

Séptimo período de sesiones
Ginebra, 8 a 12 de marzo de 2004
Tema 8 del programa
Grupo de Trabajo sobre las minas distintas de las minas antipersonal

**TECNOLOGÍA ACTUAL Y FUTURA PARA LA DETECCIÓN
Y LA REMOCIÓN DE MINAS DISTINTAS DE LAS MINAS
ANTIPERSONAL (MDMA)**

**Exposición preparada por el Servicio de las Naciones Unidas de
Actividades relativas a las Minas (UNMAS)**

INTRODUCCIÓN

1. A lo largo de 2003 el Servicio de las Naciones Unidas de Actividades relativas a las Minas (UNMAS) preparó exposiciones en las que se reseñaban los problemas prácticos que surgían durante la remoción de minas distintas de las minas antipersonal (MDMA). En las deliberaciones sobre este tema en el Grupo de Expertos Gubernamentales, se planteó la cuestión de si en un futuro próximo los agentes de desminado humanitario dispondrían o no de técnicas para sustituir al detector de metales comúnmente empleado. Con el fin de ayudar a los delegados en sus deliberaciones el UNMAS ha preparado el siguiente informe sobre las técnicas actuales y futuras de detección y remoción de MDMA, subrayando sus ventajas y limitaciones en lo referente a las necesidades del desminado humanitario.

REQUISITOS PARA LAS TECNOLOGÍAS DE DESMINADO HUMANITARIO

2. Los agentes de desminado humanitario se enfrentan a campos sembrados con diferentes tipos de artefactos (minas antipersonal, minas antigrupos, minas antivehículo e incluso municiones sin estallar) en distintos tipos de paisajes y climas. Para ser aceptable, una tecnología de remoción debe poder usarse con la mayor parte de los tipos de minas, en casi todos los tipos de paisaje, y en condiciones ambientales a veces difíciles.
3. El personal local de que disponen los programas de desminado en las zonas donde ha habido un conflicto carecen en su mayoría de estudios de nivel secundario. Por consiguiente, la tecnología de remoción que se emplee tiene que ser lo más simple y fácil de utilizar que sea posible.
4. Al mismo tiempo, y en la mayor parte de los casos, no se dispone de sistemas de suministro logístico adecuado en las zonas donde ha habido un conflicto. Por consiguiente, la tecnología de remoción que se emplee no debe depender de la existencia de repuestos complejos o de conocimientos de mantenimiento especializados. Tiene que ser suficientemente robusta para seguir funcionando en entornos con polvo o barro, así como en zonas en las que el suministro eléctrico no es prácticamente fiable.
5. La tecnología de remoción debe ser fiable y lograr tasas de remoción del 100%.
6. La tecnología de remoción que se aplique debe ser económica, ya que los fondos con que cuentan los programas de desminado humanitario son limitados. Es poco probable que esto cambie en un futuro cercano.

RESEÑA DE LAS TECNOLOGÍAS ACTUALES Y FUTURAS PARA LA DETECCIÓN Y LA REMOCIÓN DE MDMA

7. Como se ha señalado, existen diversos requisitos para que una tecnología satisfaga las necesidades que plantea el desminado humanitario, en particular cuando se trata de MDMA. En los últimos 75 años se han llevado a cabo investigaciones, especialmente en las fuerzas armadas, en la esfera de las tecnologías de detección y remoción de minas, invirtiéndose en ello grandes sumas. En el cuadro siguiente se facilita una reseña de las técnicas que podrían aplicarse para la remoción de minas. Se describen brevemente sus principios operativos y se comentan sus posibilidades desde el punto de vista del desminado humanitario.

Tecnología	Principio operativo	Ventajas	Limitaciones	Posibilidades para el desminado humanitario
Detección electromagnética				
Inducción electromagnética	Induce corrientes eléctricas en los componentes metálicos de la mina	Funciona en diversos entornos. Manejo fácil, robustez y economía. Funciona con pilas corrientes	<p>Las MDMA de bajo contenido metálico son difíciles de detectar, por consiguiente su remoción es costosa y exige mucho tiempo, además de que resulta más probable que una mina quede sin detectar.</p> <p>Muchas falsas alarmas, especialmente en zonas con residuos metálicos como los antiguos campos de batalla.</p> <p>Las MDMA equipadas con dispositivos antimanipulación o espoletas sensibles presentan un riesgo para los desminadores</p>	Tecnología establecida. Son posibles mejoras adicionales para detectar metales, pero es poco probable que esta técnica permita detectar "minas" con confianza. Seguirá habiendo falsas alarmas. Sólo son posibles nuevas mejoras utilizando altas tecnologías de base informática que resultan costosas y de difícil manejo

Tecnología	Principio operativo	Ventajas	Limitaciones	Posibilidades para el desminado humanitario
Radar de detección subterránea	Refleja ondas de radio contra la interfaz de la mina o el suelo	Detecta toda anomalía aunque no sea de naturaleza metálica	Afectan a su funcionamiento las raíces, rocas, bolsas de agua u otros obstáculos naturales, así como los entornos extremadamente húmedos o secos. Más adecuada para detectar capas que objetos concretos. Más costosa que los detectores de metales. Manejo más difícil que el de los detectores de metales	Actualmente el radar de detección subterránea por sí mismo no ofrece la fiabilidad necesaria
Tomografía de impedancia eléctrica	Determina la distribución de la conductibilidad eléctrica	Detecta toda anomalía aunque no sea de naturaleza metálica	Afectan a su funcionamiento los entornos secos; puede detonar una mina; demasiado cara y complicada	Es poco probable que brinde ventajas importantes
Retrodispersión de rayos X	Obtiene imágenes de objetos enterrados mediante rayos X	Capacidad avanzada para la obtención de imágenes	Las indicaciones son lentas; se emite radiación; costosa y de manejo complicado	Es poco probable que brinde ventajas importantes
De infrarrojos/hiperespectral	Evalúa la temperatura y las diferencias en la reflexión de la luz	Se maneja desde distancias de seguridad y se rastrean con rapidez zonas extensas	No puede localizar minas individuales. Capacidad muy limitada cuando se trata de minas enterradas	No es adecuada para la detección en proximidad. Es poco probable que brinde ventajas importantes

Tecnología	Principio operativo	Ventajas	Limitaciones	Posibilidades para el desminado humanitario
Sistemas combinados	Inducción electromagnética combinada con otro sensor, por ejemplo, radar de detección subterránea y/o infrarrojos	Combinación de las ventajas ya mencionadas. Podría reducir la tasa de falsas alarmas	Costo elevado. Se activa por lecturas metálicas, por consiguiente presenta las mismas limitaciones que la inducción electromagnética, aunque posiblemente con menos falsas alarmas	Aún se están realizando ensayos sobre el terreno. Se ha puesto en funcionamiento un sistema en condiciones operativas. Tiene algunas posibilidades
Detección acústica/sísmica	Refleja ondas sonoras o sísmicas contra las minas	Baja tasa de falsas alarmas	No depende de propiedades electromagnéticas; problemas con minas enterradas a profundidad, la vegetación de superficie o el terreno helado. Costo elevado y posible dificultad de manejo	Esta tecnología sólo es prometedora si pueden resolverse sus limitaciones
Detección de vapores explosivos				Una técnica de reducción de la superficie más que de desminado. La ubicación precisa de las minas y las municiones sin estallar sigue dependiendo de alguna otra técnica

Tecnología	Principio operativo	Ventajas	Limitaciones	Posibilidades para el desminado humanitario
Biológica (perros, abejas, bacterias, ratas, cerdos, etc.)	Organismos vivos que detectan los vapores explosivos <i>in situ</i>	Puede confirmar la presencia de explosivos	Problemas en entornos secos; se ve afectada por una vegetación alta, el viento, el frío o el calor intensos; exige mucho apoyo logístico; actividad nocturna (ratas)	Se requiere investigación básica y continua para determinar todas sus posibilidades (aunque los perros ya se están utilizando corrientemente)
Detección a distancia	Muestreo de vapores explosivos con filtros con los que se familiariza a perros u otros animales o artefactos detectores lejos de la zona afectada	Más rápida que el uso tradicional de perros. Reduce el esfuerzo logístico, puesto que las muestras se llevan hasta el detector. Grandes posibilidades de reducción de superficie	Funcionamiento difícil debido a variables; fiabilidad; el entrenamiento exige personal con experiencia; sólo puede usarse en determinadas condiciones ambientales; susceptible de falsas alarmas; es costosa y sólo constituye una herramienta de reducción de superficie	Se necesita seguir investigando todas sus posibilidades. Herramienta de reducción de superficie que no puede emplearse para ubicar la posición de una mina en concreto. Ya se emplea actualmente
Fluorescencia	Mide los cambios en la fluorescencia de polímeros en presencia de vapores explosivos	Confirma la presencia de explosivos	Los entornos secos afectan a su funcionamiento	Se requiere investigación básica para determinar sus posibilidades operativas
Electroquímica	Mide los cambios en la resistencia eléctrica de un polímero al ser expuesto a vapores explosivos	Confirma la presencia de explosivos	Los entornos secos afectan a su funcionamiento	Se requiere investigación básica para determinar si puede reducirse el límite de detección

Tecnología	Principio operativo	Ventajas	Limitaciones	Posibilidades para el desminado humanitario
Piezoeléctrica	Mide el desplazamiento de la frecuencia resonante de varios materiales al ser expuestos a vapores explosivos	Confirma la presencia de explosivos	Los entornos secos afectan a su funcionamiento	Se requiere investigación básica para determinar si puede reducirse el límite de detección
Espectroscópica	Analiza la respuesta espectral de una muestra	Confirma la presencia de explosivos	Los entornos secos afectan a su funcionamiento	Se requiere investigación básica para determinar si puede reducirse el límite de detección
Detección de explosivos a granel				
Resonancia cuadripolar nuclear	Induce una señal de radiofrecuencia con la que los enlaces químicos de los explosivos están en resonancia	Identifica los explosivos a granel	Problemas para detectar el TNT y los explosivos líquidos; utilidad limitada en zonas con radiointerferencias o suelos con cuarzo o magnéticos	Muchas minas contienen TNT. Si un sistema no puede detectar este explosivo no es funcional
Tecnología basada en neutrones	Induce emisiones de radiación en los núcleos atómicos de los explosivos	Identifica el contenido elemental de los explosivos a granel	No es específica para moléculas de explosivos; los suelos húmedos afectan a su funcionamiento; fluctuaciones en la superficie del terreno	Es poco probable que brinde ventajas importantes

Tecnología	Principio operativo	Ventajas	Limitaciones	Posibilidades para el desminado humanitario
Rastrillos detonadores/sondas avanzadas	Facilitan información sobre la naturaleza del objeto rastreado y sobre la cantidad de fuerza ejercida por la sonda	Podrían utilizarse con prácticamente cualquier tipo de método de detección	<p>Terrenos duros, como carreteras, donde se encuentran la mayoría de MDMA, raíces, rocas; exige contacto físico con la mina; requiere tiempo.</p> <p>Las MDMA equipadas con dispositivos antimanipulación o espoletas sensibles presentan un riesgo para los desminadores</p>	Sólo es prometedora en zonas específicas
Sistemas de remoción mecánica			Los sistemas de remoción mecánica que pueden utilizarse en el caso de las MDMA tienen altos costos operativos y de mantenimiento	Los sistemas mecánicos no permiten romper la superficie dura del terreno (golpeadores de cadenas) o, si pueden hacerlo, como los potentes sistemas de fresa, destruyen la estructura de la carretera y dejan un polvo fino que causa problemas para los desminadores manuales y los perros que realizan las tareas de verificación por detrás de la máquina

Tecnología	Principio operativo	Ventajas	Limitaciones	Posibilidades para el desminado humanitario
Mini mangual (hasta 6 toneladas)	Activación de la mina mediante un mangual rotatorio	Transporte sencillo. Adecuado para preparar el terreno	No debe considerarse un equipo de remoción independiente. No puede emplearse en terrenos de superficie dura (Afganistán) ni en carreteras. Según las condiciones del suelo, los sistemas dejan tras de sí un polvo fino que causa problemas para los desminadores manuales y los perros que realizan las labores de verificación por detrás de la máquina. Indicado únicamente para la remoción de minas antipersonal. Dirigidos por control remoto, estos sistemas no pueden manejarse con precisión desde distancias mayores	Tecnología establecida pero no adecuada para las MDMA

Tecnología	Principio operativo	Ventajas	Limitaciones	Posibilidades para el desminado humanitario
Mangual mediano (6 a 20 toneladas)	Activación de la mina mediante un mangual rotatorio	Adecuado para la preparación del terreno. Puede resistir la detonación de una MDMA pero el mangual puede sufrir determinados daños	No debe considerarse un equipo de remoción independiente. No puede emplearse en terrenos de superficie dura (Afganistán) ni en carreteras. Según las condiciones del suelo, los sistemas dejan tras de sí un polvo fino que causa problemas para los desminadores manuales y los perros que realizan labores de verificación por detrás de la máquina. Altos costos de adquisición y de funcionamiento	Tecnología establecida, aunque con demasiadas limitaciones para que los agentes humanitarios puedan emplearla ampliamente

Tecnología	Principio operativo	Ventajas	Limitaciones	Posibilidades para el desminado humanitario
Mangual pesado (20 toneladas o más)	Activación de la mina mediante un mangual rotatorio	Puede resistir la detonación de una MDMA sin que ni el vehículo ni el mangual sufran graves daños. Puede usarse en terrenos de superficie dura. Apropiado para la preparación del terreno	No debe considerarse un equipo de remoción independiente. Puede emplearse en terrenos de superficie dura, aunque la profundidad de penetración es considerablemente menor. Según las condiciones del terreno, estos sistemas dejan tras de sí un polvo fino que causa problemas para los desminadores manuales y los perros que realizan las labores de verificación por detrás de la máquina. Altos costos de adquisición y de funcionamiento. Gran esfuerzo logístico y problemas de transporte	Tecnología establecida, aunque con demasiadas limitaciones para que los agentes humanitarios puedan emplearla ampliamente

Tecnología	Principio operativo	Ventajas	Limitaciones	Posibilidades para el desminado humanitario
Fresa	Activación o destrucción de la mina mediante una fresa cilíndrica rotatoria	Diseñada para resistir la mayoría de explosiones de MDMA. Puede emplearse en terrenos de superficie dura. Mayor profundidad de penetración en todas las condiciones de suelo gracias a la potencia de los motores. Adecuada para la preparación del terreno	<p>No debe considerarse un equipo de remoción independiente. Exige mecánicos y operadores altamente cualificados.</p> <p>Según las condiciones del suelo, los sistemas dejan tras de sí un polvo fino que causa problemas para los desminadores manuales y los perros que realizan las tareas de verificación por detrás de la máquina.</p> <p>Altos costos de adquisición y de funcionamiento.</p> <p>Gran esfuerzo logístico y problemas de transporte</p>	Tecnología establecida, aunque con demasiadas limitaciones para que los agentes humanitarios puedan emplearla ampliamente
Multiherramienta	Las multiherramientas incorporan varios accesorios opcionales como manguales, rodillos de disco o cangilones cavadores	<p>Versatilidad</p> <p>Basada principalmente en excavadoras comerciales, lo que facilita el acceso a repuestos</p>	<p>Diseñada exclusivamente para la remoción de minas antipersonal</p> <p>No suele funcionar dentro de los campos minados, si no desde los bordes, lo que reduce su productividad</p>	Tecnología establecida pero no adecuada para las MDMA

Tecnología	Principio operativo	Ventajas	Limitaciones	Posibilidades para el desminado humanitario
Cribas	Sistemas concebidos para separar las minas o partes de las minas de la capa superior del suelo previamente tratada		Su fiabilidad aún no está demostrada. Sólo pueden funcionar en determinadas condiciones ambientales (zonas secas y arenosas)	Tecnología establecida; se utiliza ante todo como herramienta de garantía de calidad solamente, no para la remoción de MDMA

CONCLUSIONES

8. A pesar de los considerables esfuerzos invertidos en la investigación y el desarrollo de tecnologías, la detección de metales, los perros y las máquinas siguen constituyendo los métodos más aplicables para el desminado humanitario. Las nuevas técnicas no prometen en la actualidad resultados rápidos o resultados en general. Todas las tecnologías presentan algunas ventajas, pero también muchas limitaciones en la remoción de MDMA. La mayor parte de ellas todavía se encuentran en fase de prototipo y aún no cabe prever su uso sobre el terreno. Ninguna técnica ofrece una "solución mágica" aplicable a todos los campos minados y necesidades de remoción de minas. Por consiguiente, sólo mediante combinaciones podría obtenerse una opción viable, y éstas pueden resultar demasiado caras y complicadas para el desminado humanitario.

9. En determinado momento todas las técnicas que se aplican a la remoción de MDMA exigen apoyo manual. Al remover MDMA de manera manual, hay que tener en cuenta que si esas minas llevan incorporados dispositivos antimanipulación o espoletas sensibles tales como alambres trampa, alambres de tracción y espoletas basculantes, el riesgo para los desminadores es inaceptable.

10. En resumen, se puede afirmar que la investigación y desarrollo aún no permiten satisfacer todos los requisitos de la comunidad de desminado humanitario. Si se tienen en cuenta todos los factores pertinentes en el desminado humanitario, no existen soluciones simples ni económicas. Al mismo tiempo, en exposiciones anteriores el UNMAS ha demostrado la repercusión de las MDMA en las poblaciones locales y en el personal de ayuda humanitaria en zonas donde ha habido un conflicto. Los actuales avances en la tecnología de remoción de minas son sólo parte de la solución y en realidad la clave para resolver el problema que plantean las MDMA sería introducir cambios concretos en el diseño de las propias minas.

RECOMENDACIONES

11. Por consiguiente, para reducir la repercusión humanitaria de las MDMA, facilitar la labor en las operaciones de remoción de minas después de los conflictos y velar por que nuestra generación no produzca problemas que las futuras generaciones no puedan resolver adecuadamente, debe adoptarse lo siguiente:

- Todas las MDMA deben llevar incorporado un mecanismo de autodestrucción o, como mínimo, mecanismos de autoneutralización o autodesactivación de manera que quede limitada su vida útil.
- Las MDMA deben poder detectarse por medio de equipos técnicos de detección de minas disponibles corrientemente.
- Las MDMA no deben equiparse con dispositivos antimanipulación.
- Las MDMA no deben equiparse con espoletas sensibles que puedan activarse por la presencia, la proximidad o el contacto de una persona.
