



BOLETÍN INFORMATIVO NRBQ Y MEDIOAMBIENTAL DE LA UME



CUARTEL GENERAL DE LA UME
J2-CENTRO DE INTEGRACIÓN Y DIFUSIÓN DE INTELIGENCIA (CIDI)

SUMARIO

En los últimos meses desde la presentación del anterior boletín han sucedido un gran número de sucesos, eventos o incidentes NRBQ. Así pues, esta nueva edición viene cargada de nuevos e interesantes artículos que buscan, como siempre, hacerle llegar al lector la principal información en un formato “ligero” y que le anime a profundizar más en la materia que sea de su interés.

En los últimos meses hemos seguido aumentando nuestra lista de distribución de correos, añadiendo a ésta nuevos lectores (particulares y organismos) que desean recibir el boletín. En este sentido nos sentimos profundamente agradecidos por vuestro interés en nuestro trabajo. Y aprovechando este empuje, seguimos animando a todos los lectores a hacer sus aportaciones que lleven a la mejora general de este proyecto, tanto en el formato como en el contenido.

Los medios de distribución siguen siendo los habituales. El correo electrónico para aquellos que deseen recibir el boletín directamente en su bandeja de entrada, la página web de la UME y el Portal Colabora, para los organismos e instituciones adscritos a esta plataforma. Además, desde nuestra cuenta oficial de Twitter, nuestros compañeros de la Oficina de Comunicación Pública darán mayor visibilidad al boletín mediante el anuncio de las nuevas publicaciones.

Continuamos con la misma estructura interna, modificada en la última edición, y

que permite abordar más y diferentes campos. En esta ocasión, en la sección de *Colaboraciones*, se le ha cedido el protagonismo al aspecto medioambiental. Mediante la aportación de uno de nuestros expertos colaboradores, se aborda la problemática medioambiental que siempre existirá tras un incidente tecnológico. En unas ocasiones el impacto será mayor y en otras no tanto, pero en cualquier caso, existirá, y se debe estudiar sus posibles consecuencias a corto, medio y largo plazo.

Las ideas y opiniones contenidas en los documentos adjuntos proceden de diferentes artículos de análisis y de opinión. En ningún caso nos mostramos a favor o en contra de los diferentes puntos de vista expuestos. Las conclusiones recogidas en el

boletín son ajenas al pensamiento de la UME y del Ministerio de Defensa.

Por último, de nuevo rogamos la máxima difusión de este documento entre las personas que tengan una relación con la defensa NRBQ y los riesgos tecnológicos

y medioambientales. Estaremos encantados de poder agregar a nuestra lista de contactos a todos aquellos interesados en recibir este resumen de información periódico. Para ello bastará con solicitarlo por medio de un email a la dirección de correo: maprezca@et.mde.es. Además, y para que cualquier persona pueda acceder al boletín, éste se encontrará disponible en la web de la UME (<http://www.ume.mde.es>) para su descarga.



CONTENIDO

MUNDO NRBQ Pág. 4-7

- Reducción de amenazas biológicas
- La amenaza nuclear del S.XXI
- Un nuevo ataque selectivo con agente químico
- ¡Qué sucias las bombas sucias!
- Otras noticias de interés.

RIESGOS TECNOLÓGICOS Pág. 8

- Measuring radiation doses in mass-casualty emergencies
- Decontamination act
- V workshop sobre intervención operativa en riesgos tecnológicos
- Otras noticias de interés.

MEDIOAMBIENTE Pág. 9

- El OIEA recomienda más energía nuclear.
- Afganistán: Las dimensiones medioambientales del conflicto.

COLABORACIONES Pág.10-12

- Vulnerabilidad de acuíferos frente a episodios de contaminación

CENTRO DE INTEGRACIÓN Y DIFUSIÓN DE INTELIGENCIA DE LA UME

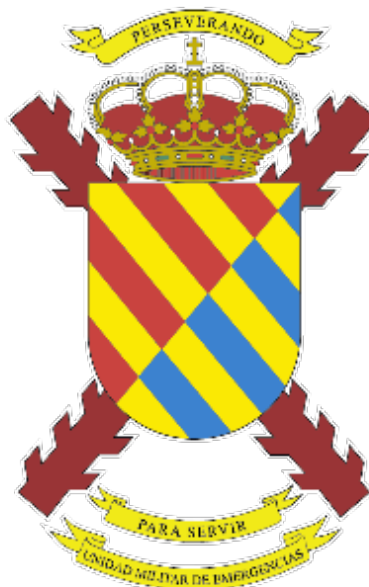
Base Aérea de Torrejón de Ardoz

Carretera Nacional A-2 Km. 22

28850 TORREJÓN DE ARDOZ (MADRID)

Teléfono de contacto 917487258

maprezca@et.mde.es

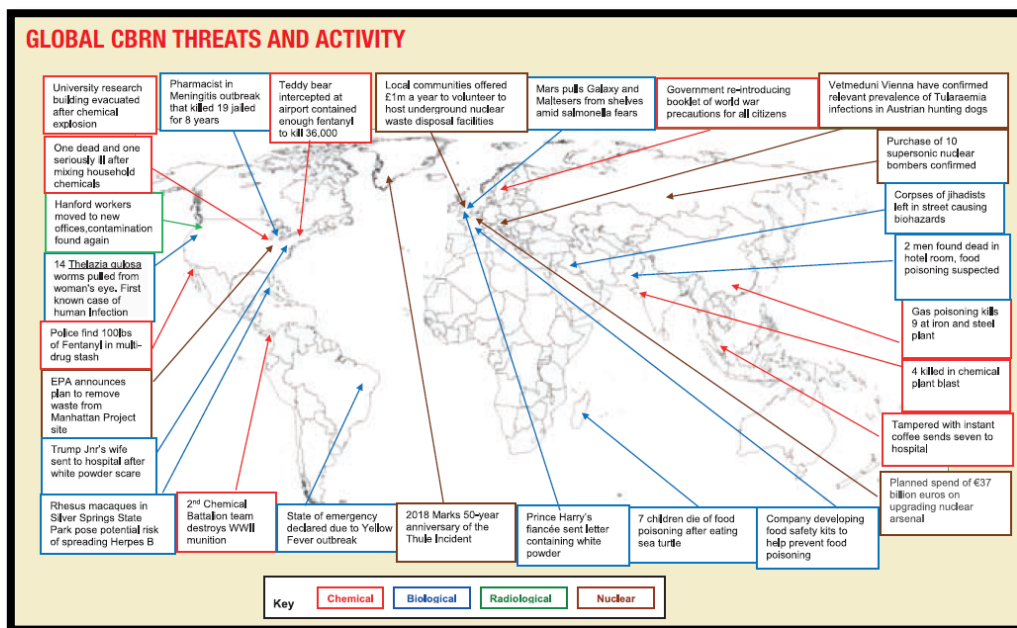


PARA SERVIR

Visite nuestra página Web:

<http://www.ume.mde.es>

MUNDO NRBQ



En este mapa se representan los incidentes NRBQ registrados a nivel mundial durante el periodo Enero-Febrero de 2018. (Fuente: revista CBRNe WORLD ©)

REDUCCIÓN DE AMENAZAS BIOLÓGICAS

El Teniente Coronel D. Alberto Cique publicó en el IEEE un completo documento en el que analiza la situación actual de la amenaza biológica a nivel mundial, europeo y en España. Imprescindible para comprender la siempre misteriosa y desconocida letra B dentro de la amenaza CBRNe.

Una de las amenazas asociadas a vivir en un mundo globalizado es la posibilidad de diseminación internacional de un agente biológico, zoonótico o no, emergente o reemergente, ya sea de origen natural, accidental o intencionado, ya que los preparativos son comunes sea cual sea el origen del brote. Por este motivo, se plantea como una necesidad reducir las amenazas biológicas en base a la colaboración internacional, la potenciación de sistemas de vigilancia y el establecimiento de planes de respuesta y contingencia para atajarlas.

La reducción de amenazas biológicas se fundamenta en la integración de capacidades, tanto a nivel nacional como internacional. Para lo cual, el establecimiento de protocolos de colaboración, así como su coordinación a través de simulacros y ejercicios, permitirá detectar las debilidades y fomentar las fortalezas, destacándose el papel protagonista de España para reducir estas amenazas.

(Introducción del Teniente Coronel Cique Moya)

<http://www.ieee.es/contenido/noticias/2017/05/DIEEQ50-2017.html>

LA AMENAZA NUCLEAR DEL S.XXI

Diego Mourelle escribió un interesantísimo artículo para el Orden Mundial en el que da un repaso a la geopolítica nuclear del S.XXI. Tema central durante los años de la guerra fría y que continúa hoy más presente que nunca en la geo estrategia de las principales potencias mundiales.

Además el autor analiza, la frecuentemente olvidada, amenaza derivada del terrorismo nuclear. *“La posibilidad de que actores no estatales logren hacerse con armas nucleares es una perspectiva tan poco alentadora como real. No es descabellado pensar que grupos terroristas bien financiados pudiesen llegar a poseer los medios para la elaboración o compra de un dispositivo nuclear rudimentario. Del mismo modo, tampoco resulta completamente inverosímil que se puedan producir casos de sustracción, sabotaje o robo de materiales sensibles”.*

<https://elordenmundial.com/2017/11/27/la-amenaza-nuclear-en-el-siglo-xxi/>

UN NUEVO ATAQUE SELECTIVO CON AGENTE QUÍMICO

Capitán D. Miguel Pérez Casas (especialista en defensa NBQ)

El pasado 4 de Marzo el ex agente ruso Sergei Skripal y su hija Yulia fueron encontrados inconscientes en un parque de Salisbury (Inglaterra). Inmediatamente fueron trasladados a un hospital, donde continúan ingresados con un pronóstico incierto. Según fuentes oficiales británicas, los análisis de sangre confirman que el envenenamiento de ambos se produjo por la acción de un agente químico perteneciente a la familia conocida como **Novichok**¹.



Miembros de los servicios de emergencia en el cementerio de Salisbury, Reino Unido, el 10 de marzo de 2017. Peter Nicholls / Reuters

Novichok (en ruso *“Novato o principiante”*) forman parte de una serie de agentes nerviosos que desarrolló la Unión Soviética entre los años 1970 y 1980, considerados entre los agentes nerviosos más mortales que jamás se hayan sintetizado, con algunas variantes posiblemente cinco a ocho veces más potente que el VX, aunque esto nunca ha sido probado. Pertenecen a las "armas químicas de cuarta generación", designado como parte del programa soviético secreto denominado «Foliant» instalado en Pavlodar, Kazajstán. Inicialmente designado K-84 y más tarde llamado A-230. La familia Novichok comprende más de un centenar de variantes estructurales (fórmula desarrollada). De todas las variantes la más potente, desde un punto de vista militar, fue el **A-232** (más conocido como **Novichok-5**)^{2,3}

Los servicios de emergencia y los primeros intervinientes, en un primer momento, y el director de la emergencia a continuación, se encontraron ante un incidente tecnológico/RNBQ, y por ende, ante la necesidad de gestionar tan compleja y no deseada situación. Este incidente químico ha puesto de manifiesto la necesidad de estrechar lazos entre todos los intervinientes y unidades con capacidad RNBQ, especialmente las de las FAS. El gobierno británico, con gran acierto, inmediatamente integró hasta 180 militares de sus diferentes unidades RNBQ provenientes

de los Royal Marines, la Royal Air Force o especialistas del CBRNe Centre, entre otras⁴.

El gobierno británico ha mostrado su intención de reforzar la capacidad de defensa química⁵ y apunta a Rusia como responsable del ataque⁶. De hecho, una consecuencia inmediata ha sido la expulsión de 23 diplomáticos rusos de su territorio, y esta misma medida de castigo ha sido adoptada por Estados Unidos y otros países europeos.

Sin embargo, el gobierno del Kremlin niega todo tipo de implicación en este intento de asesinato selectivo. Reconoce la existencia de este producto y su producción, pero ha declarado que se dejaron de producir en los años 90, y que Rusia se deshizo de todo su arsenal de armas químicas a finales del año 2017. Incluso alguna fuente científica apunta a la no implicación rusa y sostiene que los británicos se muestran reacios a compartir la muestra de la sustancia con los rusos porque de lo contrario se podría demostrar que el origen de dicha muestra, en función de las técnicas usadas para su síntesis, no era ruso⁷.

En base al análisis de otros expertos, parece razonable al menos plantear la posibilidad de que nos encontremos ante una estrategia geopolítica entre dos bloques interesados en focalizar la culpa hacia su contrario. Nada nuevo bajo el sol, si tenemos en cuenta que estas maniobras de cerco y contra cerco para restar poder e influencia a un rival son y han sido frecuentes a lo largo de la historia. Siempre intentando equilibrar la balanza para que ningún actor pueda ejercer toda su influencia, como podría ser el caso de Rusia⁸.

Más información en:

1. <http://www.elmundo.es/internacional/2018/03/22/5ab3cec0ca47418e278b45a9.html>
2. <https://es.wikipedia.org/wiki/Novichok>
3. <http://outbreaknewstoday.com/novichok-little-background-nerve-agent-80654/>
4. <http://www.europapress.es/internacional/noticia-reino-unido-despliega-militares-lugar-incidente-ex-espia-ruso-analiza-tumba-mujer-20180309142213.html>
5. <https://www.gov.uk/government/news/defence-secretary-boosts-britains-chemical-capability-as-threat-intensifies>
6. https://www.washingtonpost.com/world/national-security/poisoning-of-russian-ex-spy-puts-spotlight-on-moscows-secret-military-labs/2018/03/18/9968efb6-2962-11e8-b79d-f3d931db7f68_story.html?utm_term=.29a65b2b8c1b
7. <https://actualidad.rt.com/actualidad/266071-creador-novichok-descartar-implicacion-rusia-skrjpal>
8. *Así se domina el mundo*. Pedro Baños. Ed. Ariel (pág. 105-107)

! QUÉ SUCIAS LAS BOMBAS SUCIAS !

Fuente: Blog de Juan Domingo Álvarez, Especialista en Defensa NBQ

En términos coloquiales, una bomba sucia (Dirty Bomb), es un dispositivo explosivo de dispersión radiológica, un artefacto explosivo que combina un explosivo con material radioactivo en forma de polvo o gránulos. El objetivo es diseminar material radioactivo en la zona alrededor de la explosión, para contaminar con material radiactivo el personal y las instalaciones, consiguiendo con ello su exposición a las "radiaciones". Aunque el número de víctimas mortales sea muy reducido,

Alerta por radioactividad
Fue por las características de material cubado, sus riesgos y las entidades donde se dio aviso:

- Crisis 137**
Materiales radioactivos que se producen por fission nuclear. El sustrato base es un catalizador químico.
- Advertencia**
Todos los isótopos son radiactivos. Entre una alta cantidad de rayos gamma, lo que genera problemas de salud.
- Bomba**
Elemento químico del grupo de alto nivel, empleado como endurecedor de alabaciones.

Estados en alerta
Según emitió un alertamiento a las unidades de Protección Civil

Riesgo de contaminación
La contaminación por radiación (calentamiento) que puede producirse al estar en contacto con el material radiactivo.

Precauciones
Evitar el contacto directo con el material radiactivo. Evitar la ingestión de alimentos y bebidas. Evitar el contacto con la piel.

Precauciones
Evitar el contacto directo con el material radiactivo. Evitar la ingestión de alimentos y bebidas. Evitar el contacto con la piel.

Precauciones
Evitar el contacto directo con el material radiactivo. Evitar la ingestión de alimentos y bebidas. Evitar el contacto con la piel.

Precauciones
Evitar el contacto directo con el material radiactivo. Evitar la ingestión de alimentos y bebidas. Evitar el contacto con la piel.

México ha sufrido once incidentes de robo de material radiactivo desde finales de 2013

Alerta en México por carga radioactiva

Cobalto 60
Es una sustancia radioactiva altamente tóxica y peligrosa

Beneficios y usos

- Radioterapia médica
- Uso de laboratorio
- Esterilizar productos y equipos médicos
- Irradiación de alimentos
- Radiografías industriales

Riesgos

- Alto riesgo de cáncer de hígado, riñones y hueso
- La exposición a los rayos gamma puede causar lesiones en la piel, tiroides y cicatrices pulmonares que llevan a la muerte

El vehículo robado transportaba un equipo de teleterapia en un Volkswagen Worker blanco

Fuente: AIEA / AFP

se consigue aterrorizar a la población, inutilizando durante un largo período de tiempo las instalaciones y el terreno, lo que supone un elevado coste económico al que habría que añadir además el elevado coste que conllevaría la descontaminación.

Los terroristas, en función del tipo de material radiactivo disponible y del objetivo buscado pueden emplear el material radiactivo para la preparación de diferentes dispositivos

radiológicos con fines delictivos: Dispositivos Explosivos de Dispersión Radiológica, Dispositivos No Explosivos de Dispersión Radiológica y/o Dispositivos de Exposición Radiológica.

Uno de los principales puntos a considerar para preparar una bomba sucia es el cómo conseguir el material radiactivo. El tipo de radiación emitida, la actividad y el periodo de semidesintegración de los radionucleidos, son muy diferentes, y eso unido a las características físico-químicas del material radiactivo hace que los peligros inherentes y las medidas de seguridad y control establecidas para cada uno de ellos sean también muy diferentes.

La Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA) en su guía de seguridad No. RS-G-1.9 "Clasificación de las fuentes radiactivas" ha establecido cinco categorías de peligro aplicables a las fuentes radiactivas utilizadas en algunas prácticas comunes.

Las fuentes de la categoría 1 son las más "peligrosas" porque pueden suponer un riesgo altísimo para la salud de los seres humanos si no se manejan en condiciones de seguridad tecnológica y física.

Ver artículo completo en: <http://cbrn.es/?p=1112>

OTRAS NOTICIAS DE INTERÉS...

- Drones para el desmantelamiento de la central nuclear de José Cabrera.
<https://www.foronuclear.org/es/newsletters/101296-newsletter/marzo-2018/123586-drones-para-el-desmantelamiento-de-la-central-nuclear-de-jose-cabrera>
- El uso de drones comerciales como vectores terroristas.
<http://www.ieee.es/contenido/noticias/2018/01/DIEEEM03-2018.html>
- Situación del brote de fiebre de Lassa en Nigeria.
<http://erccportal.irc.ec.europa.eu/getdailymap/docId/2446>
- Situación del brote de cólera y difteria en Yemen
<http://erccportal.irc.ec.europa.eu/getdailymap/docId/2445>
- El inquietante programa de armas químicas de Corea del Norte:
 - Gas sarín: <http://www.cbrneportal.com/sea-of-sarin-north-koreas-chemical-deterrent/>
 - VX: <http://www.newsweek.com/north-korea-could-use-its-chemical-and-biological-weapons-if-war-breaks-out-us-702171>
<https://www.nbcnews.com/news/north-korea/north-korea-also-has-nerve-agent-vx-chemical-weapons-expert-n802231>
 - https://www.nytimes.com/2017/10/27/opinion/north-korean-chemical-weapons.html?_r=0
- Arabia Saudí promete armas nucleares "lo más pronto posible" si Irán las desarrolla
https://www.elconfidencial.com/mundo/2018-03-16/arabia-saudi-iran-armas-nucleares-oriente-medio_1536753/
<http://www.cbrneportal.com/saudi-arabia-to-extract-uranium-for-self-sufficient-nuclear-program/>
- Ascó II vuelve a conectarse tras su parada de recarga
<http://www.foronuclear.org/es/newsletters/101292-newsletter/diciembre-2017/123399-asco-ii-vuelve-a-conectarse-tras-su-parada-de-recarga-y-11-500-ordenes-de-trabajo-finalizadas>.
- Detectada en Europa una nube radioactiva procedente de un accidente nuclear en Rusia o Kazajistán
<http://www.lavanguardia.com/internacional/20171110/432761754884/detectada-europa-nube-radioactiva-procedente-accidente-nuclear-rusia-kazajistan.html>
<http://www.bbc.com/mundo/noticias-41952488>
https://www.elespanol.com/ciencia/salud/20170221/195480948_0.html
<http://www.publico.es/internacional/radioactividad-rusia-resiste-reconocer-escape-radiactivo-octubre.html>

RIESGOS TECNOLÓGICOS

MEASURING RADIATION DOSES IN MASS-CASUALTY**EMERGENCIAS** (Fuente: The Bulletin of the Atomic Scientists)

Profundo análisis del autor sobre la necesidad de desarrollar, potenciar y tener previsto poder usar la tecnología conocida como *biodosimetría de las radiaciones ionizantes*.

Cualquier incidente grave nuclear, ya sea un ataque o un accidente en una central, necesitará de una respuesta con una gestión médica que se verá dificultada por muchos factores: daños a las infraestructuras y vías de comunicación, falta de primeros intervinientes, escasos recursos, complicados triages y sobrecarga de pacientes.

Un correcto control biodosimétrico es fundamental en exposiciones masivas de víctimas a la radiación. Esta herramienta facilitaría a hacer un triage rápido y selectivo, y ayudaría a los médicos a diagnosticar y tratar los síndromes de exposición aguda.

<https://thebulletin.org/measuring-radiation-doses-mass-casualty-emergencies11162>

DECON YOUR ACT

Un ataque, o la sospecha de una liberación de agentes RNBQ o de sustancias peligrosas, o incluso un accidente de mercancías peligrosas, derivará en un incidente tecnológico que necesitará de una rápida descontaminación de los intervinientes, víctimas y la zona afectada.

En este interesantísimo artículo se hace un repaso con ejemplos de casos reales y recientes donde fueron necesarias operaciones de descontaminación, tales como el ataque con VX en el aeropuerto de Kuala Lumpur, Indonesia (Feb 2017), el incidente con un producto desconocido en Birling Gap y Eastbourne, en la costa sur de Inglaterra (Ago 2017), el incidente en el aeropuerto de Londres, Inglaterra (Oct 2016), o la descontaminación del Polonio-210 encontrado en la casa de Alexander Litvinenko en Londres (Nov 2006).

Todos ellos ejemplos reales, actuales y acontecidos en países de primer orden, en los que se ve la necesidad de estar preparados para una respuesta ante la amenaza RNBQ.

<http://www.cbrneportal.com/cbrn-decon-clean-up-your-act/>

OTRAS NOTICIAS DE INTERÉS...

- Sacando a los primeros intervinientes de la zona caliente: una posibilidad que debería ser una prioridad.
<http://www.cbrneportal.com/taking-the-first-responder-out-of-the-hot-zone-a-possibility-that-should-be-a-necessity/>

V WORKSHOP SOBRE INTERVENCIÓN OPERATIVA EN RIESGOS TECNOLÓGICOS

Este encuentro, celebrado en la ENPC de Madrid, supuso una continuación a los acontecidos en años anteriores en Tarragona, Barcelona, Bilbao y Cartagena, permitiendo a los participantes compartir, poner en común y divulgar la información relativa a la actuación en los incidentes y accidentes en los que estén presentes los riesgos tecnológicos.

Además, se presentaron dos nuevas guías operativas: "Estrategia, tácticas y medios para la extinción de incendios de hidrocarburos en tanques de almacenamiento y derrames" e "Intervenciones con riesgo biológico". (Fuente: *protección civil*).

Para acceder a su descarga gratuita, y la de guías anteriores, ver:

<http://wsmadrid.blogspot.com.es/>



EL OIEA RECOMIENDA MÁS ENERGÍA NUCLEAR

La energía nuclear sigue siendo una opción importante para muchos países, pues refuerza su seguridad energética y mitiga los efectos del calentamiento global y la polución ambiental. Por este motivo es necesario **augmentar el uso de la energía nuclear para que el mundo cumpla sus metas climatológicas**. Así concluye la Conferencia internacional organizada por el [Organismo Internacional de Energía Atómica \(OIEA\)](#) en los Emiratos Árabes Unidos celebrada del 30 de octubre al 1 de noviembre con la asistencia del Director general de este Organismo, Yukiya Amano.

Esta Conferencia ha proporcionado un foro para dialogar sobre el papel de la energía nuclear en las próximas décadas. Una tecnología que prácticamente no emite gases de efecto invernadero durante su operación y que produce el 11% de la electricidad mundial, representando una tercera parte de toda la energía generada por fuentes bajas en carbono.

<https://www.foronuclear.org/es/newsletters/septiembre-2017/101291-newsletter/noviembre-2017/123361-el-oiea-recomienda-mas-energia-nuclear-para-cumplir-con-los-retos-ambientales>

AFGANISTÁN: Las dimensiones medioambientales del conflicto

*Urszula Skwarek. Investigadora.
Centro de Iniciativas Internacionales-CIM. Varsovia (Polonia)*

Las dimensiones medioambientales del conflicto de Afganistán, están acelerando la desintegración del país e incrementan la violencia en la región. Los refugiados que se ven obligados a regresar a Afganistán sin tener una asistencia previa del gobierno, se encuentran en una situación con una sola salida – el cultivo de la adormidera. A pesar de tener que pagar el *zacam* (un impuesto pagado a los talibanes por el cultivo del opio), los habitantes del país, ven en ello la única salida de la pobreza. La desertificación de tierras, la evaporación del agua y el deshielo de los glaciares son sin duda, las mayores causas que empujan a la gente a abandonar su tierra y buscar trabajo en el negocio ilícito. Los traficantes saben, que mientras haya demanda, habrá trabajo para todos. La desaparición de métodos tradicionales de irrigación y la falta de respuesta adecuada al asunto, han aumentado los problemas relacionados al cambio climático. La construcción de presas, por muy buena que nos parezca desde el punto de vista europeo, no se aplica a la realidad afgana. Por alguna razón durante milenios, fueron los *qanats* el sistema más eficaz para repartir los recursos naturales.

La geopolítica de la región, está directamente relacionada con la falta del recurso natural más deseado: el agua, y como se ha expuesto anteriormente, los posibles conflictos tienen su origen en la falta del acceso al agua, la desertificación del terreno que provoca grandes migraciones de población, intensificando en consecuencia el contrabando en la región.



Para la lectura completa del artículo:
http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2017/DIEEEE0107-2017_Afganistan_UrszulaSkwarek.pdf

OTRAS NOTICIAS DE INTERÉS...(NORUEGA)

- El gran dilema de Noruega: renunciar a la riqueza petrolífera por el medio ambiente

https://www.elconfidencial.com/mundo/2017-10-13/dilema-noruega-petroleo-medio-ambiente_1458018/?utm_source=twitter&utm_medium=social&utm_campaign=MundoDiarioAutomatico

COLABORACIONES

VULNERABILIDAD DE ACUÍFEROS FRENTE A EPISODIOS DE CONTAMINACIÓN

Alfrez Reservista Don Juan García-Cubillana Vázquez-Reina

Ingeniero Geólogo especialista en descontaminación de suelos y aguas subterráneas

Las aguas subterráneas están consideradas en la actualidad como uno de los recursos naturales estratégicos más importantes para el ser humano a nivel global. Al igual que el resto de los recursos naturales disponibles para el ser humano, las aguas subterráneas no escapan a las consecuencias de la acción directa o indirecta del hombre y, si bien se encuentran en general, mejor protegidas frente a los agentes contaminantes que otros recursos naturales, una vez impactadas por un agente externo resulta cuanto más difícil, técnica y económicamente, la corrección de sus efectos.

La consecuencia inmediata de la introducción de elementos extraños en el acuífero produce una situación de contaminación más o menos intensa y extendida en dicho medio.

Relación entre aguas superficiales y aguas subterráneas

Existe una interrelación directa entre las aguas superficiales y las aguas subterráneas al sustentar la disponibilidad de recurso de agua la una de la otra. No obstante, el principal vector de flujo se mantiene de las aguas superficiales a las aguas subterráneas. Es en este proceso cuando los efectos producidos por el aporte del agua desde la superficie influyen en la movilidad de los contaminantes.

En general se consideran aguas subterráneas todas aquellas que se encuentren bajo la superficie terrestre, en la zona de saturación y en contacto directo con esta o con el subsuelo.

Las aguas superficiales se alimentan fundamentalmente de las precipitaciones en forma de lluvia o nieve produciéndose los siguientes efectos en su contacto con la superficie terrestre:

a) Escorrentía superficial:

Formada por el agua precipitada que se incorpora a la masa de agua superficial preexistente y la que fluye por la superficie del terreno y es recogida en canales y cauces de distinto tamaño y orden circulando en dirección al mar.

b) Evapotranspiración:

Formada por la parte del agua que ni se infiltra ni fluye por la superficie del terreno y es evaporada o es transpirada por las plantas y vuelve a la atmósfera.

c) Filtración:

Formada por el volumen restante del agua que ni se escurre ni se evapotranspira que accede al terreno y fluye por el mismo hasta alcanzar las aguas subterráneas.

En paralelo a estos efectos, procedente de la escorrentía superficial puede producirse con posterioridad la filtración de dicha agua al recurso subterráneo al discurrir por medios más permeables.

El agua incorporada al medio subterráneo forma y constituye los acuíferos y los recursos de agua subterráneos.

En cuanto a los contaminantes, el proceso de incorporación al medio subterráneo sigue dos de estos procesos, bien mediante filtración o incorporación directa o bien mediante filtración secundaria a raíz de una escorrentía superficial.

Mecanismos de introducción y propagación de la contaminación en las aguas subterráneas

Los mecanismos por los que un agente contaminante puede alcanzar el acuífero y propagarse en él afectando a zonas limítrofes son múltiples y complejas. Los criterios para la clasificación de estos mecanismos son igualmente complejos y pueden extenderse casi indefinidamente. Un tipo de clasificación utilizada es la que hace referencia a la posición del punto desde el que se propaga el contaminante y sus mecanismos. Estos pueden ser:

Mecanismos de propagación a partir de la superficie

Se incluyen en este grupo los casos de arrastre de contaminantes desde la superficie del terreno por las aguas de infiltración (vertidos sobre el terreno, uso de fertilizantes, etc.) y los de infiltración de aguas superficiales contaminadas desde ríos, acequias, etc. provocados por la acción humana. Se consideran como ejemplos representativos la contaminación de un acuífero producida por el lixiviado de residuos depositados en superficie o la contaminación producida por actividades agrícolas

Mecanismos de propagación desde la zona no saturada

La incorporación a las aguas subterráneas se produce desde el propio medio mediante filtración. Los ejemplos más comunes son los producidos por las aguas residuales domésticas (fosas sépticas, sistemas de tratamiento de aguas residuales, etc.) o por la fuga de tanques de combustible enterrados en gasolineras.

Mecanismos de propagación originados en la zona saturada

Incorporación a las aguas subterráneas desde la propia zona saturada. Suponen un emplazamiento directo de agentes contaminantes en recursos de agua subterránea. Como ejemplo se pueden citar los pozos de inyección utilizados para la inyección directa y eliminación de aguas residuales industriales, la intrusión de zonas contaminadas en zonas libres de afección por bombeos de captación o las intrusiones salinas por la alteración del régimen de flujo en acuíferos costeros conectados hidráulicamente con el mar.

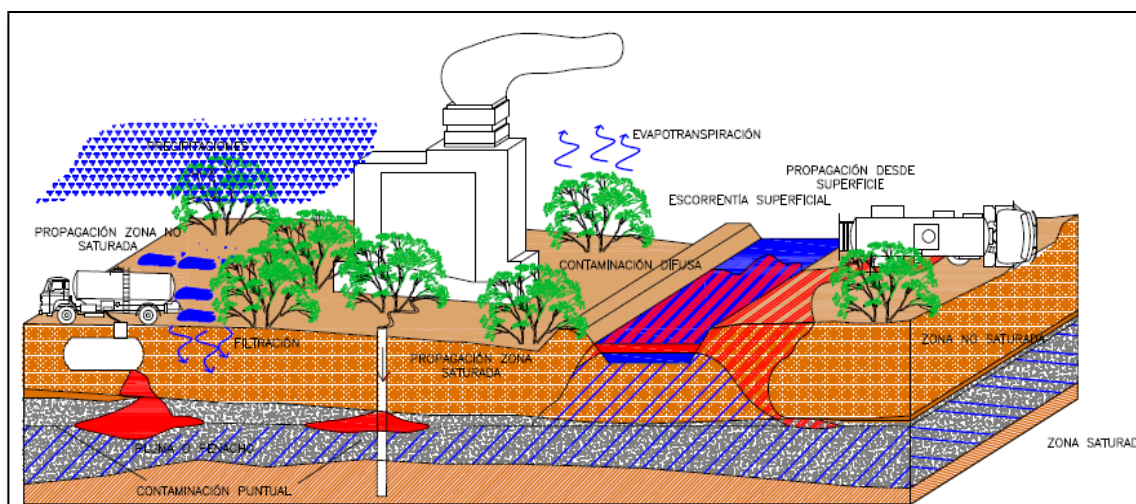


Fig. 1.1: Diagrama de relación agua superficiales aguas subterráneas-episodios de contaminación (Juan Garcia-Cubillana Vázquez-Reina, 2018)

Consecuencias

La consecuencia inmediata de la introducción de elementos extraños en el acuífero por cualquiera de los mecanismos citados es una situación de contaminación más o menos intensa y extendida del medio.

Los contaminantes cuando alcanzan el medio subterráneo son transportados por el agua en movimiento, tendiendo a moverse en la dirección general del flujo y -en caso de no existir interacciones con el medio- a una velocidad igual a la velocidad media del agua subterránea.

Sin embargo, debido a las tortuosidades existentes en el medio, los contaminantes tienden a separarse de la trayectoria ideal del agua y a moverse con diferente velocidad produciéndose dispersión o difusión del soluto en las aguas.

En el caso de que la situación sea producida por un foco muy localizado que afecta con cierta intensidad a una zona concreta situada en las proximidades del foco y que se extiende con el tiempo a favor del gradiente del acuífero se denomina Contaminación Puntual (por ejemplo, vertido y filtrado de hidrocarburo en superficie)

Los fenómenos de autodepuración natural sumados a los de dilución y dispersión en el medio tienden a disminuir la actividad del contaminante de manera que el foco puntual con el paso del tiempo se puede asemejar a una chimenea cuyo humo es arrastrado y dispersado por el viento y cuyo efecto desaparece a una cierta distancia. Se habla entonces de Penacho o Pluma de de contaminación.

Por el contrario, cuando el volumen de acuífero afectado por el contaminante es mucho mayor y el foco de contaminación no es de tipo puntual, se produce una situación de Contaminación Difusa (por ejemplo, intrusión marina).

Las técnicas de recuperación y descontaminación de las aguas subterráneas encaminadas a paliar estos efectos se sustentan en la utilización de medios físicos y químicos para la extracción de los contaminantes o su conversión a sustancias no contaminantes basándose en el tipo de contaminación producida y en los efectos producidos sobre las aguas.

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

- ADM: arma de destrucción masiva
- AQG: agente químico de Guerra
- CABT: Convención de Armas Biológicas y Toxínicas
- CBRNe: Chemical, Radiological, Biological, Nuclear, explosives.
- CIDI: Centro de Integración y Difusión de Inteligencia
- CLP: Clasification, Labelling and Packaging
- CWA: chemical warfare agents
- EI: Estado Islámico
- EPI: equipos de protección individual
- FAS: Fuerzas Armadas
- GIETMA: Grupo de Intervención en Emergencias Tecnológicas de la UME
- GIS: Geographic Information System
- GLP: Gases Licuados del Petróleo
- ICBM: Intercontinental Ballistic Missile
- IED: improvised explosive device
- IEE: Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- INES: International Nuclear Event Scale
- IRBM: intermediate-range ballistic missile
- NAMS: Nuclear Accident Magnitude Scale
- NRBO: Nuclear, Radiológico, Biológico y Químico
- OPCW: Organization for the Prohibition of Chemical Weapons
- RCV: remote controlled vehicle
- RDD: radiological dispersal device
- UGV: unmanned ground vehicle
- UME: Unidad Militar de Emergencias
- TIC: toxic industrial material