

Counterfog

Pérez Díaz, José Luis^{1,*}, Martín Pérez, Tania², Sánchez García-Casarrubios, Juan³, Pérez del Álamo, José Luis³

¹ Escuela Politécnica Superior, Universidad de Alcalá, Campus Externo, A2, km 33600, 28803, Alcalá de Henares. Correo electrónico: jlperezd@uah.es (JLPD)

² Escuela Politécnica Superior, Universidad de Alcalá, Campus Externo, A2, km 33600, 28803, Alcalá de Henares. Correo electrónico: tania.martinp@edu.uah.es (TMP)

³ San Jorge Tecnológicas S.L., Avda. Europa 82, 28341, Valdemoro. Correo electrónico: jsanchez@sanjorgetecnologicas.com (JS)

⁴ San Jorge Tecnológicas S.L., Avda. Europa 82, 28341, Valdemoro. Correo electrónico: jlpedeal@sanjorgetecnologicas.com (JLPA)

Email: jlpedeal@sanjorgetecnologicas.com

* Autor Principal y responsable del trabajo; Correo electrónico: jlperezd@uah.es (J.L.P.D.)

Resumen:

El sistema Counterfog para protección y descontaminación basado en el empleo de chorros de niebla ha demostrado su utilidad en un amplio espectro de agentes NRBQ, incluyendo el humo producido en incendios. La capacidad de atrapar partículas, esporas, microorganismos y otros elementos dispersos en aire, así como la de poder dispersar micropartículas nanoestructuradas y desinfectantes hace que Counterfog pueda ser empleado para evitar la propagación aérea de agentes NRBQ así como para la descontaminación de recintos e instalaciones. En este trabajo se presentan resultados con diversos sucedáneos de agentes a gran escala así como con agentes químicos reales en laboratorio. Este trabajo ha sido financiado por la Comisión Europea en su programa FP7-SEC-2012-1, con número de concesión 312804.

Palabras clave: Counterfog, descontaminación,

1. Introducción

1.1. Amenazas NRBQ

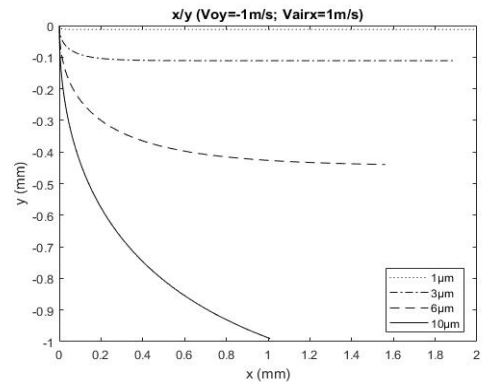
Las amenazas NRBQ son un creciente riesgo para la sociedad que pueden ser originadas por ataques terroristas, situaciones bélicas o, simplemente, por accidentes en la industria o el transporte. La relativamente fácil disponibilidad de agentes químicos, biológicos y radiológicos hacen que sea conveniente tener un medio económico y aplicable a gran escala para proteger de forma amplia a las personas y las infraestructuras de este tipo de ataques.

La peligrosidad de todos estos agentes cuando se liberan en el aire –por ejemplo mediante una bomba sucia– radica precisamente en su estado disperso y en su capacidad de llegar a los pulmones de las personas expuestas. Los agentes químicos pueden estar en forma de vapor o de aerosoles formados por gotitas microscópicas; los agentes biológicos en forma de esporas, aerosoles o pequeñas partículas de aglomerados biológicos; y, por su parte, los agentes nucleares o radiactivos en forma de polvo en suspensión.

1.2. Sistema Counterfog

Teniendo en cuenta este riesgo, el proyecto Counterfog, financiado por el 7º programa marco de la Comisión Europea, ha desarrollado un sistema económico, universal y aplicable a gran escala para la contención/neutralización de estos agentes.

Figura 1. Trayectorias seguidas por gotas de agua dispersadas a 1m/s inmersas en una corriente horizontal de aire de 1 m/s. Penetración en un fluido.



Counterfog emplea principalmente agua y aire comprimido para crear conos de niebla en boquillas de forma que limpia el aire. En el caso de partículas, esporas o aerosoles, las gotas de la niebla logran agregarlas y depositarlas. En el caso de vapores o gases, partículas nanoestructuradas de óxidos de titanio y aluminio, dispersas con el mismo sistema, logran catalizar rápidamente su descomposición sin necesidad de luz ultravioleta.

El principio de funcionamiento se basa en el comportamiento de las gotas y partículas de tamaño del orden de las pocas o fracciones de micras. Estas partículas acompañan al aire y no pueden ser removidas por gotas de tamaño mayor como las producidas por rociadores o pulverizadores convencionales.

Counterfog consiste en una boquilla alimentada por agua y aire a presión que genera un cono de niebla que aspira los contaminantes que se encuentran alrededor haciendo colapsar las partículas en suspensión con las gotas de la niebla arrastrándolas así y colapsándolas. Esto las elimina del aire para depositarlas en el suelo o sobre las superficies a las que se dirija el cono de niebla.

Esto evita que los agentes puedan seguir dispersándose y facilita la descontaminación –con un consumo de agua y una producción de residuos mínimos.

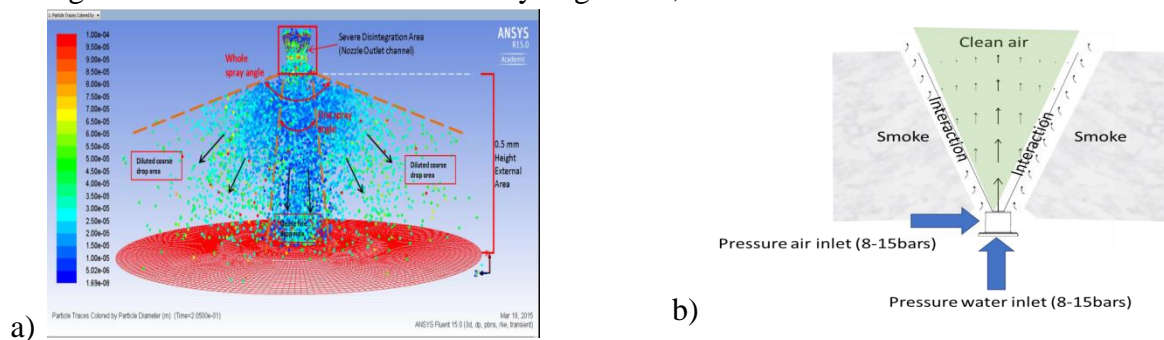


Figura 2. Diseño y efectividad de las boquillas de Counterfog.

1.3. Ensayos realizados

Para demostrar la efectividad del sistema Counterfog, se han realizado diferentes ensayos tanto de dinámica de las nieblas como de eliminación de sucedáneos de agentes químicos, biológicos y radiológicos del aire. Incluso se han realizado ensayos de descontaminación de humo de escape de vehículos en el aire. Los resultados han sido satisfactorios abriendo numerosas posibilidades en la defensa frente a accidentes o ataques NRBQ.



Figura 3. Captura y deposición de humo de color generado en una bengala mediante una boquilla portátil de Counterfog. Ensayo realizado en cooperación con la UME en la base aérea de Torrejón. La absorción. Captura y colapso del humo de colores hace visible al ojo humano el proceso.



Figura 4. Residuos depositados sobre el suelo o superficies después de depurar el aire con Counterfog.

2. Resultados

Counterfog ha sido ensayado con sucedáneos de diversos agentes químicos, biológicos y radiológicos en laboratorio. En las referencias abajo indicadas pueden encontrarse más detalles de los mismos. En la figura puede observarse una serie de tomas de muestra biológica cultivadas en un ensayo en que se dispersó un aerosol con bacterias y esporas de *Bacillus thuringiensis*. La comparación de la dispersión sin ninguna actuación posterior con la misma dispersión y aplicación del Counterfog no deja dudas de la efectividad en la limpieza del aire de este tipo de agente.

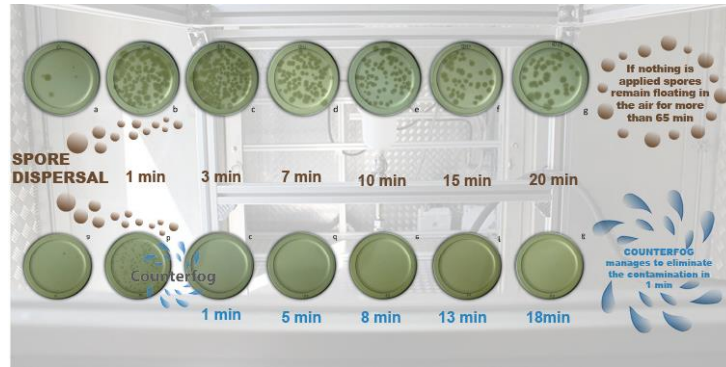


Figura 5. Cultivo de tomas de muestra de aire después de pulverizar un aerosol de *Bacillus thuringiensis* sin activación y con activación de Counterfog. Puede comprobarse la eficiencia descontaminando el aire.

Además se han realizado ensayos en una nave amplia de 35mx12mx7,5 m –similar a lo que podría ser un atrio de una estación de ferrocarril, aeropuerto, etc. En esta nave fueron dispersadas partículas de bicarbonato sódico (hidrófilo) y de talco (hidrófobo) como simulantes de elementos radiológicos con los resultados que se muestran en las figuras adjuntas. En primer lugar se realizó la dispersión de dichas partículas y se midió la cantidad suspendida en el aire mediante contadores de partículas por difracción durante algo más de una hora para determinar su tasa de caída efectiva. Posteriormente, se repetía el experimento pero aplicando una serie de 9 boquillas Counterfog durante 6 minutos. La comparación demuestra que el sistema es capaz de reducir la cantidad de partículas en suspensión con mucha mayor rapidez que la caída natural por gravedad de las mismas. Nótese que los contadores de partículas no distinguen entre gotas de agua y partículas sólidas por lo que cuando se aplica el sistema Counterfog aumenta significativamente el número de cuentas de las mismas. Una vez que todas las gotas de agua desaparecen se observa un número de partículas en suspensión inferior incluso al inicial previo a las pruebas.



Figura 6. Actuación de un conjunto de boquillas Counterfog (fijo) para la limpieza de humo en una nave. Izquierda: nave repleta de humo. Centro: después de 6 minutos de aplicación de Counterfog. Derecha: después de 9 minutos de aplicación de Counterfog.

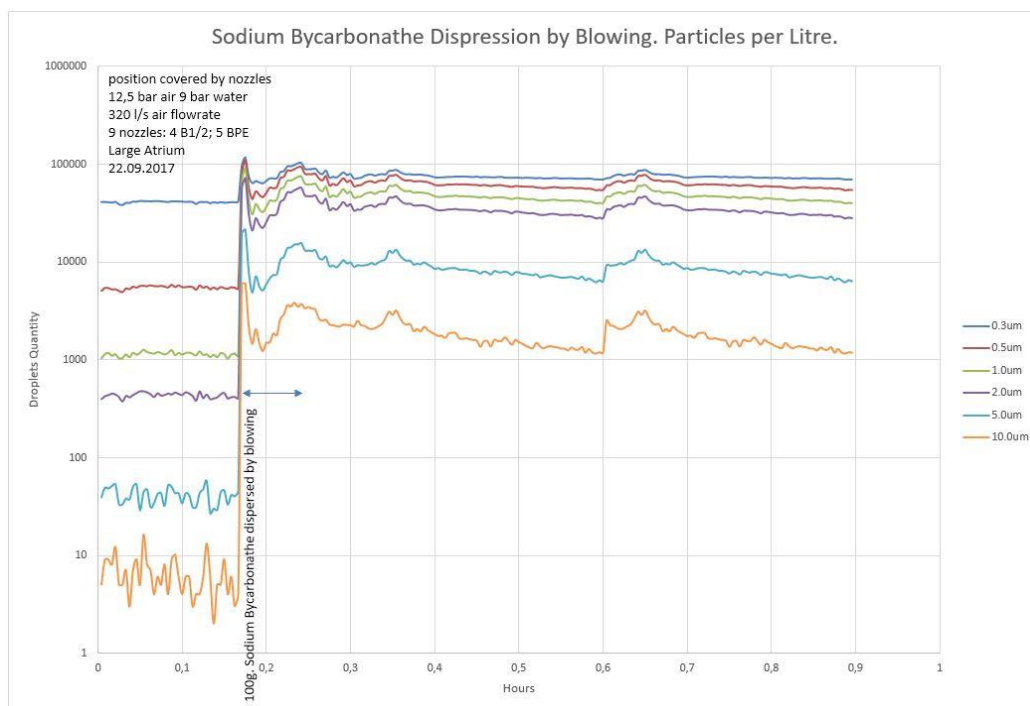


Figura 7. Caída natural por gravedad de 100gr. Bicarbonato Sódico dispersado por soplado.

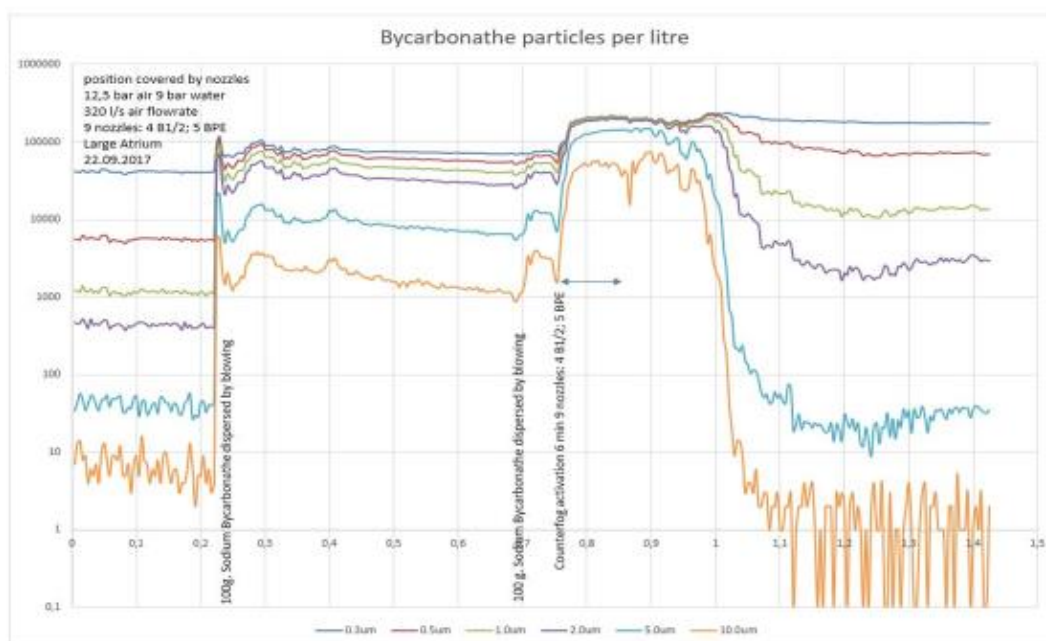


Figura 8. Actuación de un conjunto de boquillas Counterfog (fijo) para la limpieza de 200 gr. De Bicarbonato Sódico dispersado por soplado en una nave. Izquierda: Concentración de bicarbonato después de ser dispersado. Centro: dispersión de los 100 gr restantes de Bicarbonato Sódico y aplicación de Counterfog durante 6 minutos. Derecha: Concentraciones por debajo del nivel de fondo después de la activación.

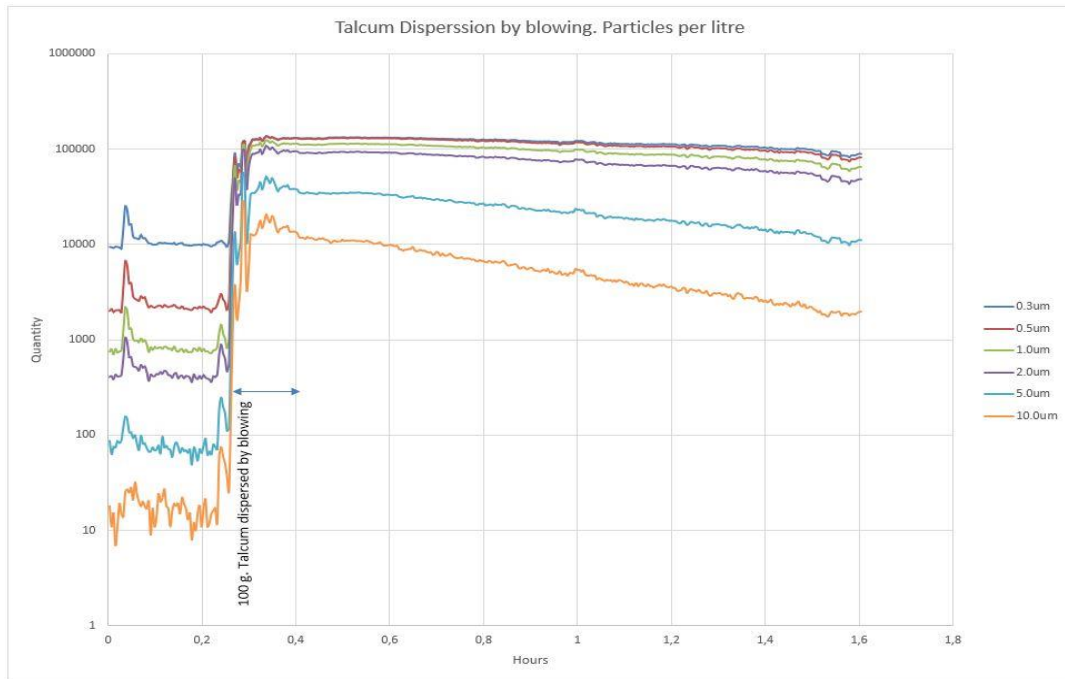


Figura 9. Caída natural por gravedad de 100gr. Talco dispersado por soplado.

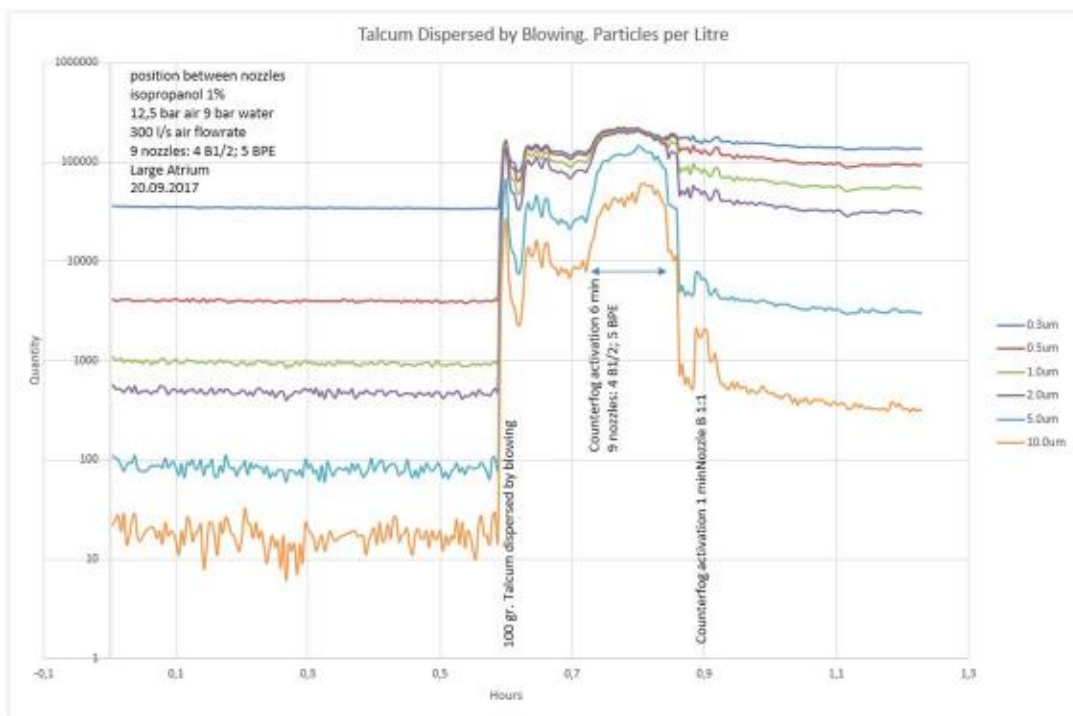


Figura 10. Actuación de un conjunto de boquillas Counterfog (fijo) para la limpieza de 100 gr. de Talco dispersado por soplado. Izquierda: Concentración de talco después de ser dispersado. Centro: aplicación de Counterfog durante 6 minutos. Derecha: después de la activación.

3. Aplicaciones

El número de aplicaciones del sistema Counterfog parece pues enorme. Puede ser instalado permanentemente en edificios o instalaciones, donde pueda activarse manual o automáticamente en caso de emergencia, pero también se ha desarrollado un sistema Counterfog portátil. El sistema Counterfog portátil está formado por un conjunto de boquillas que puede ser transportado por un remolque para poder actuar en campo abierto.

El sistema Counterfog permite la adición de diferentes tipos de desinfectantes al agua, de forma que ya no solamente se logra el abatimiento de los agentes NRBQ sino, en algunos casos, su neutralización. En cualquier caso, el agua residual que se forma en el suelo puede limpiarse o desinfectarse en función del tipo de agente que haya sido abatido.

2.1. Posibles aplicaciones del Sistema Counterfog fijo:

- Limpieza de salas y conductos que hayan podido quedar contaminados con agentes NRBQ
- Protección de vehículos y edificios frente a accidentes o ataques NRBQ
- Cortina Counterfog que actúa de barrera para detener la difusión de agentes NRBQ en el aire
- Barrera al paso del humo
- Abatimiento de agentes químicos o biológicos por ejemplo en una sala de apertura de correos

2.2. Posibles aplicaciones del Sistema Counterfog portátil:

- Abatimiento de nubes de partículas –por ejemplo de sales radiológicas- en el aire.
- Abatimiento de agentes biológicos o químicos.
- Cortina Counterfog que actúa de barrera para detener la difusión de nubes tóxicas NRBQ



Figura 11. Ensayo en campo abierto de una barrera de 5 boquillas Counterfog (portátil) impidiendo el paso de humo.

4. Conclusiones

Se ha demostrado la efectividad y eficiencia del Counterfog como herramienta universal para neutralizar agentes en el aire, así como para su descontaminación. Dada la versatilidad de esta

herramienta –tanto como parte de las instalaciones fijas de seguridad de un edificio como en su versión móvil–, se abre un abanico de posibilidades para su utilización en el ámbito de la defensa que parecen merecer ser explorados.

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido financiado parcialmente por el 7º programa marco de la Unión Europea con número de número de concesión 312804. Los autores agradecen la colaboración en el proyecto del CIEMAT, la Universidad de Strathclyde de Glasgow, el Instituto de Física del Estado Sólido de la Academia de Ciencias Búlgara, el Instituto de Química Inorgánica de la Academia de Ciencias de la República Checa, Consilium Marine & Safety, BPE e.K., la Sección Española de la Asociación Europea de Ferroviarios, Vojensky Vyzkumny Ustav SP y la Universidad Carlos III de Madrid. Así mismo, agradecen los interesantes análisis y comentarios así como la colaboración en la evaluación y demostración del sistema al Tte. General Alcañiz así como a todos los miembros de la UME, al teniente Coronel Cique, al comandante Julio Ortega, María del Mar Hidalgo y Coronel Sánchez.

Referencias

1. J.Sánchez-García-Casarrubios, F.J. Llerena, J.L. Pérez-Díaz. Fog Dynamics. *1st Scientific International Conference on CBRNE SICC 2017 Proceedings*. 2017.
 2. J.L. Pérez Díaz, Y.Quin, O.Ivanov, J.Quiñones, V. Stengl, K.Nylander, W.Hornig, J.Álvarez, E.Ruiz-Navas, K.Mazanec. *Fast response CBRN high scale decontamination system: COUNTERFOG. 1st Scientific International Conference on CBRNE SICC 2017 Proceedings*. 2018.
 3. L.Pascual, M.Fernández, J.Domínguez, L. Amigo, K.Mazanec, J. Pérez-Díaz y J.Quiñones. First measurement using COUNTERFOG device: Nuclear and Radiological scenario. *1st Scientific International Conference on CBRNE SICC 2017 Proceedings*. 2017.
 4. J.Pérez-Díaz, L.Pascual M. Fernández, J.Domínguez, L. Amigo, K. Mazanec y J. Quiñones, Fast CBRN response and decontamination system at high scale: COUNTERFOG. *1st Scientific International Conference on CBRNE SICC 2017 Proceedings*. 2017.
 5. T. Martín-Pérez, F.J. Llerena-Aguilar, J.Pérez-Serrano, J.L. Copa-Patiño, J. Solivieri de Carranza, J.M. Orellana-Muriana, J.L. Pérez-Díaz. Eco- friendly air decontamination of biological warfare agents using “Counterfog” system. *1st Scientific International Conference on CBRNE SICC 2017 Proceedings*. 2018.
 6. Karel Mazanec, Miroslav Skoumal, José Luis Pérez Díaz. COUNTERFOG – Device for Large-Scale Fog Decontamination. *In: CBRN PROTECT. Vyškov*. 2017; 20017. ISBN 978-80-7231-413-3.
 7. Angelov K. Mitova I., Pérez Díaz J. L. Analysis of Chemical Warfare Agents and Methods for Detection and Simulant Substances. *V International Scientific and Technical Conference, Engineering, Technologies. Education. Security. Proceedings. Military Science and Security*. 2017; Vol 1. ISBN: 2535-0315, e-ISBN: 2535-0323.
 8. Stoyanov Z., Mitova I., Pérez Díaz J. L. Analysis of the Use of Radioactive Substances for the Creation of Pollution, their Detection and How they Can Be Simulated. *V International Scientific and Technical Conference, Engineering, Technologies. Education. Security. Proceedings. Military Science and Security*. 2017; Vol 1. ISBN: 2535-0315 ISBN: 2535-0323.
- J.L. Pérez-Díaz. COUNTERFOG: A new fast response device for general CBRN episodes. *CBNW, Chemical, Biological and Nuclear Warfare Magazine* -2018/1.