere armas químicas a otros países y no les enseña a producir tales armas”*¹⁸⁷. Declaraciones del gobierno británico en 2014, revelaron que en 1986 Siria había importado desde el Reino Unido cantidades considerables de sustancias precursoras de AQ¹⁸⁸.

En 1997, fuentes estadounidenses e israelíes afirmaron que el programa de la CW de Siria incluía instalaciones de producción en Damasco, Homs y Alepo y podía producir sarín, mostaza y potencialmente VX.¹⁸⁹

La presión internacional y las acusaciones de distintos países y organizaciones no gubernamentales sobre el empleo de AQ en la guerra civil que sufre Siria desde 2011, motivaron que finalmente este país se uniera a la OPAQ, ratificando la convención en 2013. Como una de las obligaciones de todo país al unirse a esta organización, Siria tuvo que realizar su declaración inicial, en la que declaró unas 1.300 toneladas de agentes químicos, mayoritariamente componentes de armas binarias neurotóxicas. Asimismo, las instalaciones declaradas incluían 26 plantas de producción de AQ, 12 sitios de almacenamiento, 8 unidades móviles de llenado y 3 instalaciones relacionadas (campo de pruebas y laboratorios de investigación y desarrollo).¹⁹⁰ Los agentes declarados fueron destruidos en 2014 bajo verificación internacional¹⁹¹ y las plantas de producción también.

Lamentablemente, las armas químicas, han seguido siendo usadas en el conflicto, con acusaciones cruzadas entre los distintos participantes sobre quiénes son los causantes. Las investigaciones realizadas por distintos organismos internacionales dan cuenta de responsabilidades compartidas por el gobierno y por los insurgentes. Después de la destrucción del stock militar sirio, el cloro, ya sea dispersado por cohetes, bombas de barril lanzados desde helicópteros, o por cualquier otro medio, se convirtió en el agente usado casi 100 años después de su primer empleo operacional. También hubo algunos ataques confirmados a pequeña escala con sarín, que el Mecanismo Conjunto de Investigación ONU-OPAQ en al menos una vez, en Khan Shaykhun el 4 de abril de 2017, se vinculó al método de producción de sarín de Siria.¹⁹²

¹⁸⁶ Ídem.

¹⁸⁷ <https://www.washingtoninstitute.org/uploads/Documents/pubs/PolicyFocus9.pdf>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

¹⁸⁸ <https://www.nonproliferation.org/wp-content/uploads/npr/diab51.pdf>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

¹⁸⁹ Ídem.

¹⁹⁰ <https://www.the-trench.org/syrias-cw-declaration-one-third-larger-than-assumed>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

¹⁹¹ <https://www.opcw.org/media-centre/news/2014/08/opcw-all-category-1-chemicals-declared-syria-now-destroyed>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

¹⁹² Consejo de Seguridad de la ONU. Nota del 26 de octubre de 2017 del Secretario General al presidente de CSNU, documento S/2017/904, 26 de octubre de 2017, anexo, párrafos 85–88.

Libia

Libia inició su programa de AQ a mediados de la década de 1980, mediante la construcción de una planta de producción cerca de la aldea de Rabta. El equipamiento provino, mayoritariamente, de compras a empresas europeas y japonesas. Las primeras suministraron equipos para la fabricación de agentes, mientras que Japan Steel Works construyó una planta para fabricar bombas de aviones capaces de ser llenadas con agentes químicos. La URSS proveyó equipo de protección personal, pero no así ni agentes ni tecnología.¹⁹³

En marzo de 2004, Libia presentó su declaración inicial a la OPAQ. En ella declaró unas 3.500 carcazas de bombas aéreas vacías, casi 24 toneladas de mostaza de azufre y más de 1.000 toneladas de intermediarios para la fabricación de agentes. También declaró que poseía una instalación de producción inactivada en Rabta, así como dos instalaciones de almacenamiento y unos vehículos de carga de agente¹⁹⁴.

En noviembre de 2017, la OPAQ certificó la destrucción completa del stock declarado de agentes. La planta de Rabta fue modificada para producir fármacos.¹⁹⁵

Uso por agentes no abiertamente vinculados a un estado

El empleo de AQ por parte de agentes no estatales, o por lo menos sin una probada vinculación estatal ha comenzado a ser noticia en los últimos años. Ejemplos de este tipo de empleo son acciones como el asesinato del periodista Georgi Ivanov Markov en Londres el 11 de septiembre de 1978¹⁹⁶, usando ricina; o el intento de asesinato del candidato a presidente de Ucrania¹⁹⁷ Viktor Yushchenko, en 2004, utilizando una dioxina¹⁹⁸ (TCDD)¹⁹⁹.

De los hechos relevantes, quizás el más conocido sean las acciones del culto de origen japonés Aum Shinrikyo a mediados de los años 90. Este culto apocalíptico, cuyo nombre significa Verdad Suprema, fue creado por Chizuo Matsumoto, que se hacía llamar “*Shoko Asahara*”, que significa “Luz Brillante”. Esta secta incursionó en todos los campos de las ADM, preparándose para una batalla cataclísmica luego de la cual sus seguidores serían los triunfadores y dominarían el mundo por venir.

De las armas que trataron de desarrollar, las que fueron más efectivas, aunque no en la escala deseada por el culto, fueron las químicas. Con una inversión estimada de unos 60 millones de dólares estadounidenses actuales, trataron de desarrollar, ensayar, producir y diseminar sarín y otros agentes de guerra química. Previamente, habían tratado de comprar, munición química en los Estados Unidos, sin éxito²⁰⁰. Luego trataron con Rusia, también tratando de adquirir armas del arsenal soviético y de reclutar científicos del programa de AQ, también sin éxito. Por ello Aum inició su propio programa en 1993, dirigido por Masami Tsuchiya, un candidato a doctorado especializado en fotoquímica en la Universidad de Tsukuba²⁰¹.

193 <https://www.washingtoninstitute.org/uploads/Documents/pubs/PolicyFocus9.pdf>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

194 <https://www.opcw.org/media-centre/news/2004/03/initial-inspection-libya-completed>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

195 <https://www.opcw.org/sites/default/files/documents/2018/11/c2304%28e%29.pdf>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

196 Caso del Paraguas Asesino. <https://www.independent.co.uk/news/uk/crime/poison-umbrella-murder-case-is-reopened-851022.html>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

197 <https://www.cbsnews.com/news/yushchenko-live-and-carry-on/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

198 2,3,7,8-tetraclorodibenzo[b, e][1,4]-dioxina.

199 https://www.cleveland.com/pdextra/2008/07/ukraine_president_blames_forme.html. Último acceso el 20 de julio de 2020.

200 https://archive.org/stream/globalproliferat01unit/globalproliferat01unit_djvu.txt. Último acceso el 20 de julio de 2020.

201 Smithson, A.: *Rethinking the Lessons of Tokyo*. <https://www.stimson.org/2000/ataxia-chemical-and-biological-terrorism-threat-and-us-response/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

A través de dos empresas ficticias, el culto comenzó a adquirir los precursores necesarios para fabricar sarín. Cuando finalmente el culto fue intervenido policialmente, se encontraron cientos de toneladas de más de 200 productos disponibles para sus investigaciones sobre distintos tipos de agentes, principalmente neurotóxicos²⁰².

Luego de ensayos a escala laboratorio, la secta decidió la construcción de una planta de producción de Sarín, a la que llamó Satyan 7 con equipamiento correspondiente al estado del arte en 1993. Además de la planta, se construyó un laboratorio analítico de última generación. Asimismo, Aum entre 1993 y 1994 poseía un campo de pruebas en Australia, la Banjawarn Station, de más de 400.000 hectáreas, donde habría realizado ensayos con sarín sobre ovejas²⁰³.

En octubre de 1994, en la ciudad de Matsumoto, en un atentado contra tres jueces que estaban investigando sus actividades, dispersaron Sarín desde un camión, afectando un área en donde fallecieron siete personas y alrededor de 600 debieron recibir atención médica.^{204 205 206}

En marzo de 1995, avisados de que la policía iba a allanar Satyan 7, Asahara seleccionó tres líneas de subterráneo para atacar alrededor de las 8 a.m., hora en que muchos oficiales de policía se dirigirían a realizar el cambio de turno. Se utilizaron seis trenes en esas líneas para depositar bolsas plásticas que contenían sarín y que, perforadas con la punta de paraguas que los miembros del culto llevaban, comenzaron a emitir el gas en el ambiente circundante, mientras los atacantes descendían de los trenes y escapaban. Como resultado del ataque, más de 5.500 personas fueron atendidas en hospitales, y doce de ellos fallecieron²⁰⁷.

Otros dos eventos más próximos en el tiempo han sido la utilización de VX en el asesinato de Kim Jong-nam, hermano del líder supremo de la RDPC, en el aeropuerto de Kuala Lumpur, en Malasia, el 13 de febrero de 2017^{208 209}; y el intento de asesinato del coronel del GRU Sergei Viktorovich Skripal, en Salisbury, Reino Unido, en marzo de 2018, que resultó en su internación, la de su hija y la de un policía que actuó en los primeros momentos del ataque. Este fue realizado con Novichok, uno de los agentes de la última generación de neurotóxicos rusos. Otra persona afectada con el mismo agente falleció en un evento relacionado.^{210 211 212}

Tipos

Como expresamos al comienzo de este documento, las armas químicas consisten en las sustancias químicas tóxicas o sus precursores; y las municiones, equipos o medios empleados para su fabricación, preparación, almacenamiento y empleo. Los productos químicos tóxicos inducen la muerte, lesiones o incapacidad temporal. Los precursores forman parte de la producción de productos químicos tóxicos.

202 Ídem.

203 https://fas.org/irp/congress/1995_rpt/aum/part06.htm. Último acceso el 20 de julio de 2020.

204 <https://oem.bmj.com/content/oemed/54/10/697.full.pdf>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

205 [https://www.ajemjournal.com/article/S0735-6757\(97\)90201-1/pdf](https://www.ajemjournal.com/article/S0735-6757(97)90201-1/pdf). Último acceso el 20 de julio de 2020.

206 <https://www.latimes.com/archives/la-xpm-1995-06-02-mn-8610-story.html>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

207 https://fas.org/irp/congress/1995_rpt/aum/part05.htm. Último acceso el 20 de julio de 2020.

208 https://www.opcw.org/sites/default/files/documents/EC/84/en/Malaysia_ec84_statement.pdf. Último acceso el 20 de julio de 2020.

209 <https://www.theguardian.com/world/2017/feb/14/kim-jong-un-half-brother-reportedly-killed-malaysia-north-korea>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

210 Op. Cit. Trentádue, C.: *Guerra de Nervios*

211 <https://www.opcw.org/media-centre/news/2018/04/opcw-issues-report-technical-assistance-requested-united-kingdom>

212 <https://www.sciencemediacentre.org/expert-reaction-to-nerve-agent-being-substance-identified-in-case-of-russian-ex-spy-and-his-daughter/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

Es importante hacer notar que los agentes que se encuentran prohibidos son los que afectan a los seres humanos y a los animales, y no alcanzan las prohibiciones específicas a los agentes que podrían usarse contra vegetales.

Aunque muchas sustancias encajan en la descripción de productos químicos tóxicos, en la práctica sólo se han seleccionado relativamente unas pocas con miras a desarrollar armas. De hecho, más de 12 millones de nuevas moléculas se registran cada año, a un ritmo que se ha acelerado en los últimos años, lo que permite prever que las sustancias factibles de ser usadas como agentes químicos, con propiedades fisicoquímicas adecuadas para lograr efectos de incapacitación o letalidad, no solo es creciente, sino que es, a los efectos prácticos, casi infinita²¹³.

A fin de que una sustancia química sea adecuada para utilizarla como arma, ésta debe ser suficientemente tóxica a fin de inducir los efectos buscados cuando se la aplica en dosis pequeñas, debe ser fácil de producir en grandes cantidades, tener estabilidad suficiente para preservar su toxicidad durante el almacenamiento y sobrevivir al proceso de diseminación.

Cada agente químico combina de forma única un conjunto de características y propiedades que incluyen letalidad, modo de acción, velocidad de acción, toxicidad y persistencia.

1. Letalidad es la propiedad referida a la capacidad de un arma química de causar muertes en condiciones operacionales; las dosis subletales pueden causar incapacidad. Por el contrario, los agentes no letales están diseñados para disminuir la eficiencia en combate del oponente, aunque una dosis alta del mismo agente podría ser mortal.
2. Rutas de absorción se refiere a las vías por las que los agentes entrarán y afectarán a los organismos vivos. Incluyen inhalación, exposición dérmica, exposición a través de los ojos o membranas mucosas o ingestión oral.
3. Modo de acción es el mecanismo biológico por el cual un agente ejerce un efecto (por ejemplo, la inhibición de una enzima).
4. Velocidad de acción se refiere al tiempo entre la exposición y el efecto. Mientras que algunas AQ son de acción rápida, como el cianuro de hidrógeno, otras son más lentas, como el mostaza.
5. Toxicidad es la medida de la cantidad de una sustancia necesaria para lograr un efecto determinado. Por ejemplo, 3.200 miligramos de fosgeno por metro cúbico de aire matarán el 50 por ciento de un grupo de seres humanos que respiren dicho gas durante un minuto; mientras que se requiere que 10 mg/m³ del agente nervioso VX causen la misma tasa de mortalidad después de una exposición de un minuto. Varias son las medidas de toxicidad existentes en la literatura de sustancias químicas como, por ejemplo:
 - a. Dosis es la cantidad de agente recibida por el sujeto.
 - b. LD-50: la dosis que mata el 50 por ciento de la población expuesta.
 - c. ID-50: la dosis que incapacita el 50 por ciento de la población expuesta.
 - d. Ct: una medida de exposición a un aerosol o vapor. La concentración en el aire y el tiempo de exposición determinan la dosis recibida, al igual que la frecuencia respiratoria. La concentración se expresa en mg/m³ y el tiempo en minutos, de modo que el Ct se expresa en mg-min/m³²¹⁴.

²¹³ El Chemical Abstract Service tenía registrados hasta el año 2019, 150 millones de sustancias, a un ritmo de más de 12,5 millones en los últimos años, mientras que el número total calculado ronda en 1063 sustancias para pesos moleculares menores a 500 Da (capaces de penetrar a través de la piel) y 10180 con pesos superiores a 500 Da. <https://www.cas.org/blog/innovation-in-small-molecule-discovery-accelerating>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

²¹⁴ US Army Handbook on the Medical Aspects of NBC Defensive Operations, Field Manual (FM) 8-9, Part III-Chemical, capítulo 1, pág. 3.

6. Persistencia es el tiempo que un agente permanece activo una vez liberado en el entorno. Los agentes no persistentes son bastante volátiles, se evaporan rápidamente y se disipan en cuestión de minutos a aproximadamente una hora. Los semipersistentes permanecerán durante horas hasta un día. Los persistentes, que tienden a ser densos y aceitosos, pueden durar varios días o hasta semanas. La persistencia de las armas químicas se ve afectada en gran medida por el medio ambiente predominante

(suelo, vegetación, etc.) y las condiciones meteorológicas (temperatura, velocidad del viento, estabilidad atmosférica, humedad y estabilidad). Los agentes con puntos de ebullición bajos y alta presión de vapor tienden a ser no persistentes, mientras que los agentes con puntos de ebullición altos y bajas presiones de vapor tienden a ser persistentes.

TABLA 5: PERSISTENCIA DE ALGUNOS AGENTES BAJO DISTINTAS CONDICIONES AMBIENTALES

Nombre del Agente	Tiempo		
	Soleado- Brisa ligera - c. 15°C	Ventoso - Lluvioso - c. 10°C	Calmo - Soleado Nevado - c. -10°C
Sarín	¼ a 4 horas	¼ a 1 horas	1 a 2 días
Tabún	1 a 4 días	½ a 6 días	1 día -2 semanas
Soman	2 ½ a 5 días	3 a 36 horas	1 a 6 semanas
Mostaza (b)	2 ½ a 5 días	3 a 36 horas	1 a 6 semanas
Agentes V	3 a 21 días	1 a 12 horas	1 a 16 semanas

Período durante el cual el suelo contaminado intencionalmente con los agentes puede presentar un peligro de contacto potencial.
Densidad de contaminación en el rango de 18-60 g/m². A temperaturas superiores a 20°C el gas mostaza puede persistir durante 1,5 a 4 días.

Fuente: FOI

Clasificación de agentes químicos

Las sustancias químicas tóxicas usadas en la producción de armas químicas pueden clasificarse de acuerdo con varios criterios como, por ejemplo, su volatilidad o su uso militar. Sin embargo, comúnmente se agrupan, de acuerdo con sus efectos, de la siguiente manera: **agentes asfixiantes**, **agentes incapacitantes**, **agentes neurotóxicos**, **agentes sanguíneos**, **agentes vesicantes**, **agentes de control de disturbios** y, como una categoría aparte, aunque por sus efectos podrían incluirse en alguna categoría de las anteriores, las **toxinas**.

Los agentes **asfixiantes**, hoy también llamados como “agentes que atacan el tejido pulmonar”, atacan el tracto respiratorio de seres humanos y animales, particularmente los pulmones, produciendo edema pulmonar. Esto causa una asfixia gradual y eventualmente la muerte de los afectados. A este grupo pertenecen entre otros, el cloro, usado ampliamente en la Primera Guerra Mundial, y de fácil obtención en nuestro país y la región; y el fosgeno, producido en nuestro país y en Brasil. También dentro de este grupo se encuentra el perfluoroisobutileno (PFIB) que es un subproducto de la combustión del teflón.

Los agentes **incapacitantes** no matan o lesionan, más bien hacen que su blanco sea incapaz de llevar a cabo acciones rutinarias. Causan efectos físicos o fisiológicos sólo temporales, que frecuentemente desaparecen después de un tiempo, aunque esto puede suceder desde horas a varios días. Si bien la mayoría de los agentes tienen efectos incapacitantes, el uso actual del término se refiere a aquellos que producen sus efectos alterando el funcionamiento del sistema nervioso central; normalmente, en las dosis operacionales, no son mortales; permiten la recuperación sin tratamientos y sin efectos permanentes; y son logísticamente factibles, es decir, que las cantidades necesarias para producir efectos son pequeñas, baratas y fáciles de adquirir y mantener en condiciones operacionales. Uno de ellos es el BZ, que deprime algunas funciones del sistema ner-

vioso central (SNC), lo que causa pérdida de memoria, disminuye la capacidad de resolución de problemas, hace perder la atención y la comprensión de instrucciones. El BZ es producido como intermediario en la fabricación de productos antiespasmódicos gástricos y ha sido usado para carga de AQ por varios países.

Los agentes **neurotóxicos** son sustancias químicas de alta toxicidad. Generalmente son incoloros, inodoros e insípidos y son fácilmente absorbidos por el sistema respiratorio, ojos, piel y el aparato digestivo sin causar irritación y así no alertan a la víctima de su presencia. Son usualmente letales, aun después de una corta exposición. Producen sus efectos interfiriendo con la transmisión de impulsos en el sistema nervioso. Fueron desarrollados a partir del período entre las dos guerras mundiales, durante ellas y hasta el presente. Están relacionados con insecticidas organofosforados, algunos de los cuales han sido prohibidos por sus efectos en humanos y animales (por ejemplo, el Amitón, que ha sido clasificado como agente o el Parathion). Tienen una amplia gama de persistencias como podemos ver en la Tabla 5. Han sido usados en operaciones irregulares por grupos subnacionales y sospechados por servicios de inteligencia nacionales²¹⁵. Algunos de sus precursores son usados en la industria, por ejemplo, para la producción de retardadores de llama en plásticos.

TABLA 6: ALGUNOS AGENTES NEUROTÓXICOS INVESTIGADOS PARA USO MILITAR

Código	Nombre IUPAQ	Registro CAS	Otros
GA	N,N-dimetilfosforamidocianidato de O-etilo	77-81-6	Tabún
GB	metilfosfonofluoridato de O-isopropilo	107-44-8	Sarín
GD	metilfosfonofluoridato de O-pinacollo	96-64-0	Samán
GE	etilfosfonofluoridato de isopropilo	1189-87-3	-
GF	metilfosfonofluoridato de ciclohexilo	329-99-7	Ciclosarín
GV	2-(dimetilamino(fluoro)fosforil)oxi-N,N-dimetiletanamina	141102-74-1	También GP
VE	2-(etoxi(etil)fosforil)sulfanil-N,N-dietiletanamina	21738-25-0	-
VG	2-dietoxifosforilsulfanil-N,N-dietiletanamina; ácido oxálico	78-53-5	Amiton (pesticida)
VM	2-(ciclohexiloxi(metil)fosforil)sulfanil-N,N-dietiletanamina	21770-86-5	-
VR	S-[2-(Dietilamino)etil] O-isobutil metilfosfonotioato	159939-87-4	RVX, Vx
VS	S-[2-(Diisopropilamino)etil] O-etil (S)-metilfosfonotioato	73835-17-3	-
VX	S-2-diisopropilaminoetilmetilfosfonotioato de O-etilo	50782-69-9	-

Los agentes **sanguíneos** inhiben el intercambio de oxígeno que normalmente sucede entre los glóbulos rojos y el tejido corporal. Actúan rápidamente y la exposición a ellos es generalmente letal. Los cianuros son los agentes importantes en este grupo (cianuro de hidrógeno y cloruro de cianógeno). Los cianuros tienen gran uso industrial, pues son de uso generalizado en síntesis químicas, galvanoplastia, extracción de minerales, teñido, impresión, fotografía y agricultura; además, se utilizan en la producción de papel, textiles y plásticos. No es producido en la Argentina, pero sí se importan sus sales (cianuro de sodio y cianuro de potasio) en grandes cantidades, principalmente para su empleo en la minería.

215 Atentados de Aum Shynrikio, atentado contra el hermano de Kim Il Yung; atentado contra Shripal.

Los **vesicantes** producen quemaduras y ampollas severas en la piel, ojos y pulmones. La exposición a los agentes vesicantes causa daño y dolor y puede conducir a la muerte por asfixia. Causan especial daño a los pulmones, llenándolos de fluido e hinchándolos hasta que el torrente sanguíneo no puede abastecerse de oxígeno (edema pulmonar). Esto causa una asfixia gradual y eventualmente la muerte. Pueden ser agrupados en mostazas, arsenicales y urticantes. Como vimos, en el caso de las mostazas del azufre, si bien no tienen aplicaciones industriales, si las tienen sus precursores, no siendo compleja su manufactura a partir de ellos.

Al igual que los agentes incapacitantes, los agentes de **control de disturbios** provocan sólo efectos fisiológicos temporales tales como la disrupción de la vista o de la respiración, que normalmente no causan perjuicios serios. Comparados con los agentes incapacitantes, estos agentes actúan más rápido, aunque sus efectos son menos duraderos. Los agentes lacrimógenos y los vomitivos pueden incluirse en esta categoría, aunque al presente, sólo son usados los primeros. Los lacrimógenos más comunes son el CS (O-clorobenzilideno malononitrilo) y los capsaicinoides (gas pimienta o gas OC).

Las **toxinas** son venenos producidos por organismos vivos o sus equivalentes sintéticos. Son muy venenosos y la exposición a ellos puede ser letal. Como vimos, están cubiertas tanto por las prescripciones de la CAPT y la CAQ. Ejemplos de estas son la ricina y la saxitoxina. La primera es extraída de las semillas del ricino, común en nuestro territorio; mientras que la segunda es producida por algas microscópicas comunes, también existentes en nuestro litoral atlántico. Una toxina de uso común en la industria es la toxina botulínica, producida por el *Clostridium botulae*, materia prima fundamental del bótox. Esta es la sustancia tóxica más potente conocida por el ser humano, y no hay hasta la fecha compuesto con una LD₅₀ menor.

Producción de los agentes químicos

La cantidad de agentes químicos a producir determina el tipo de instalaciones necesarias para hacerlo. Si la producción se prevé para fines militares, las plantas de producción estarán vinculadas a las plantas de carga en la munición, por lo que ocuparán amplios espacios de terreno, consumirán cantidad y variedad de servicios y dispondrán de instalaciones de aislamiento y protección para el personal que trabaje en ellas y para el medio circundante (bancos de filtros de aire, sistemas de purificación de efluentes, etc). Por otra parte, si el fin de la producción es para operaciones irregulares, por ejemplo, con fines de sabotaje o terrorismo, las cantidades involucradas estarán en el orden de los kilos o aún menores, y serán suficientes las instalaciones de un laboratorio con equipamiento elemental para obtenerla. Mientras que cientos de toneladas pueden ser necesarias para su uso en la batalla, el ataque de gas Sarín realizado por Aum Shinrikyo demostró que sólo se necesitan pequeñas cantidades para aplicaciones terroristas o no convencionales. Y las instalaciones que estaban preparadas para producir ricina en Londres en 2002, cuando los miembros de un grupo extremista fueron detenidos, se encontraban en la cocina de un departamento del Gran Londres.

La mayoría de las sustancias químicas tóxicas puede producirse de varias formas. El proceso de producción puede ser más o menos oneroso, dependiendo del tipo de agente.

La producción de agentes sanguíneos y asfixiantes es relativamente simple y no requiere de instalaciones especiales o equipo más allá de lo que se utiliza en una planta química industrial típica. Muchos agentes de este tipo ya son producidos como parte de actividades comerciales e industriales alrededor del mundo y están fácilmente disponibles en el mercado.

La producción de agentes vesicantes es un poco más compleja debido a que en un inicio hay mayor riesgo de accidentes, pero no es particularmente difícil. Los agentes vesicantes se han fabricado desde la Primera Guerra Mundial y los procesos para su producción están bien docu-

mentados y comprendidos. En particular, el mostaza del azufre sin destilar (HS) puede ser preparado con tecnología rudimentaria a partir de sus precursores, y estos no son difíciles de obtener en el mercado internacional.

A diferencia de los agentes sanguíneos, vesicantes y asfixiantes, los agentes neurotóxicos son mucho más complicados de sintetizar. Involucran procesos de producción complejos y requieren de un equipo especializado con materiales altamente resistente a la corrosión. Aun para producciones en escala laboratorio, la toxicidad de este tipo de compuestos requiere de precauciones rigurosas de seguridad y un grado de capacitación importante.

Las toxinas generalmente se extraen de los seres vivos que las producen. El proceso de extracción puede ser complicado, pero sigue siendo más fácil que la producción de agentes neurotóxicos. Las toxinas también pueden ser producidas sintéticamente, pero ello es difícil de lograr a gran escala.

Naturaleza dual

De todas formas, el cada vez más fácil acceso a los conocimientos y al equipamiento necesarios para producir cualquier producto químico, como asimismo la globalización del comercio, han proporcionado a docenas de naciones la infraestructura técnica para la producción de armas químicas. Aparte del tamaño de la industria química mundial, en términos de valor monetario, los innumerables usos de sus productos en los objetos de uso cotidianos y la economía globalizada aseguran que el flujo de productos químicos y tecnologías asociadas continuará aumentando para satisfacer requerimientos de la sociedad e imponer nuevos productos.

Además del problema de controlar el flujo de los equipos, la naturaleza de doble uso de los productos químicos se presta a la dinámica de proliferación de armas químicas. Hay docenas de sustancias precursoras que, si bien tienen aplicaciones civiles legítimas, también podrían ser usadas con fines militares. Las listas de control de productos de la CAQ²¹⁶ y también las listas de control común del Grupo Australia²¹⁷ están destinadas a dar una idea de los elementos a controlar, pero los controles podrían ser insuficientes ante gobiernos dispuestos a vulnerar las prohibiciones, o gobiernos que no sean miembros de los organismos citados o (y este es el caso más preocupante) organizaciones subnacionales decididas a emplear este tipo de herramientas.

Muchos de los precursores utilizados en la producción de agentes neurotóxicos (por ejemplo, amoníaco, etanol, isopropanol, cianuro sódico, fósforo amarillo, dicloruro de disulfuro, fluoruro de hidrógeno y azufre) se producen y consumen en cantidades del orden de los millones de toneladas al año en el sector comercial, lo que los hace casi imposible de controlar de manera efectiva.

Asimismo, se han publicado técnicas de producción de muchas AQ en la literatura abierta, incluidas las patentes y también sobre los productos químicos involucrados, lo que incluye datos sobre cinéticas de reacción, catalizadores y parámetros de funcionamiento²¹⁸.

En 1993, la Oficina de Evaluación de Tecnologías del Congreso de Estados Unidos (US Congress, Office of Technology Assessment), en su informe al Congreso sobre AQ, expuso los indicadores que darían idea de que un país estuviese decidido a establecer una capacidad de producción de AQ. Estos eran:

216 <https://www.opcw.org/chemical-weapons-convention/annexes/annex-chemicals/annex-chemicals>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

217 https://www.dfat.gov.au/publications/minisite/theaustraliagroupnet/site/es/control_list_precursors.html. Último acceso el 20 de julio de 2020.

218 US Congress, Office of Technology Assessment, "Technical Aspects of Chemical Weapon Proliferation," *Technologies Underlying Weapons of Mass Destruction* (Washington, D.C.: Government Printing Office, diciembre de 1993), págs. 30 – 31.

- > Adquirir el equipo y los materiales necesarios para producir AQ;
- > Producir agentes en pequeñas cantidades en una instalación piloto para determinar los detalles del proceso de producción y luego escalar hasta una planta de producción;
- > Comprar o producir las municiones y sistemas de dispersión necesarios;
- > Llenar municiones o sistemas de dispersión con agente;
- > Establecimiento de instalaciones de almacenamiento y redes logísticas de apoyo para el almacenamiento, el transporte, la manipulación y el uso de armas químicas;
- > Entrega de municiones químicas a los sistemas logísticos militares para el almacenamiento y el transporte;
- > Adquirir defensas químicas individuales y colectivas y equipos de descontaminación y capacitar a las tropas sobre cómo operar en un entorno químico; y
- > Desarrollo de doctrina de empleo y planes de batalla estratégicos y tácticos para el uso de armas químicas.

Aunque no todas las naciones que optaron por este tipo de herramientas siguieron todos los pasos citados, estos nos dan una idea de cuales deberían ser los escalones de un programa de AQ.

Debemos recalcar que los pasos citados son aplicables a estados que están desarrollando un programa de AQ con fines militares. No lo son cuando esos mismos gobiernos deciden usar estas AQ para operaciones encubiertas de sabotaje o asesinatos.

Esos pasos tampoco son aplicables a individuos, grupos criminales o terroristas que podrían decidir usar agentes químicos para obtener sus objetivos a diferentes escalas. Desde un extremo, el caso de Aum Shinrikyo hasta el caso de los ataques en Iraq con cloro²¹⁹ son instructivos sobre este tema. Como se mencionó anteriormente, esta secta produjo armas químicas en una instalación llamada Satyam No. 7, situada en Kamikuishiki, Japón. Mientras que la secta logró producir pequeñas cantidades de sarín, las autoridades también descubrieron que intentó desarrollar otros agentes nerviosos como soman, Tabún y VX. Para esto invirtieron en el orden de 30 millones de dólares estadounidenses de la época, 10 millones para la planta y el resto en insumos²²⁰.

Procesos

A continuación, y sólo para dar una idea muy superficial sobre el tema, veremos algunos ejemplos de particularidades de los procesos de producción de algunos agentes.

Producción de algunos agentes asfixiantes

El cloro es un producto químico comercial común producido en todo el mundo tanto para el tratamiento del agua como ingrediente en una serie de reacciones químicas. Normalmente se produce por electrólisis de salmuera (Proceso cloro-álcali). Existen varios procesos químicos, sin embargo, que podrían ser utilizados para su producción. Nuestro país lo produce. Existen equipos de producción modular modernos que se consiguen localmente con capacidades del orden de 10 kilos por hora.

El cloruro de carbonilo (fosgeno) es hoy un producto químico comercial producido en todo el mundo. Su uso principal es como agente clorador en reacciones químicas orgánicas. Debido principalmente a sus propiedades tóxicas, normalmente se produce en la planta donde se utiliza posteriormente y poco se ofrece para la venta en el mercado abierto. En nuestro país

219 <https://www.reuters.com/article/us-irak-chemicals-qaeda/u-s-says-irak-chlorine-bomb-factory-was-al-qaedas-idUSPAR44485120070224>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

220 https://www.stimson.org/wp-content/files/file-attachments/atxchapter3_1.pdf. Último acceso el 20 de julio de 2020.

está prohibida la circulación de este producto fuera de la instalación de producción. Brasil también lo produce. El fosgeno se produce combinando cloro y monóxido de carbono en presencia de un catalizador. El uso principal es como materia prima para la formación de intermediarios en la producción de poliuretanos (principal uso en nuestro país) y en la producción de policarbonatos.

Producción de algunos agentes neurotóxicos

Generalmente, la producción de agentes nerviosos implica procesos que han existido durante más de 50 años y están muy dentro de las capacidades de los países con industrias químicas o farmacéuticas moderadamente avanzadas. Estos mismos métodos de producción son muy similares a los de pesticidas organofosforados. Se ha estimado que costaría entre 50 y 90 millones de dólares construir en la actualidad una planta de producción de agentes G, aunque una instalación que no incluyera una capacidad de manipulación de residuos podría costar 30 millones de dólares²²¹. Para ilustrar los métodos de producción, se resaltan tres agentes nerviosos: los primeros de la serie G (Tabún, sarín/somán) y el último de la serie V (VX).

Agentes G

Tabún (GA)

El primer agente G producido es uno que técnicamente no pertenece a la serie. Tabún es un compuesto organofosforado con esencialmente los mismos efectos toxicológicos (aunque menos potentes), como los otros llamados agentes neurotóxicos. Sin embargo, es estructuralmente muy diferente. La primera planta de producción fue construida en Alemania durante la Segunda Guerra Mundial. A capacidad máxima, la planta operó a una tasa de producción de 1.000 toneladas al mes hasta que se cerró en noviembre de 1944. Además de ésta, el único productor conocido de Tabún en cantidades significativas fue Irak durante el conflicto Irán-Irak. Las instalaciones iraquíes de Tabún en Al Muthanna no fueron operadas durante la Guerra del Golfo.

El Tabún se produce a partir de oxiclорuro de fósforo (POCl₃); cianuro de sodio; dimetilamina; y alcohol etílico. El etanol y el cianuro de sodio son de uso comercial, mientras que la dimetilamina y el oxiclорuro de fósforo se utilizan en la producción de productos farmacéuticos, pesticidas, combustibles líquidos para proyectiles autopropulsados y aditivos de combustibles. La producción de Tabún no requiere el uso de materiales corrosivos ni produce intermediarios altamente reactivos. La producción implica mezclar los precursores y un disolvente portador en un recipiente de reacción equipado con un sistema de lavado de hidróxido de sodio para neutralizar el HCl gaseoso que es un subproducto.

Sarín (GB)/Somán (GD)

Aunque los rusos capturaron intactas las instalaciones alemanas de Tabún al final de la Segunda Guerra Mundial, decidieron producir sarín (GB) que, aunque más difícil de producir que el anterior, es más eficiente.

Existen muchas vías de producción del Sarín. El proceso elegido por casi todos los que produjeron este agente utiliza un material intermedio, el llamado Diclor (DC – óxido de diclorometilfosfina) que luego es parcialmente fluorado y el producto resultante reaccionará con un alcohol para producir el agente elegido.

²²¹ Actualizado a partir de las cifras de ref. 55.

Los últimos pasos implican la presencia de ácidos fluorhídrico y clorhídrico, por lo que se requiere que la reacción se produzca en reactores hechos en materiales no corrosivos especialmente construidos.

Agentes V

Los agentes V fueron originalmente sólo producidos por los británicos. La producción piloto se llevó a cabo en un sitio subsidiario del Laboratorio Porton Down llamado Nancekuke a través de un método llamado “proceso de agua”. A fines de la década de 1950 se propuso una segunda técnica llamada “proceso de transesterificación” y se construyó una planta en los Estados Unidos para utilizarlo. Este es un proceso batch que se lleva a cabo en cuatro etapas, con sólo el paso final con materiales tóxicos. El primer intermediario de la producción es el dicloruro metil fosfonoso, el que es producido en un paso tecnológicamente complejo. También aquí el equipamiento deberá ser producido con materiales anticorrosión especiales.

Agentes sanguíneos

El cianuro de hidrógeno o “ácido prúsico” es un producto químico producido comercialmente que se utiliza tanto en plástico de resina acrílica y otra producción química orgánica en todo el mundo. El cianuro de hidrógeno se produce comercialmente por la reacción de amoníaco y metano en presencia de oxígeno catalizada por platino. Después de la reacción, generalmente se destila, condensa y se manipula en estado refrigerado. Dada la volatilidad del producto final y la reactividad del oxígeno, los equipos deben estar preparados para contener fugas, pero no son difíciles de fabricar. Además, las empresas que producen acrilonitrilo, materia prima de ciertos plásticos, lo obtienen como subproducto.

El cloruro de cianógeno también es usado comercialmente, aunque en mucha menor escala, particularmente como reactivo para síntesis orgánicas.

Agentes vesicantes

Mostazas del azufre

La mostaza original producida en la Primera Guerra Mundial era de mala calidad, y contenía sólo alrededor del 70 por ciento del material vesicante real; el resto era azufre elemental y otras impurezas. El Proceso Levenstein desarrollado por los británicos fue una simple reacción de burbujeo de etileno seco en dicloruro de diazulfre. Las impurezas formadas en esta reacción son difíciles de separar del producto principal y en años posteriores fue necesario desarrollar métodos de destilación al vacío y extracción de disolventes para purificar el producto. La mostaza de azufre también se puede producir mediante la cloración de tiodiglicol. Casi todos los países que se han aventurado en la guerra química de una manera u otra han producido mostaza de azufre.

Dada la extrema corrosividad de los agentes cloradores como HCl, los equipos utilizados en este proceso deberán usar reactores y tuberías resistentes a la corrosión. Se ha estimado que la construcción de una planta de producción de mostaza de azufre, con capacidades de manejo de aire, costaría alrededor de 15 millones de dólares estadounidenses²²².

Durante la Segunda Guerra Mundial, en los Estados Unidos se produjeron más de 82.000 toneladas de mostazas del azufre. Alemania, en plena operación, estaba produciendo 3.100 toneladas de mostaza al mes, y en Rusia había al menos cuatro instalaciones dedicadas a la producción de mos-

²²² Actualizado a partir de las cifras de ref. 55.

taza durante toda la guerra. La más reciente producción de mostaza conocida ocurrió tanto durante la guerra Irán-Iraq como en la Guerra del Golfo.

Los medios de dispersión

Una vez producidas, las sustancias químicas tóxicas son almacenadas en contenedores o cargadas en municiones. Los contenedores de almacenamiento necesitan tener una gran hermeticidad y ser resistentes a la corrosión.

Las AQ requieren una cantidad y un peso comparativamente grandes del agente para lograr el mismo resultado inmediato que una ojiva de alto explosivo comparable contra tropas preparadas. A partir de estadísticas de la Primera Guerra Mundial, cuando son empleadas contra tropas no preparadas, la efectividad es cuatro veces mayor que la de la munición explosiva pero, con los agentes de la época, en promedio, cuatro veces menos mortales²²³.

Al igual que sus contrapartes biológicas, no tienen valor si no pueden alcanzar sus blancos. Considerando la definición de AQ adoptada en este trabajo, los medios allí enunciados podrán incluir los mismos tipos que las armas biológicas, es decir, aviones de ataque, misiles crucero, misiles balísticos, vehículos pilotados a distancia o aeronaves pulverizadoras, bombas convencionales por gravedad o guiadas por láser, proyectiles de artillería, o métodos no convencionales.

Cualquiera sea el medio empleado, las municiones deben ser diseñadas para llevar el agente al blanco de forma segura y diseminarlo de manera efectiva.

En general, hay tres tipos principales de municiones de armas químicas: las explosivas, las térmicas y las atomizadoras.

Las municiones explosivas usan una carga explosiva (burst en inglés) para romper la envuelta del proyectil y dispersar la sustancia química sobre el objetivo. No son muy eficientes ya que parte de la sustancia puede ser incinerada por la explosión inicial y porque no es posible controlarlas para lograr el adecuado tamaño de partícula. Sin embargo, son fáciles y baratas de producir ya que se adaptan de municiones comunes y convencionales.

Las municiones térmicas se basan en la pirotecnia para diseminar la sustancia tóxica en aerosol. Son más efectivas que las municiones explosivas ya que el tamaño de partícula es susceptible de un mayor control; pero casi todas las sustancias tóxicas son muy sensibles al calor y tienden a degradarse rápidamente si son expuestas demasiado tiempo a este.

Las municiones atomizadoras emplean presión aerodinámica para dispersar las sustancias químicas tóxicas en aerosol. Tienen la ventaja de ofrecer buen control sobre el tamaño de partícula y son particularmente aptas para la diseminación en grandes áreas. Sin embargo, si no son empleadas a baja altura, las gotitas de aerosol producidas pueden evaporarse o ser llevadas por el viento antes de poder alcanzar su blanco.

Los efectos de las armas químicas dependen de varios factores, como la diseminación efectiva, las condiciones meteorológicas y el nivel de defensa de que dispone el objetivo.

La diseminación apropiada es crucial para las armas químicas. A menos que las sustancias tóxicas sean distribuidas eficientemente sobre el blanco, su impacto directo será probablemente insignificante. Generalmente, las sustancias tóxicas serán distribuidas en forma de aerosol o de líquido. Para ataques desde fuera del área del blanco, en los que se espera que la sustancia viaje alguna distancia antes de dar con él, se emplearán aerosoles compuestos de partículas menores de 10 micrones de diámetro. De esta forma, los aerosoles podrán ser arrastrados por el viento y atacar el sistema respiratorio. Si el tamaño de partícula fuese demasiado grande, las gotitas se suspenderán en el aire

²²³ Medema, J.: *History of CW*. OPCW 1st Course of Inspectors. TNO. 1997

antes de llegar al blanco o serán bloqueadas por las defensas naturales del aparato respiratorio. Si son demasiado pequeñas, las partículas se dispersarán muy rápido y el blanco será expuesto a dosis demasiado débiles para producir el efecto deseado. Para ataques al blanco cuando la sustancia cae directamente en él, lo que se utilizará serán líquidos compuestos de partículas de por lo menos 70 micrones de diámetro. Los líquidos en esta forma son útiles cuando el efecto deseado es el percutáneo. Aquí también obtener el tamaño de partícula correcto es esencial para que el ataque sea efectivo. Las partículas muy pequeñas serán arrastradas por el viento y no alcanzarán el objetivo. Aquellas muy grandes no penetrarán la piel.

Durante un ataque con AQ, se genera una mezcla de gotas líquidas y gas. Las gotas más grandes caen y causarán contaminación del terreno, mientras que las pequeñas gotas permanecen suspendidas como un aerosol. La relación entre la contaminación del suelo y la nube primaria dependerá del agente químico empleado, la adición de espesantes (si los hubiese), el método de dispersión utilizado, y la altura de dispersión.

Las etapas para desarrollar sistemas de dispersión avanzados son las siguientes:

- > el uso de aditivos químicos para estabilizar o aumentar los efectos de un agente;
- > el diseño y la producción de municiones para la dispersión del agente; y
- > el llenado, almacenamiento y transporte de dichas municiones.

El agregado de aditivos químicos tiene varios objetivos. En primer lugar, buscará que el agente siga siendo suficientemente tóxico para producir bajas y lo suficientemente estable como para soportar las presiones mecánicas y térmicas generadas por la dispersión usando un artefacto explosivo o de pulverización. También se pueden añadir estabilizadores para reducir la degradación de agentes químicos expuestos a altas temperaturas o que vayan a estar almacenados por largos períodos de tiempo²²⁴. Los estabilizadores funcionan absorbiendo los ácidos liberados por descomposición química, de manera similar a los estabilizadores de las composiciones de propulsantes. Los depresores de punto de congelación reducen el punto de solidificación - congelación de líquidos (tema que afecta principalmente al mostaza) para permitir su uso a bajas temperatura. Los espesantes aumentan la viscosidad y la persistencia de agentes líquidos. Las partículas portadoras (carriers) aumentarán la concentración en el aire de agentes químicos poco volátiles. Durante la Segunda Guerra Mundial, Alemania investigó sobre el uso potencial de polvo de sílice como portador de mostaza. Esta investigación descubrió que una gran cantidad de mostaza de azufre podría ser absorbida por el polvo y dispersada como una nube de polvo. Finalmente, antioxidantes como la sílice coloidal previenen el aglomerado de agentes químicos²²⁵.

Idealmente, en una instalación de producción de AQ con fines militares, los agentes químicos pasarán directamente de la etapa de fabricación a una planta de llenado de municiones, donde serán cargados en las cabezas de combate disponibles para su dispersión. Las operaciones de carga pueden ser extremadamente peligrosas y deberían ser llevadas a cabo dentro de instalaciones selladas con atmósfera controlada y con depresión, de tal manera que, de producirse alguna fuga, permanezca en el interior del edificio y no contamine el medio. Por lo general, las máquinas de llenado son completamente cerradas y de operación automática. El desafío técnico principal en las operaciones

224 El mostaza producido por Iraq durante la guerra con Irán se había degradado en un período de 15 años hasta que sólo quedaba un 30 por ciento de agente, mientras que el producido por Estados Unidos durante la Segunda Guerra Mundial mantenía al momento de su destrucción a fines de los 90, más de un 95 por ciento de agente puro.

225 US Congress, Office of Technology Assessment, "Technical Aspects of Chemical Weapon Proliferation," Technologies Underlying Weapons of Mass Destruction (Washington, D.C.: Government Printing Office, December 1993), <https://ota.fas.org/reports/9344.pdf>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

de llenado es asegurar que los productos químicos peligrosos lleguen y permanezcan en el interior de los contenedores adecuados (munición de artillería, morteros, bombas o spray-tanks) sin fugas ni contaminación de otras partes de la instalación.

Iraq cargó su munición química en una línea de montaje automatizada cerrada en el complejo de producción de Al Muthanna. Las municiones de armas químicas también pueden llenarse manualmente, aunque este esfuerzo sería intensivo en mano de obra y sustancialmente más peligroso que el proceso automatizado. Tanto Irán como Iraq utilizaron el llenado manual para cargar armas químicas en municiones durante la Guerra Irán-Iraq. El llenado manual requiere que los trabajadores usen equipo de protección personal completo para llenar la munición con agentes que eran cargados con una manguera unida a recipiente de almacenamiento²²⁶.

Como dijimos anteriormente, las condiciones meteorológicas también tendrán impacto en el efecto de las armas químicas. Condiciones climáticas desfavorables pueden frustrar un ataque con armas químicas. Un fuerte viento puede arrastrar la sustancia fuera del blanco o dispersarla antes de que tenga efecto, mientras que la lluvia es capaz de volverla inefectiva.

Finalmente, el nivel de protección de que disponga el blanco también será determinante para los efectos de las armas químicas. Si no existe protección, las armas químicas pueden tener efectos devastadores, lo que afecta particularmente a la población civil que rara vez podrá ser protegida de manera efectiva contra estas armas.

La detección temprana y equipo de protección personal y colectivo adecuados consiguen invalidarlas en gran medida. La defensa más común contra las armas químicas es la máscara de gas. También se cuenta con defensas colectivas tales como vehículos y áreas protegidos, en cierta medida, con tratamientos profilácticos y terapéuticos contra la exposición a estas armas.

Es posible usar las armas químicas contra blancos militares o civiles. Su uso tiene por igual ventajas y desventajas. Entre las ventajas cabe mencionar su costo, más bajo que el de las convencionales; pueden ser usadas contra blancos dispersos o fortificados, contra blancos cuya localización específica es desconocida, para vedar áreas, atacan al personal, pero dejan el equipo y la infraestructura intactos para uso futuro; y son aptas para operaciones sorpresivas o terroristas. Entre las desventajas es preciso mencionar que las armas químicas requieren una capacidad

TABLA 7: INFLUENCIA DE FACTORES METEOROLÓGICOS EN LA EFICIENCIA DE AQ²²⁷

Influencia del clima		
	Nube primaria	Contaminación del Suelo
Factores que Disminuyen la Efectividad	Dirección variable del viento	Alta temperatura del suelo
	Velocidad del viento	Alta velocidad del viento
	Aire inestable (turbulencia)	Aire inestable
	Temperatura (<0°C) -	Precipitaciones intensas
	Presencia de lluvia	-
Factores que Aumentan la Efectividad	Dirección del viento estable	Temperatura por debajo de 0°C, pero por encima del punto de solidificación del agente
	Velocidad del viento <3 m/s>	Baja velocidad del viento
	Aire estable (inversión)	Aire estable (inversión)
	Temperatura 20 °C	Lluvia muy ligera
	No precipitación	-

²²⁶ Ibid 62.

²²⁷ Swedish National Defense Research Unit (FOA), *Briefing Book on Chemical Weapons*, 1992.

operativa complicada, tienen efectos impredecibles, pues no necesariamente están confinados al área del blanco, no destruyen equipo, por lo que dejan a las fuerzas enemigas intactas si fallan; imponen otros problemas ya que su uso complica la conducción de todas las demás operaciones militares y su uso viola el derecho internacional, lo que puede acarrear sanciones internacionales. En el ámbito militar, lo más probable es que las armas químicas sean usadas en situaciones tácticas, por su eventual efectividad para apoyar actividades militares convencionales. En operaciones ofensivas pueden emprenderse ataques sorpresa de corta duración —pero de alta intensidad— con sustancias no persistentes para debilitar las defensas enemigas a lo largo y a la retaguardia de las áreas marcadas para la penetración, mientras que el uso de agentes persistentes ayuda a asegurar los flancos contra un contraataque o para entorpecer la retirada de las fuerzas enemigas. En operaciones defensivas pueden usarse agentes no persistentes para romper áreas de montaje, puestos de comando y emplazamientos de apoyo al fuego del enemigo, mientras que el empleo de agentes persistentes sirve para dirigir a las fuerzas enemigas hacia trampas de defensa. También pueden utilizarse armas químicas en batallas navales o para atacar bases aéreas. En cualquier caso, el uso de armas químicas complica y entorpece severamente todas las operaciones militares y, en condiciones de igualdad, todo esto puede ser ventajoso para la parte que prefiere un menor ritmo de combate. Además, como las armas químicas tienen el potencial de infligir grandes bajas, su uso resulta ventajoso para la parte numéricamente inferior si esta diferencia no puede ser superada por otros medios.

En el caso de blancos civiles, las armas químicas serían las más adecuadas para ataques terroristas. La liberación de sustancias tóxicas en áreas cerradas contra civiles desprotegidos causa un gran impacto. Un ejemplo de esto lo dio el ataque de sarín perpetrado por la secta Aum Shinrikyo en el metro de Tokio en junio de 1995. También pueden imaginarse ataques estratégicos contra áreas civiles, pero en un grado bastante menor. A menos que se logre que sean totalmente sorpresivos, esos ataques difícilmente son efectivos más allá de una desorganización menor de las actividades cotidianas normales.

Como armas de destrucción en masa, las armas químicas pueden ser atractivas para los actores estatales y no estatales que buscan tener capacidad de ADM. Comparadas con las armas nucleares son bastante más fáciles de desarrollar, producir y mantener. Sin embargo, sus efectos impredecibles y las otras desventajas enumeradas anteriormente las hacen inferiores a las armas nucleares desde el punto de vista militar. Las armas químicas han sido producidas por varios Estados y muchos otros tienen la capacidad para producirlas. Desde 1993, sin embargo, las armas químicas han sido prohibidas por el derecho internacional y todos los países de la región han ratificado ese tratado.

Marco legal

Como en el caso de las armas bacteriológicas, desde el punto de vista legal, todos los países de la región han firmado numerosos acuerdos que prohíben la tenencia, empleo o previsión de uso de este tipo de armas, algunos de los cuales son el *Compromiso de Mendoza* de 1994, firmado en esa ciudad entre nuestro país, Brasil y Chile y al cual se adhirieron más tarde Bolivia, Paraguay, Uruguay y Ecuador, declarando la renuncia de estos estados a las ADM; la *Declaración de Ushuaia* de 1998, firmada inicialmente por las naciones del Mercosur, declarando la región libre de ADM, extendiéndose en 2002 al resto de Sudamérica; el *Protocolo sobre la prohibición del uso en la guerra, de gases asfixiantes, tóxicos o similares y de medios bacteriológicos* de 1925, que prohibía el empleo de AB y AQ, pero no prohibía la investigación y desarrollo, ni el almacenamiento de estas armas.

Finalmente, la *Convención sobre la Prohibición del Desarrollo, Producción, Almacenaje y Uso de Armas Químicas y sobre su destrucción* es un tratado que busca eliminar una clase completa de armas de destrucción masiva, con un régimen de verificación internacional, mediante inspecciones y evaluación de datos, que lo hace único en su tipo. Este último ha sido ratificado por 193 países que incluyen el nuestro y los de la región y ha logrado verificar la destrucción del 98 por ciento de los arsenales declarados de todos los estados parte de la misma, y ahora está en curso de terminar la destrucción del remanente, como también la destrucción o conversión de las plantas de producción vinculadas. Excepto Israel, que ha firmado mas no ha ratificado la convención, la República Democrática Popular de Corea (Corea del Norte), y Egipto quedan como estados no parte de este tratado internacional.

La CAQ prohíbe específicamente el uso de agentes de control de disturbios en operaciones militares. Los define en su Artículo II como:

*Cualquier sustancia química no enumerada en una Lista, que puede producir rápidamente en los seres humanos una irritación sensorial o efectos incapacitantes físicos que desaparecen en breve tiempo después de concluida la exposición al agente*²²⁸.

Es decir que cualquiera de ellos, no importa qué tan baja sea su toxicidad, no podrán ser usados durante operaciones militares, aunque sí en operaciones de imposición de la ley, de acuerdo con lo que especifica el mismo artículo cuando define las “finés no prohibidos”:

*Mantenimiento del orden, incluida la represión interna de disturbios*²²⁹.

Estos dos puntos deberían ser reflejados explícitamente en la doctrina de las Fuerzas Armadas, a fin de evitar interpretaciones erróneas en el futuro.

Debemos mencionar otro instrumento legal internacional que se ocupa de las armas de destrucción masiva, que es la Resolución 1540 del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas²³⁰, del año 2004, que bajo el Capítulo VII²³¹ de la Carta de las Naciones Unidas hace su cumplimiento obligatorio a los estados miembro de la ONU. Esta resolución impone a los estados, entre otras cosas, que adopten medidas concretas para evitar el acceso a cualquiera de las ADM a organizaciones no estatales; que también emitan leyes a este respecto; y que impongan mecanismos específicos de control para evitar la proliferación de estas armas.

Esta resolución trata de compensar la debilidad de los tratados internacionales en el sentido de que ellos son sólo de aplicación por parte de estados y no de agentes subnacionales de cualquier índole.

Asimismo, otro de los llamados mecanismos informales de control de armamentos y no proliferación, relacionado a las AQ es el llamado Grupo Australia²³². En base a la difusión mundial de tecnologías que han sido etiquetadas como de “doble uso”, (equipos que tiene aplicaciones civiles y militares), este Grupo ha establecido, para los 42 países que son miembros, mecanismos para que los estados miembro armonicen sus controles de exportaciones e intenta regular el flujo de esas tecnologías de doble uso, con la negación del acceso a potenciales estados o entes subnacionales

228 CAQ, Art II, par 7.

229 CAQ, Art II, par 9. d).

230 [https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=S/RES/1540%20\(2004\)&referer=/english/&Lang=S](https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=S/RES/1540%20(2004)&referer=/english/&Lang=S). Último acceso el 20 de julio de 2020.

231 <https://www.un.org/es/sections/un-charter/chapter-vii/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

232 <https://australiagroup.net/en/>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

considerados proliferantes. El Grupo de Australia mantiene una lista de equipos biológicos de doble uso cuya exportación debe ser controlada²³³. Nuestro país es el único estado parte de la región. La implementación de estos mecanismos está a cargo de la *Comisión Nacional de Control de Exportaciones Sensitivas y Material Bélico*, creada por el decreto 603/92, más conocida como la Comisión 603.

Conclusiones

De las ADM, las AQ son probablemente las más fáciles de acceder, ya sea por actores estatales o no. Es por eso que han sido las que mayor cantidad de veces han sido usadas en el pasado y aún hoy, pese a los sistemas implementados para su prohibición y control, presentan un riesgo real que no debería ser subestimado.

Si bien la probabilidad de empleo en conflictos entre estados es baja, no es nula. Cualquier estado que vea amenazada seriamente su integridad por parte de otro actor estatal, y que disponga de una industria química medianamente desarrollada y profesionales capacitados en su operación, podrá verse tentado a recurrir a este tipo de armas, cuando el riesgo de ser destruidos sea mayor que la condena moral por parte del resto de las naciones.

De la misma forma, la facilidad relativa de obtención de agentes químicos tóxicos los hace interesantes para que durante operaciones no convencionales, tropas irregulares o agentes no estatales conduzcan campañas de sabotaje, terrorismo o asesinatos.

Cualquiera sea la intención de un estado respecto del uso de estas armas, es conveniente capacitar al personal de sus fuerzas armadas y de seguridad, en particular a los primeros respondedores en casos de probable empleo contra la sociedad no combatiente, para poder identificar el agente que podría estar siendo usado, y actuar en consecuencia.

La doctrina militar de algunos países para atenuar los efectos de estas armas, particularmente las químicas y las biológicas, establece cuatro etapas para proteger las fuerzas que operen en un área definida, basadas en el concepto de evitar la exposición al agente o agentes tóxicos: observación, configuración, protección y sostén.

La observación de AQ o AB en área de interés se logra mediante la vigilancia, la detección, la identificación, el monitoreo y el reconocimiento. La configuración incluye el conocimiento de la situación sobre el espacio de batalla y la gestión, evaluación y registro de amenazas. La protección del personal incluye el pretratamiento médico, la provisión y entrenamiento en el uso del equipo de protección personal y el equipo de protección colectiva. El sostén de las fuerzas después de ataques químicos o de ADM, incluye el tratamiento médico y la descontaminación.

La sola idea del empleo de agentes químicos en conflictos es perturbadora. Debido a que las armas químicas inspiran un miedo desproporcionado a su poder destructivo, son muy atractivas para aquellos que llevan a cabo una guerra asimétrica. Los ataques de Aum Shinrikyo, el ataque con gases a la población kurda en Halabja por Saddam Hussein en 1988 o el intento de asesinato de Sergei Viktorovich Skripal fueron diseñados para explotar esos temores.

La sociedad internacional ha sido hasta hoy exitosa en sus esfuerzos para eliminar este tipo de armas, pero para prevenir su reaparición será necesario tener en cuenta los desafíos que imponen la rápida evolución y convergencia de la química, la biología y otras disciplinas científicas y tecnologías asociadas; y el peligro potencial de que se empleen algunos de esos desarrollos para la producción de armas químicas existentes y nuevas. Esto, combinado con la facilidad del acceso a productos comerciales de uso dual en el mercado globalizado y la popularización del conocimiento especializado.

233 <https://australiagroup.net/es/listas.html>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

Otro conjunto de desafíos se refiere a la naturaleza cambiante del conflicto que ya no está enmarcado en el contexto de alianzas militares opuestas en un mundo bipolar, sino que las fronteras entre la guerra, la guerra civil, las revoluciones e insurgencias, el terrorismo y el crimen organizado se difuminan.

Para finalizar, y recordando la frase de León Trotsky con la que abrimos este documento, coincidimos con lo que expresaba en 2018 el doctor Michael Crowley²³⁴:

“El entorno de seguridad internacional inestable y la naturaleza cambiante de los conflictos armados podrían alimentar el deseo de algunos estados de retener y utilizar las armas químicas existentes, así como aumentar el interés por crear nuevas armas. Los armamentos del mañana bien pueden tratar de aprovechar los avances revolucionarios en las ciencias químicas y de la vida y las disciplinas asociadas como la nanociencia y la neurociencia para sus fines malignos. Las comunidades gubernamentales y científicas internacionales deben revisar, actualizar y fortalecer colectivamente las medidas mundiales en vigor para protegernos a todos de los ataques químicos”.

²³⁴ Michael Crowley, Lijun Shang, Malcolm Dando: *Preventing chemical weapons as sciences converge*. Science, 2018; 362 (6416): 753.

Glosario

Las abreviaturas de los agentes se encuentran en los anexos correspondientes o las tablas

Abreviatura	Original	Significado
1ra GM		Primera Guerra Mundial
2da GM		Segunda Guerra Mundial
AB		Armas Biológicas
ADM		Armas de Destrucción Masiva
AEF	American Expeditionary Forces	Fuerzas Expedicionarias Norteamericanas
AQ		Armas Químicas
CABT		Convención sobre la Prohibición del Desarrollo, la Producción y el Almacenamiento de Armas Bacteriológicas (Biológicas) y Tóxicas y sobre su Destrucción
CAMR	Centre for Applied Microbiology & Research	Centro para Microbiología Aplicada e Investigación
CAQ		Convención sobre la Prohibición del Desarrollo, Producción, Almacenaje y Uso de Armas Químicas y sobre su destrucción
CDÉS	Chemical Defence Experimental Station	Estación Experimental para la Defensa Química
CDRE	Chemical Defence Research Establishment	Establecimiento de Investigación para la Defensa Química
CESP	Centre d'expérimentation semi permanente de Béni-Dunif	Centro de Experimentación Semi permanente de Béni-Dunif
CWS	Chemical Warfare Service	Servicio de Guerra Química
DANC	Decontaminating Agent, Non-Corrosive	Agente descontaminante no corrosivo
EPP		Equipo de Protección Personal
GosNIIOKHT	Gosudarstvennyy nauchno-issledovatel'skiy institut organicheskoy khimii i tekhnologii	Instituto Estatal de Investigación de Química Orgánica y Tecnología
H.G.L	Hauptgasschutzlager	
IGTIP	Institut Gigiyeny Truda i Profzabelevanii	Institutos de Higiene Laboral y Enfermedades Ocupacionales
MKhP	Narkomkhiprom	Primera Administración Principal del Comisariado Popular de la Industria Química
NII RKHBZ	NII Radiatsionnoy Khimicheskoy i Biologicheskoy Zashchity	Instituto Científico y de Investigación en Defensa Radiológica y Química
NRC	National Research Council	Consejo Nacional de Investigación
OTAN		Organización del Tratado del Atlántico Norte
RKKA	Raboche-krestíanskaya Krásnaya ármiya	
RVS		Consejo Militar Revolucionario
Soyuzorgsintez		Asociación de Síntesis Orgánica de la URSS
UNMOVIC	United Nations Monitoring, Verification and Inspection Commission	Comisión de Monitoreo, Verificación e Inspección de las Naciones Unidas
UNSCOM	United Nations Special Commission	Comisión Especial de las Naciones Unidas
URSS		Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas
VOKHIMU	Voenno-khimicheskoe upravlenie	Directorado de Química Militar
Voyaska RKHB zashchity	Voyaska radiatsionnoy, khimicheskoy i biologicheskoy zashchity Vooruzhennykh sil Rossiyskoy Federatsii	Fuerzas de Protección QBN
VPK(b)		Partido Comunista de Toda la Unión (bolcheviques)
WO	War Office	Ministerio de Guerra

Anexo

Categorías de Agentes Químicos y algunas características

	Estado físico a 20°C	Persistencia	Estado de agregación típico	Ruta de entrada efectiva	Uso en contra
Neurotóxicos	Líquido	Baja a Alta	Vapor, aerosol, líquido	Pulmones, ojos, piel	Humanos y Animales
Vesicantes	Líquido, Sólido	Alta	Vapor, aerosol, líquido	Pulmones, ojos, piel	Humanos y Animales
Asfixiantes	Líquido	Baja	Vapor	Pulmones, ojos, piel	Humanos y Animales
Sanguíneos	Líquido, Sólido	Baja	Vapor	Pulmones	Humanos y Animales
Toxinas	Sólido	Baja	Aerosol, líquido	Pulmones, tracto intestinal	Humanos y Animales
Lacrímógenos y hostigamiento	Líquido, Sólido	Baja	Vapor, aerosol	Pulmones, ojos	Humanos y Animales
Incapacitantes	Líquido, Sólido	Baja	Aerosol, líquido	Pulmones, piel	Humanos y Animales
Herbicidas	Líquido, Sólido	Baja a Alta	Aerosol, líquido	Follaje y raíces	Plantas

Fuente: Fuente: U.S. House of Representatives, Subcommittee on National Security Policy and Scientific Developments, Committee on Foreign Affairs, Chemical and Biological Warfare: U.S. Policies and International Effects, 1969

Clasificación de agentes químicos y algunos ejemplos de cada clase

Agente	Subclase	Nombre Común	IUPAC	Cód. Est.	Otros códigos
Asfixiantes		Fosgeno	Cloruro de carbonilo	CG	Zusat; Gren Cross;
		Difosgeno	Cloroformato de triclorometilo	DP	Substancia D
Incapacitantes	Depresivos del SNC	Bencilato de 3-quinuclidinilo	Éster-1-azabicyclo (2,2,2) act-3-il-alfa-hidróxi-alfa-fenilo	BZ	Perstoff; Surpalite; Gren Cross
		Cannabinoides	Tetrahidro-6,6,9-trimetil-3-pentil-6H-dibenceno[b,d]piran-1-o	THC	Oksilidin
		Fentanilo	N-(1-(2-feniletil)-4-piperidinil)-N-fenil-propanamida		Fentanyl
		Neurotóxicos	Tabún	Etil N,N-dimetilfosforamidocianato	GA
Sanguíneos	Cianurados	Sarín	Metilfosfonofluoridato de O-isopropilo	GB	Zarin
		Somán	Metilfosfonofluoridato de O-pinacolilo	GD	Zoman
		Ciclosarín	Metilfosfonofluoridato de ciclohexilo	GF	
	VX	S-[2-(Diisopropilamina) etil] metilfosfonotioato de O-etilo	VX		
	Vx	Varias composiciones de origen soviético	Vx	V gas	
	Arsenicales	Arsina	Trihidruro de arsénico	SA	Arthur

Continúa en pag 67 >

Agente	Subclase	Nombre Común	IUPAC	Cód. Est.	Otros códigos
Vesicantes	Mostazas	Mostaza destilada	Sulfuro de bis (2 - cloroetilo)	HD	HS; Kampstaff Lost; gas mostaza; Yperita; Yellow Cross
		Mostaza de nitrógeno	2-Cloro-N-(2-cloroetil)-N-etiletan-1-amina	HN-1	Ethyl S; NH-Lost
			2-Cloro-N-(2-cloroetil)-N-metiletano-1-amina	HN-2	Dichloren; Chloromethine; mustine; embikhin
	Arsenicales		2-Cloro-N,N-bis(2-cloroetil)etan-1-amina	HN-3	TO
		Lewisita	Dicloruro de 2-cloroetenilarsinoso	L	Lyvizit
		Fenildicloroarsina	Dicloruro fenilarsinoso	PD	Sternite; DJ; Pffifikus
Etildicloroarsina		Dicloruro etilarsinoso	ED	Dick	
Urticantes	Metildicloroarsina	Diclorometilarsina	MD	Methyl-Dick; Medikus	
	Oxima de fosgeno	N-(diclorometiliden) hidroxilamina	CX	Fosgen Oksim	
Lacrimógenos	Gas CS	(2-Clorobenzilideno) malononitrilo	CS	CS1; CS2; CSX	
	Cloropicrina	Tricloro(nitro)metano	PS	Klorpikrin; NC; G8; Klap	
Agentes de control de disturbios	Vomitivos	10-Cloro-5,10-dihidrofensazina	DM	Adamsit; R15	
		Adamsita			

Algunas toxinas posibles de usar como AQ y fuentes de obtención

Fuente	Toxina	Fuente	Toxina
Bacterias		Hongos	
Bacillus anthracis	Toxina del ántrax	Aspergillus flavus	Aflatoxina
Clostridium botulinium	Botilínicas (A, B, C, D, E)	Género fusarium	Tricotecenos
Cornybacterium diphteria	Diftérica	Plantas	
Escherichia coli	Enterotoxinas LT y ST	Abrus precatorius (Regaliz americano)	Abrina
Shigella dysenteriae	Disentérica	Ricinus communis (Ricino o castor)	Ricina
Staphylococcus aureus	Enterotoxinas estafilocócicas A, B, C, D, E	Nerlum oleander L (Laurel de jardín)	Oleandrína y Conesina
Víbrlo cholerae	Toxina del cólera	Rhododendron ponticum (Rododendro común)	Grayanotoxin
Dinoflagelados		Animales	
Alexandrium tamarense, Alexandrium catenella y otros	Saxitoxina	Phyllobates terribilis (rana dorada venenosa)	Batracotoxina
Algas			
Anabaena flos aquae	Anatoxina A (VDFD)		
Microcystis aeruginosa	Microcistina (FDF)		

Anexo

Ejemplos de algunas armas químicas

1. PROYECTIL, 155 milímetros: VX (Persistente) o GB (No-Persistente): M121A1

Carga

2,72 kilos de VX o 2,95 kilos de GB

Peso del proyectil

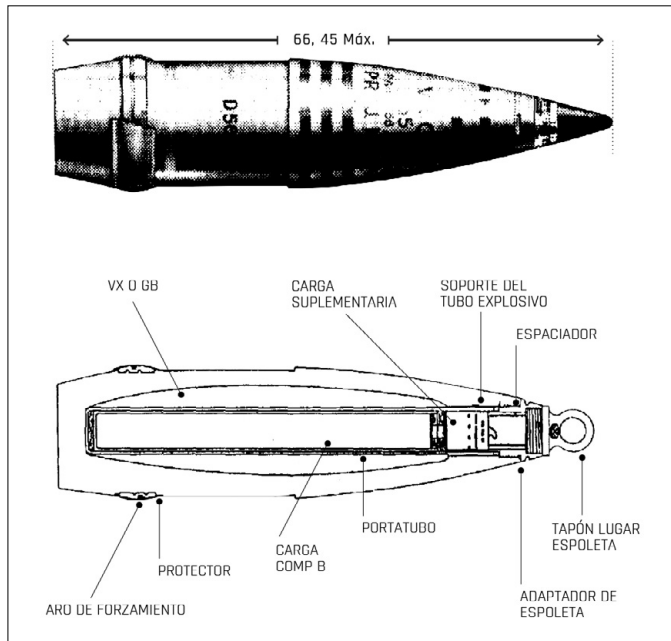
45 kilos (sin espoleta con tapón)

Carga rompedora de Composición B

1,14 kilos

Carga suplementaria del tren de fuego

140 g de TNT



2. ROYECTIL DE MORTERO, 4,2in: GAS, M2A1 AND M2

Nota

La paleta perforada hace que el relleno líquido gire con el proyectil para reducir la posibilidad de desestabilización del vuelo.

Carga Persistente

HD; HT o H

Carga No Persistente

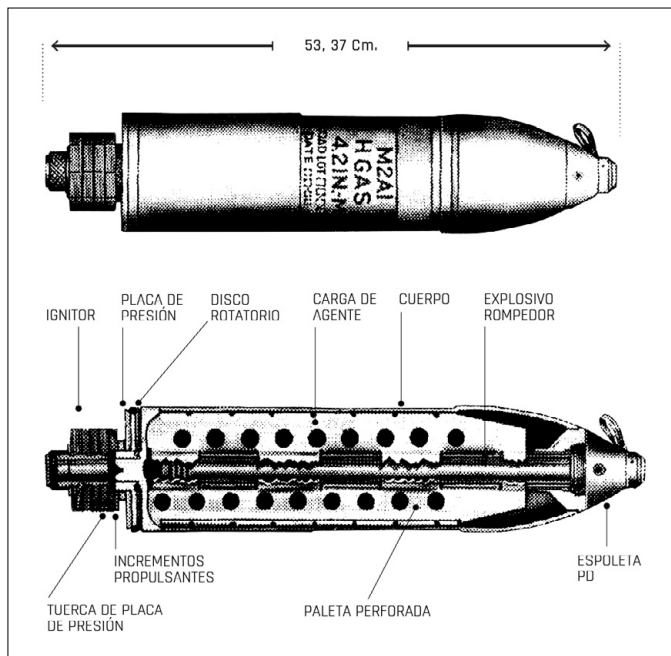
CK, CG

Peso de carga

dependiendo del agente entre 2,6 kilos hasta 3,6 kilos

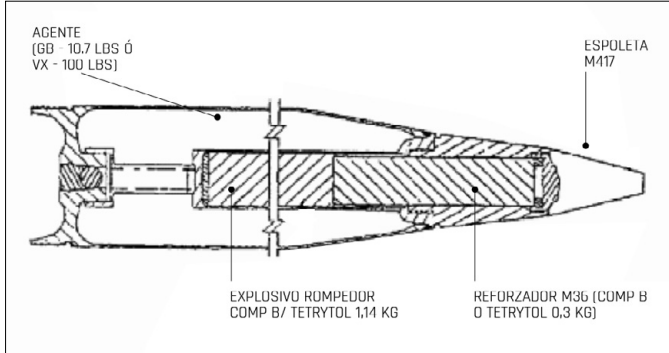
Peso del proyectil

11,19 kilos



3. CABEZA DE COMBATE COHETE M55, 115 milímetros; GB o vx

El cohete M55 consta de dos partes: cabeza de combate M56 y motor cohete M67, con propulsante doble base. El cohete es embalado en un tubo de fibra de vidrio M441 que sirve para transporte y disparo desde lanzador M91.



Peso del cohete

26 kilos

Longitud del cohete listo para disparo

1981,2 milímetros

Carga GB 4,9 kilos

Carga VX 4,5 kilos

Alcance

11.000 metros



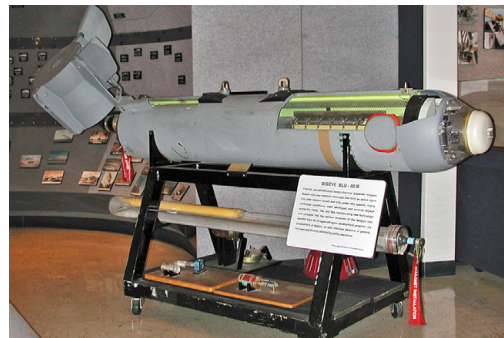
LANZADOR MÚLTIPLE M91 DE 45 TUBOS

Reemplazo del mortero de 4,2 pulgadas como principal medio químico a partir de los 60.

4. BOMBA DE AVIACIÓN: BLU-80/B, BIGEYE

La BIGEYE fue un AQ de 500 libras diseñada para ser usada por varios aviones de la Armada y la Fuerza Aérea de Estados Unidos. Corresponde al programa Binario Internamente Generado (Binary Internally Generated) - BIG y a la serie de bombas de 500 libras (227 kilos)

El interior del arma consistía en dos contenedores separados de compuestos químicos no letales, almacenados por separado y ensamblados sólo inmediatamente antes del vuelo. Al momento de lanzar la bomba, un dispositivo



rompía la membrana de separación de los dos componentes, lo que permitía que se mezclaran y se obtenga el VX.

La bomba tenía la capacidad de dispersar unos 82 kilos de agente. Tenía una longitud de 2,29 metros y un diámetro de 337 milímetros. La bomba planeaba desde que era soltada por el avión hasta el blanco con una envergadura de 438.1 milímetros. No tenía ningún sistema de guía interna, o propulsión.



5. CABEZA DE COMBATE DE MISIL SCUD B:

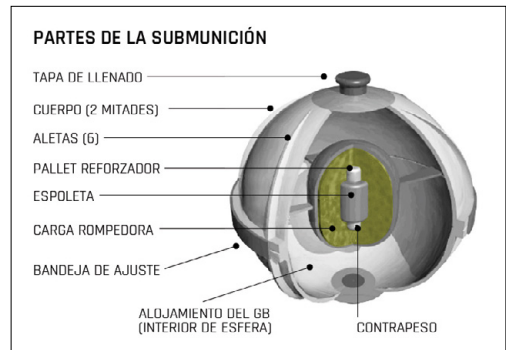
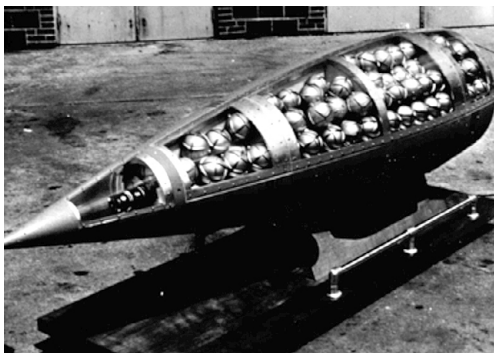
Cabeza de combate de un misil SS 1C-SCUD B, modelo R-17. Esta es la denominación de la OTAN sobre este tipo de vector. La denominación de la Autoridad Principal de Misiles y de la Dirección de la Artillería del Ministerio de Defensa de la Federación de Rusia - *Glavnoye raketno-artilleriyskoye upravleniye* – normalmente abreviado como GRAU, es 9K72²³⁵.

El R-17 es un vector de 300 kilómetros de alcance, libre, con un CEP de entre 300 y 900 metros a combustible líquido.

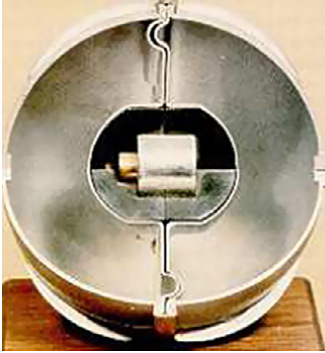
Puede transportar una cabeza de combate con distintas variantes, nuclear seleccionable de 5 a 70 kt; explosiva con submuniciones o carga única; o química con 555 kilos de Vx.

6. SUBMUNICIÓN M139

La M139 es una submunición esférica de 4.5 pulgadas (114,3 milímetros) de diámetro cargada con GB pensada para ser usada en la cabeza de combate del cohete Little John y también en un modelo de Honest John. Las seis paletas en el exterior de la submunición hacen que, una vez lanzada de



235 <https://web.archive.org/web/20130331080952/http://inb-site.com/missiles1.html> y https://web.archive.org/web/20071215141138/http://www.janes.com/security/international_security/news/misc/sws_scud010426.shtml. Último acceso el 20 de julio de 2020.



la cabeza de combate, produzcan una rotación de la esfera, que arma la espoleta que está ubicada en el centro de la carga y que inicia por impacto. El explosivo (burster) está en el centro y el GB llena los dos compartimentos exteriores.

En la foto anterior se ve el modelo de producción de la cabeza de combate M190 (E19R2) GB del Honest John, que contenía 356 submuniciones M139 (E13OR2)²³⁶.

(*) **Carlos Hugo Trentádue:** es ingeniero militar de la especialidad química y oficial retirado del Ejército Argentino, donde alcanzó el grado de coronel de Artillería. Fue director de dos plantas productoras de materiales energéticos. Se desempeñó durante diez años en la Organización para la Prohibición de Armas Químicas, donde fue inspector, jefe de equipos de inspección y finalmente director de departamento en la división de Verificación. Es docente e investigador universitario. Autor de numerosos artículos y presentaciones. Es miembro activo de la Sociedad de la Industria Química del Reino Unido. También es integrante del Área de Prospectiva en Energía Eléctrica de la UTN- FRGP, y del Grupo de Interés en Energías del Mar Argentino.

²³⁶ <https://extras.denverpost.com/news/bomblet1203.gif>. Último acceso el 20 de julio de 2020.

