

DIRECTRICES TÉCNICAS
INTERNACIONALES SOBRE
MUNICIONES

IATG
05.60

Segunda edición
2015-02-01

Riesgos de la radiofrecuencia

Advertencia

Las Directrices Técnicas Internacionales sobre Municiones (IATG) están sujetas a evaluación y revisión periódicas. Este documento se encuentra actualizado y vigente desde la fecha indicada en la portada. Para verificar su estado, los usuarios deberán consultar el sitio web del programa SaferGuard del proyecto IATG de las Naciones Unidas a través de la Oficina para Asuntos de Desarme de las Naciones Unidas (UNODA) en:

www.un.org/disarmament/un-safeguard.

Aviso sobre derechos de autor

Este documento constituye las Directrices Técnicas Internacionales sobre Municiones y está protegido por los derechos de autor de las Naciones Unidas. Queda prohibida la reproducción, almacenamiento o distribución de este documento o de cualquier extracto del mismo en cualquier forma, por cualquier medio o para cualquier otro propósito sin el consentimiento previo por escrito de la UNODA, que actúa a nombre y en representación de la ONU.

Este documento no está autorizado para su venta.

Oficina para Asuntos de Desarme de las Naciones Unidas (UNODA)
Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, NY 10017, USA

Correo electrónico: conventionalarms-unoda@un.org
Teléfono: +1 917 367 2904
Fax: +1 917 367 1757

Índice

Índice	ii
Prólogo.....	iii
Introducción.....	iv
Riesgos de la radiofrecuencia.....	1
1 Alcance	1
2 Referencias normativas	1
3 Términos y definiciones	1
4 Exposición a la radiofrecuencia (RF) y niveles de exposición (NIVEL 2)	2
5 Artículos susceptibles (NIVEL 2)	3
5.1 Circuitos de activación de dispositivos electroexplosivos (EED)	3
5.1.1. Circuitos y conectores de dispositivos electroexplosivos (EED)	3
5.1.2. Ensamblaje del contenedor de municiones (ACA, por sus siglas en inglés)	3
5.2 Ensayo de susceptibilidad	3
6 Distancias de separación y seguridad (NIVEL 2)	4
7 Almacenamiento, procesamiento y transporte (NIVEL 2)	4
7.1 Almacenamiento	5
7.1.1. Requerimientos del transmisor	6
7.1.2. Dentro de una zona de almacenamiento de explosivos (ESA)	6
7.1.3. En un edificio de procesamiento	6
7.1.4. Fuera del perímetro	6
7.1.5. Teléfonos móviles y localizadores.....	7
7.1.6. Rastreo de Activos.....	7
7.1.7. Registradores de datos.....	7
7.2 Transporte (NIVEL 2).....	8
7.2.1. Transporte por carretera	8
7.2.2. Otros medios de transporte y artículos no autorizados para el transporte	8
7.2.3. Dispositivos de rastreo antirrobo.....	8
7.2.4. Situaciones de emergencia.....	8
Anexo A (Normativas) Referencias	10
Anexo B (Informativas) Referencias	11
Anexo C (Informativas) Dispositivo electro explosivo (EED) y sensibilidad del circuito de disparo (NIVEL 2)	12
Registro de Modificaciones.....	16

Prólogo

Las existencias de municiones obsoletas, inestables y excedentes presentan un doble riesgo: por un lado, la proliferación ilegal y, por otro, las explosiones accidentales. Estos riesgos han provocado desestabilización y desastres humanitarios en todas las regiones del mundo.

Para una adecuada gestión de existencias es crucial proceder a la identificación de excedentes – es decir, la porción de armas y municiones que no constituye una necesidad operativa. Cuando no se identifican los excedentes, se considera que todo el contenido de la existencia conserva su valor operativo. A pesar de que ya no se utilizan, los excedentes de armas y municiones continúan llenando los almacenes y pueden, por lo tanto, presentar un serio riesgo para la protección y seguridad.

En muchos países, la gestión deficiente de existencias es más bien la regla que la excepción. En muchas instancias, no se presta la debida atención ni a las existencias con excedentes ni a la ausencia de una política adecuada para la gestión de existencias. Los gobiernos no están conscientes de los excedentes. Además, sus existencias nacionales representan un riesgo para la seguridad pública y el desvío desde los almacenes contribuye a incrementar el crimen y la violencia armada.

En el año 2011, las Naciones Unidas elaboró las Directrices Técnicas Internacionales sobre Municiones (IATG, por sus siglas en inglés) para garantizar que las Naciones Unidas en conjunto brinda en forma consistente asesoría de alta calidad y apoyo en la gestión de municiones. Estas directrices son utilizadas por numerosos actores, incluyendo organismos internacionales, entidades no gubernamentales y autoridades nacionales.

El programa SaferGuard de las Naciones Unidas se encarga de administrar las IATG, así como los demás temas sobre municiones convencionales.

Teniendo en cuenta la diversidad de capacidades de los Estados, las IATG contemplan tres niveles de exhaustividad en orden ascendente, referidos como «niveles del proceso de reducción de riesgos» (RRPL, por sus siglas en inglés). Estos niveles están indicados en cada IATG como NIVEL 1 (básico), NIVEL 2 (intermedio) o NIVEL 3 (avanzado).

El objetivo de las contrapartes ejecutoras debería ser mantener los procesos de gestión de existencias por lo menos en el nivel RRPL 1. En general, esto contribuirá a reducir el riesgo de manera significativa. Luego, se pueden incorporar mejoras permanente y gradualmente a la infraestructura y los procesos de gestión de existencias a medida que el personal mejore sus capacidades y se cuente con mayores recursos. Estas acciones serían equivalentes a los niveles RRPL 2 y RRPL 3.

Los RRPL se determinan calculando la puntuación ponderada de un cuestionario sobre una existencia de municiones específico. Se puede contar con una lista de control en: <https://www.un.org/disarmament/un-safeguard/risk-reduction-process-levels/>.

Las IATG son revisadas regularmente para reflejar las normas y prácticas que se vienen desarrollando sobre gestión de existencias de municiones, así como para incorporar los cambios resultantes de modificaciones en los reglamentos y requisitos internacionales. Las IATG también están disponibles en diversos idiomas.

Para consultar la última versión de cada directriz, junto con herramientas prácticas en apoyo a la implementación de las IATG, ingrese al siguiente enlace <https://www.un.org/disarmament/un-safeguard/>.

Introducción

El uso de dispositivos electrónicos de comunicación y detección ha experimentado un aumento vertiginoso en todo el mundo. Entre sus usos se encuentran los teléfonos móviles, los enlaces de comunicación inalámbrica con transmisores de alta potencia para la comunicación por voz, la transmisión electrónica de datos, el rastreo de activos y el radar. Estos artículos generan y reciben campos de radiofrecuencia (RF, por sus siglas en inglés) de intensidad variable. Esta intensidad está regulada por la potencia de salida y la ganancia de antena de dichos artículos, lo cual es potencialmente peligroso cuando se utilizan muy cerca de explosivos que tienen instalados medios electrónicos de iniciación.

Esta iniciación, generalmente provocada por un dispositivo electroexplosivo (EED, por sus siglas en inglés), ocurre porque la mayoría de los dispositivos electroexplosivos (EED) funcionan por un efecto directo del calentamiento del material de iniciación al absorber energía eléctrica que puede provenir de un campo de radiofrecuencia (RF) externo. Este riesgo puede reducirse al mínimo gracias a las características intrínsecas del diseño y la selección de embalaje especializado. Sin embargo, existen situaciones en las que los EED son vulnerables a una iniciación no intencionada, por ejemplo, durante los procedimientos de transporte, retirada o reemplazo.

La presente IATG identifica los peligros potenciales y brinda información sobre el nivel de las disposiciones normativas que requiere la autoridad técnica nacional, así como sobre las precauciones básicas que se deberían adoptar durante el almacenamiento, el traslado y el procesamiento de las municiones susceptibles a los riesgos de la radiofrecuencia (RF).

Riesgos de la radiofrecuencia

1 Alcance

Esta IATG presenta los posibles riesgos de la radiofrecuencia (RF) y contiene orientaciones sobre el desarrollo de las disposiciones normativas de la autoridad técnica nacional sobre las precauciones que se deberían adoptar durante el almacenamiento, manipulación, procesamiento y traslado de las municiones susceptibles a los riesgos de la radiofrecuencia (RF).

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos de referencia son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias con fecha únicamente se aplica la edición citada. Para referencias sin fecha se aplica la última edición del documento de referencia (incluida cualquier versión modificada).

El Anexo A contiene una lista de referencias normativas. Las referencias normativas son documentos importantes a los que se hace referencia en esta directriz y que forman parte de las disposiciones de esta directriz.

Asimismo, el Anexo B contiene una lista adicional de referencias informativas en forma de bibliografía, que incluye documentos adicionales con información útil complementaria sobre los riesgos de la radiofrecuencia (RF) para las municiones y los explosivos en las instalaciones de explosivos.

3 Términos y definiciones

Para efectos de la presente directriz, se emplearán los siguientes términos y definiciones, así como la lista más exhaustiva que figura en el documento IATG 01.40:2015[E] *Términos, definiciones y abreviaturas*.

El término «autoridad técnica nacional» se refiere a *los departamentos, organizaciones o instituciones gubernamentales encargados de la regulación, gestión, coordinación y realización de las actividades de manipulación y almacenamiento de municiones convencionales*.

En todos los módulos de las Directrices Técnicas Internacionales sobre Municiones, las palabras «deberá», «debería», «puede» (en el sentido de permiso) y «puede» (en el sentido de capacidad) se utilizan para expresar las disposiciones de conformidad con su uso en las normas ISO.

- a) **«deberá» indica un requisito:** se utiliza para indicar los requisitos que es preciso seguir rigurosamente para ajustarse al documento y de los cuales no se permite ninguna desviación.
- b) **«debería» indica una recomendación:** se utiliza para indicar que, entre varias posibilidades, una es la que más se ajusta, sin mencionar ni excluir a otras; que es preferible llevar a cabo una acción determinada, pero no indispensable; o que (en su forma negativa «no debería») una posibilidad determinada o curso de acción está desaconsejado, pero no prohibido.
- c) **«puede» indica permiso:** se utiliza para indicar un curso de acción permitido dentro de los límites del documento.
- d) **«puede» indica posibilidad y capacidad:** se utiliza para expresar declaraciones de posibilidad y capacidad, ya sean materiales, físicas o casuales.

4 Exposición a la radiofrecuencia (RF) y niveles de exposición (NIVEL 2)

La IATG 02.10:2015[E] *Introducción a los principios y procesos de la gestión de riesgos* asigna a los empleadores y a aquellas personas que ocupan cargos de responsabilidad el deber general de garantizar la salud y la seguridad tanto de los empleados como de otras personas, incluyendo a las personas del público en general, que podrían verse afectadas por sus acciones. El principio del deber de cuidado exige que el riesgo de que se produzca algún peligro sea tan bajo como sea razonablemente factible (ALARP, por sus siglas en inglés). En la presente IATG se describen los procedimientos que ayudarán a alcanzar este nivel de ALARP en relación con la radiofrecuencia (RF).

La autoridad técnica nacional es responsable de determinar los límites de exposición del personal a las radiaciones ionizantes y no ionizantes. Sin embargo, las mejores prácticas sugieren que los límites establecidos en la Tabla 1 deberían cumplir los requisitos del principio ALARP. Los límites descritos cumplen los límites de exposición ocupacional para adultos sanos que trabajan en condiciones controladas. Estas condiciones incluyen la oportunidad de aplicar medidas de ingeniería y administrativas y de proporcionar protección al personal. Para los casos en que no sea posible lograr una exposición controlada y brindar protección, la Tabla 2 cubre a las personas del público en general. Estos niveles son inferiores a los niveles recomendados para el personal.

Frecuencia (Hz)	Intensidad de campo (Voltios/m)	Densidad de potencia (Wattios/m ²)
1 – 8	20,000	
8-25	20,000	
0.025 -0.082 KHz	500/f (KHz)	
0.082 -65 KHz	610	
0.065 -1 MHz	610	
1 – 10 MHz	600/f (MHz)	
10 -400 MHz	61	10
400 – 2000 MHz	3f ^{1/2} (MHz)	f/40 (MHz)
2 -300 GHz	137	50

Tabla 1: Nivel de referencia para exposición ocupacional

Frecuencia (Hz)	Intensidad de campo (Voltios/m)	Densidad de potencia (Wattios/m ²)
1 – 8	20,000	
8 – 25	20,000	
0.025 -3 KHz	250/f (KHz)	
0.003 - 1 MHz	87	
1 - 10 MHz	87/f ^{1/2} (MHz)	
10 – 400 MHz	28	2
400 -2000 MHz	1.375f ^{1/2} (MHz)	f/200 (MHz)
2 - 300 GHz	61	10

Tabla 2: Niveles de referencia para exposición del público en general

5 Artículos susceptibles (NIVEL 2)

Cualquier cable, independientemente de cuán largo sea, que se encuentre en un campo de radiofrecuencia (RF) actuará como antena y captará la energía de dicho campo. Existe un riesgo electromagnético (EM) cuando el cable forma parte de un dispositivo electroexplosivo (EED) y el nivel de radiofrecuencia (RF) es suficiente para inducir una potencia o corriente que supere la potencia de umbral sin fuego (NFT, por sus siglas en inglés) del dispositivo. La potencia o corriente de umbral sin fuego (NFT) se define como la potencia necesaria para generar una probabilidad de fuego del 0.1% a un límite de confianza inferior unilateral del 95% cuando se aplica al dispositivo electroexplosivo (EED) durante un tiempo mayor a la constante de tiempo térmico (τ) del dispositivo, es decir $>10 \tau$.

5.1 Circuitos de activación de dispositivos electroexplosivos (EED)

La cantidad de potencia suministrada a un dispositivo electroexplosivo (EED) conectado dependerá de la longitud y la configuración de los cables y de la relación de la fuente con la impedancia de carga de las líneas de activación y del dispositivo electroexplosivo (EED). Si los circuitos de activación no están bien diseñados, pueden captar suficiente potencia para activar la mayoría de los dispositivos electroexplosivos (EED) con intensidades de campo de radiofrecuencia (RF) considerablemente menores que aquellas que se experimentan durante la vida útil en servicio. Cuando los circuitos de activación asociados con el dispositivo electroexplosivo (EED), u otros conductores eléctricos, tales como cables, herramientas y dedos que se encuentren en contacto con el dispositivo electroexplosivo (EED) o con el circuito de activación, se coloquen en un campo de radiofrecuencia (RF) actuarán como antenas y captarán una parte de la energía eléctrica de dicho campo.

5.1.1. Circuitos y conectores de dispositivos electroexplosivos (EED)

Cuando se separan los cables de un dispositivo electroexplosivo (EED), estos pueden formar una antena dipolo eficiente y proporcionar una óptima adaptación de impedancia al dispositivo electroexplosivo (EED), lo que permite una máxima transferencia de potencia al dispositivo electroexplosivo (EED) desde la fuente de radiación. Salvo que se tomen las precauciones adecuadas, los niveles de potencia o de energía inducidos en un circuito de activación desde un campo de radiofrecuencia (RF) podrán ser suficientes para iniciar un dispositivo electroexplosivo (EED). Cuando los dispositivos electroexplosivos (EED) han sido retirados de sus sistemas de origen o cuando se abren los sistemas para fines de mantenimiento o pruebas deberán ser considerados menos seguros que cuando están instalados en el sistema tal y como está previsto en el diseño.

5.1.2. Ensamblaje del contenedor de municiones (ACA, por sus siglas en inglés)

El uso de contenedores metálicos de municiones no proporciona necesariamente una atenuación suficiente para los dispositivos electroexplosivos (EED) aislados o para los dispositivos electroexplosivos (EED) contenidos en sistemas no metálicos que no se encuentren adecuadamente protegidos. Por lo general, la fijación de cables externos y equipos de prueba a los sistemas que contienen los dispositivos electroexplosivos (EED) incrementará su susceptibilidad a la captación de energía electromagnética (EM).

5.2 Ensayo de susceptibilidad

Todos los sistemas de explosivos completos que contengan dispositivos electroexplosivos (EED) deberían ser evaluados para determinar su susceptibilidad a los peligros de radiación (RADHAZ, por sus siglas en inglés). Esta evaluación debería basarse en los requerimientos de la autoridad técnica nacional y debería evaluarse mediante un ensayo práctico realizado en un centro de pruebas. Las evaluaciones deberían abarcar la susceptibilidad del dispositivo electroexplosivo (EED) durante la preparación, la prueba, el almacenamiento, el transporte, la carga y cuando se cargue en el lanzador o en la plataforma de armas. En la Tabla 3, se enumeran las categorías de susceptibilidad y las actividades asociadas a las mismas.

Categoría	Actividad
1	Ensamblaje y desmontaje de armas o cargas y pruebas de subsistemas realizadas por el personal o equipos de prueba generalmente en depósitos de almacenamiento.
2	Pruebas de todas las armas o cargas en laboratorios de ensayos o al costado de/a bordo de buques.
3	Almacenamiento y transporte de armas/cargas en embalajes aprobados.
4	Almacenamiento y transporte de armas o cargas que no se encuentren en embalajes aprobados, mientras se manipulan, ensamblan, cargan/ descargan en una plataforma, por ejemplo, un vehículo, un arma, una aeronave o una plataforma de lanzamiento.
5	Armas o cargas que se cargan en su plataforma de uso previsto, por ejemplo, en una aeronave o en su lanzador.

Tabla 3: Categorías de susceptibilidad y actividades asociadas

6 Distancias de separación y seguridad (NIVEL 2)

Es posible encontrar una amplia gama de equipos de comunicación que emiten campos de radiofrecuencia (RF) cerca de las municiones que contienen dispositivos electroexplosivos (EED), incluyendo registradores de datos, teléfonos móviles, localizadores, radios, etc. Esto significa que se deberán aplicar restricciones de distancia segura. Los dispositivos electroexplosivos (EED) y/o las armas que se manipulen y las armas que se encuentren en preparación, prueba o mantenimiento son propensas a captar niveles mucho más bajos de radiofrecuencia (RF); por lo tanto, se deberá exigir controles para garantizar que se mantengan seguras.

La magnitud de un campo de radiofrecuencia (RF) disminuye cuando la distancia desde la fuente es mayor. La zona de riesgo de los transmisores que utilizan antenas omnidireccionales o giratorias se define generalmente como el volumen cilíndrico recto de espacio aéreo centrado en el transmisor. En el caso de lugares con uno o varios transmisores que tengan haces direccionales fijos que irradian predominantemente en la misma dirección, como los lugares de seguimiento por satélite, la zona de riesgo se encontrará principalmente en la dirección del haz.

Cuando no existan datos de seguridad para una determinada parte del equipo transmisor, se deberá determinar la distancia segura utilizando el método simplificado que se describe en el Anexo C. Se han desarrollado fórmulas y métodos gráficos para facilitar la determinación de distancias seguras cuando se conocen las características del rendimiento de los transmisores y las características de susceptibilidad de los dispositivos electroexplosivos (EED).

7 Almacenamiento, procesamiento y transporte (NIVEL 2)

Se pueden encontrar dispositivos electroexplosivos (EED) en una variedad de configuraciones entre su etapa de fabricación y su uso o disposición final. Estas configuraciones van desde el embalaje comercial a granel, el embalaje en servicio y los subpaquetes, la instalación en las municiones y las diversas etapas de estados separados y expuestos que se producen durante el procesamiento y la capacitación.

Es importante entender cómo es que estas configuraciones pueden influir en las precauciones básicas que se deberán adoptar durante el almacenamiento y el transporte. Las precauciones durante el transporte también deberían incluir medidas que deberán aplicarse en caso de emergencia, desde una simple avería en un vehículo hasta accidentes que impliquen la evacuación por un incendio o la evacuación de víctimas.

Los materiales de construcción no son eficaces para servir de protección electromagnética (EM) a los dispositivos electroexplosivos (EED). Normalmente, las estructuras no proporcionan ninguna protección en absoluto para las pérdidas de transmisión de frecuencias inferiores a 1MHz, pero muchas de ellas proporcionan una cierta protección en forma de pérdidas de reflexión si la polarización y el ángulo de incidencia de la energía electromagnética (EM) resultan ser favorables, (aunque esto es raro y no se debería presumir). Por lo tanto, se debería suponer que la intensidad de campo que existe en el interior de un edificio o de un vehículo es la misma que la intensidad de campo que existe en cualquier campo externo. Sin embargo, si se ha determinado la atenuación de la radiación electromagnética (EM) que proporciona un edificio específico, por ejemplo, desde una habitación blindada, esto se puede utilizar para determinar las distancias seguras desde las fuentes de radiación electromagnética (EM). Cabe señalar que las puertas o ventanas abiertas afectan a la integridad del blindaje.

Los dispositivos electroexplosivos (EED) y los sistemas que contienen dispositivos electroexplosivos (EED) deberían almacenarse o procesarse únicamente en depósitos y unidades de almacenamiento y áreas de proceso autorizadas. Estas áreas deberían seleccionarse en función de:

- a) la susceptibilidad de los dispositivos electroexplosivos (EED) o de las municiones que contengan dispositivos electroexplosivos (EED) durante el almacenamiento o el procesamiento, según proceda; y
- b) la potencia radiada de los transmisores en el área relacionada con la susceptibilidad de los dispositivos electroexplosivos (EED) más sensibles que se encuentren presentes.

7.1 Almacenamiento

En los depósitos donde se realiza el procesamiento de armas, los niveles de susceptibilidad pueden ser mucho más bajos de lo normal y es necesario conocer a fondo el entorno de radiofrecuencia (RF) en el que se están realizando los trabajos y la interacción con los circuitos de activación de las municiones y los sistemas de armas. El entorno dependerá de los transmisores locales que se encuentren tanto in situ como en el área local.

Históricamente, el uso de transmisores dentro de una zona de almacenamiento de explosivos (ESA, por sus siglas en inglés) ha estado totalmente prohibido, a menos que la autoridad técnica nacional lo aprobara. Hoy en día, se está reconsiderando esta prohibición en vista del amplio uso de estos sistemas en todos los aspectos del sistema de gestión. Por lo tanto, el jefe del establecimiento deberá evaluar el uso de todas los radios, incluyendo los teléfonos móviles, que se vayan a utilizar en las proximidades de un dispositivo electroexplosivo (EED), o de los almacenes que contengan un dispositivo electroexplosivo (EED), para determinar su posible peligro de radiación (RADHAZ). En los siguientes incisos se presentan las normas revisadas sugeridas:

- a) no se permitirá el uso deliberado de transmisores de radiofrecuencia (RF) dentro de un edificio de explosivos, a menos que se acuerde lo contrario después de recibir asesoramiento técnico especializado en municiones;
- b) no se permitirá el uso deliberado de transmisores de radiofrecuencia (RF) de cualquier potencia dentro de una zona de almacenamiento de explosivos (ESA) a menos que sean indispensables para realizar una actividad;
- c) las valoraciones de riesgos incluirán cálculos de distancia segura para los radios, ya sean portátiles o fijas;
- d) no se utilizarán radios portátiles, equipo de comunicación de uso personal, teléfonos móviles o aparatos electrónicos de uso personal (PED, por sus siglas en inglés) en áreas externas a una zona de almacenamiento de explosivos (ESA) o a polvorines o cerca de artefactos expuestos o artefactos que se estén preparando, a menos que estos cumplan los requisitos generales del Punto 7.1.1;

- e) la distancia segura mínima para el uso de cualquier radiofrecuencia del establecimiento en las proximidades de un dispositivo electroexplosivo (EED), independientemente del peligro que represente su carácter explosivo, será de 2 m cuando se obtenga de acuerdo a los cálculos;
- f) la distancia segura se aplicará igualmente al uso de radios en vehículos que transporten un dispositivo electroexplosivo (EED), salvo que la autoridad técnica nacional otorgue un acuerdo específico; y
- g) en zonas en las que pueda existir una atmósfera explosiva se podrán utilizar únicamente radios certificadas clasificadas como seguras, de conformidad con la norma correspondiente.¹

7.1.1. Requerimientos del transmisor

Solo transmisores esenciales deben ser instalados dentro de una zona de almacenamiento de explosivos (ESA). Estos deberían cumplir los requisitos del presente párrafo. La autoridad técnica nacional debería establecer excepciones de acuerdo con las siguientes directrices:

- a) los transmisores con una potencia de salida de $\leq 1W$ y con una ganancia de antena de $\leq 6dB$ en todo el espectro de frecuencias son aceptados como seguros a una distancia de $\geq 10m$ desde el exterior de los edificios; y
- b) los transmisores con una potencia de salida de $\leq 10W$, con una ganancia de antena de $\leq 6dB$ y con una frecuencia de $>300MHz$ son aceptados como seguros a una distancia de $\geq 5m$ desde el exterior de los edificios. También deberán mantenerse estas distancias entre el transmisor y las rutas de tránsito de la zona de almacenamiento de explosivos (ESA).

7.1.2. Dentro de una zona de almacenamiento de explosivos (ESA)

Dentro de una zona de almacenamiento de explosivos (ESA) y también fuera de los edificios donde los artículos iniciados por un dispositivo electroexplosivo (EED) se almacenan únicamente en sus contenedores aprobados (y no se desempacan, manipulan o trabajan), los transmisores con una potencia de salida $\leq 25W$ y con una ganancia de antena de $\leq 6dB$ en todo el espectro de frecuencias estarán seguros a una distancia de 2m desde el exterior de los edificios. Esta regla solo se aplicará cuando sea indispensable y cuando se implementen controles estrictos y se pueda garantizar que se mantendrán durante toda la vida útil del transmisor.

7.1.3. En un edificio de procesamiento

En general, se deberá prohibir el uso de transmisores dentro de los edificios de una zona de almacenamiento de explosivos (ESA). Sin embargo, ya que esta es un área en la que se están llevando a cabo muchas investigaciones, se debería recurrir a la asesoría de la autoridad técnica nacional especializada en este tema.

7.1.4. Fuera del perímetro

Se pueden utilizar radios con una potencia de salida de $\leq 50W$ o sin una ganancia de antena considerable, de forma segura, fuera de la zona de almacenamiento de explosivos (ESA) y al menos a 100 m de un edificio de procesamiento. En el caso de las radios o radares de mayor potencia se debería realizar una evaluación para determinar la posible intensidad de campo en las zonas de procesamiento. En el caso de algunos transmisores de radiodifusión de potencia muy alta, radares de control del tráfico aéreo o radares militares, podría ser necesario conocer su ubicación a distancias de hasta 3 km. En casos como este, se debería solicitar asesoría especializada.

¹ Véase IATG 05.40:2015[E] *Normas de seguridad para instalaciones eléctricas.*

7.1.5. Teléfonos móviles y localizadores

Se deberá controlar el uso de teléfonos móviles y localizadores en las proximidades de las municiones. No se utilizarán teléfonos móviles ni localizadores:

- a) en presencia de vapores peligrosos;
- b) en almacenes de explosivos (ESH, por sus siglas en inglés), sitios de explosión potencial (PES, por sus siglas en inglés), zonas de polvorines y de estiba de armas (armerías) o edificios de procesamiento de explosivos; y
- c) cerca de las municiones y explosivos que se encuentren en preparación.

Se pueden utilizar teléfonos móviles y localizadores en otras áreas siempre y cuando se utilicen únicamente teléfonos portátiles o localizadores estándar, y las distancias de separación mínimas se calculen de conformidad con el Anexo C o sean de un mínimo de 4m, la que resulte mayor.

Aunque la mayoría de los radiolocalizadores son dispositivos pasivos con respecto a la potencia de salida electromagnética, estos pueden contener componentes capaces de provocar una chispa y, por lo tanto, constituyen un riesgo en un área donde existe presencia de explosivos expuestos o vapores inflamables. Existe una clase de localizadores, denominados localizadores Talkback, que además de recibir mensajes también pueden transmitirlos. Normalmente, el margen de frecuencia de transmisión es de 146 a 174 MHz y la máxima potencia radiada aparente (ERP, por sus siglas en inglés) es de 50 mW.

7.1.6. Rastreo de Activos

Cuando sea apropiado acoplar un sistema de rastreo de activos de radiofrecuencia (RF) a un arma o contenedor aprobado o en las proximidades de este, la distancia de seguridad dependerá de la potencia y la frecuencia de transmisión. Debido a los efectos de campo cercano, esta distancia no permite el uso de fórmulas simplificadas como las que figuran en el Anexo C.

En general, existen tres tipos de etiquetas de rastreo de activos por radiofrecuencia (RF) / dispositivo de identificación por radiofrecuencia (RFID, por sus siglas en inglés) en uso: etiquetas RFID activas, que contienen una batería y pueden transmitir señales de forma autónoma; etiquetas RFID pasivas, que no tienen batería y requieren una fuente externa para provocar la transmisión de la señal; y etiquetas RFID con batería de asistencia pasiva (BAP, por sus siglas en inglés), que requieren una fuente externa para activarse pero que tienen una capacidad de enlace directo considerablemente mayor que proporciona un mayor alcance.

Sistemas activos y RFID que contienen baterías no serán llevadas a un área de explosivos a no ser que el jefe del establecimiento lo apruebe expresamente, para ello deberá buscar asesoramiento técnico especializado en materia de municiones. En el caso de las etiquetas pasivas, el equipo utilizado para leer las etiquetas no se trasladará a un área de explosivos a no ser que el jefe del establecimiento lo apruebe expresamente, para ello debería recurrir a asesoramiento técnico especializado en municiones.

7.1.7. Registradores de datos

Con el fin de contar con datos ambientales, se pueden instalar registradores de datos aprobados en varias municiones o en sus contenedores. Muchos de estos dispositivos son pasivos hasta que son sometidos a inspección y por lo tanto deberían ser retirados para su inspección. La extracción de estos registradores de datos se debería realizar en una instalación de procesamiento aprobada y se deberá aprobar el uso de los lectores en esa zona o extraer el registrador para su lectura.

7.2 Transporte (NIVEL 2)

7.2.1. Transporte por carretera

No es factible lograr un entorno seguro para el transporte del dispositivo electroexplosivo (EED) con el uso de distancias seguras calculadas. Por esta razón, se podría transportar de manera segura por carretera todos los dispositivos electroexplosivos (EED) y los sistemas que contengan dispositivos electroexplosivos (EED) cuando la intensidad de campo sea al menos 200 V/m (100Wm^{-2}) en todas las frecuencias. No se debería permitir el acceso al público en general a cualquier zona alrededor de una estación de radiofrecuencia (RF) en la que la intensidad de campo pueda superar los 200 V/m.

7.2.2. Otros medios de transporte y artículos no autorizados para el transporte

Los dispositivos electroexplosivos (EED) y los sistemas que contengan dispositivos electroexplosivos (EED) que no hayan sido autorizados para un entorno electromagnético (EM) de 100Wm^{-2} y aquellos que requieran protección en un entorno de radiofrecuencia (RF) más severo, como el movimiento de barcos o aviones, se deberán proteger durante el tránsito colocándolos en una caja de metal o usando materiales aprobados que proporcionen suficiente blindaje. La autoridad técnica nacional debería proporcionar instrucciones específicas sobre las municiones que incorporen un dispositivo electroexplosivo (EED), que estén o no autorizadas para el transporte en función de la protección contra la radiofrecuencia (RF).

Cuando los artículos deban estar a menos de los 2 m de los transmisores fijos instalados en los vehículos o de la antena, se recurrirá a la asesoría especializada de la autoridad técnica nacional. Dependiendo de la potencia de salida, la frecuencia y el tendido de cables, en algunos casos esta distancia se puede reducir a 0.5 m si el sistema está empacado en contenedores aprobados y se ha determinado que es seguro de acuerdo con las pruebas especializadas. Cuando se considere necesario transportar sistemas que contengan un dispositivo electroexplosivo (EED) de vulnerabilidad desconocida, se deberá solicitar asesoría a la autoridad técnica nacional. El personal que participe en esas actividades deberá tener conocimiento de los riesgos de la radiofrecuencia (RF) y seguir plenamente las instrucciones del remitente. Se deberá tomar en cuenta cualquier indicación especial que trate sobre la carga, descarga y manipulación cuando los dispositivos electroexplosivos (EED) sean más vulnerables a la radiación electromagnética (EM).

7.2.3. Dispositivos de rastreo antirrobo

Muchos vehículos ahora están equipados con dispositivos de rastreo antirrobo o sistemas de recuperación de vehículos robados. Es posible que el conductor no lo sepa; por lo que hay que suponer que todos los vehículos que entran en una zona de almacenamiento explosivos (ESA) los tienen instalados. Se ha evaluado que la probabilidad de iniciación accidental de los dispositivos electroexplosivos (EED) se anula manteniendo una distancia de 5 m entre el vehículo y las paredes exteriores de cualquier edificio que contenga explosivos.

7.2.4. Situaciones de emergencia

En caso de que ocurra un incidente o accidente durante el traslado de la munición, los artículos que normalmente no presentan un alto riesgo de peligro de radiación (RADHAZ) pueden volverse vulnerables si su protección inherente, ya sea estructural o de embalaje, está dañada. En dicha situación, el uso de transmisiones de radiofrecuencia (RF) en los alrededores estará sujeto a las siguientes imposiciones de efecto inmediato:

- a) no se permitirá ninguna transmisión de radiofrecuencia (RF) en un radio de 10 m desde el dispositivo electroexplosivo (EED);

- b) ningún servicio de emergencia que utilice equipos transportados en vehículos con una potencia radiada aparente (ERP) superior a 5 W deberá transmitir en un radio de 50 m del equipo dañado; y
- c) los conductores y/o acompañantes de los vehículos que transporten dispositivos electroexplosivos (EED) deberían recibir instrucciones de emergencia aprobadas por la autoridad técnica nacional.

Anexo A (Normativas) Referencias

Los siguientes documentos normativos contienen disposiciones normativas que también deberían consultarse para tener mayor información referencial sobre el contenido de estas IATG. Para referencias con fecha, no se aplican modificaciones posteriores o revisiones de ninguna de estas publicaciones. Sin embargo, se recomienda que las partes de los acuerdos utilizados para elaborar esta sección de las IATG investiguen sobre la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de los documentos normativos que se enumeran más adelante. Para referencias sin fecha, se emplea la última edición del documento normativo en cuestión. Los miembros de la ISO conservan registros de las normas ISO o EN vigentes:

- a) IATG 01.40:2015[E] *Términos, glosario y definiciones*. UNODA. 2015;
- b) IATG 02.10:2015[E] *Introducción a los principios y procesos de la gestión de riesgos*. UNODA. 2015; y
- c) IATG 05.40:2015[E] *Normas de seguridad para instalaciones eléctricas*. UNODA. 2015.

Se debe utilizar la última versión/edición de estas referencias. La Oficina para Asuntos de Desarme de las Naciones Unidas (UN ODA) conserva copias de todas las referencias² utilizadas en esta directriz. La UN ODA mantiene un registro de la última versión/edición de las Directrices Técnicas Internacionales sobre Municiones y se puede revisar en la página web de las IATG: www.un.org/disarmament/un-safeguard/. Antes de iniciar sus programas de gestión de existencias de municiones convencionales, las autoridades nacionales, empleadores y otros organismos y entidades interesados deberán obtener las copias respectivas.

² En los casos en que los derechos de autor lo permitan.

Anexo B **(Informativas)** **Referencias**

Los siguientes documentos informativos incluyen disposiciones que también deberían consultarse para tener mayor información referencial respecto al contenido de estas directrices.

- a) AASTP-1, Edición 1 (Cambio 3). *Manual of NATO Safety Principles for the Storage of Military Ammunition and Explosives* (Manual de los Principios de Seguridad de la OTAN para el Almacenamiento de Municiones y Explosivos Militares). OTAN. 04 de mayo de 2010; y
- b) Joint Service Publication 482, Edición 4, MOD *Explosive Regulations* (Reglamentaciones sobre explosivos del Ministerio de Defensa). Capítulo 24. Ministerio de Defensa del Reino Unido. Enero de 2013.

Se debe utilizar la última versión/edición de estas referencias. La Oficina para Asuntos de Desarme de las Naciones Unidas (UN ODA) conserva copias de todas las referencias³ utilizadas en esta directriz. La UN ODA mantiene un registro de la última versión/edición de las Directrices Técnicas Internacionales sobre Municiones y se puede revisar en la página web de las IATG: www.un.org/disarmament/un-safeguard/. Antes de iniciar sus programas de gestión de existencias de municiones convencionales, las autoridades nacionales, empleadores y otros organismos y entidades interesados deberán obtener las copias respectivas.

³ En los casos en que los derechos de autor lo permitan.

Anexo C **(Informativas)**

Dispositivo electro explosivo (EED) y sensibilidad del circuito de disparo (NIVEL 2)

C.1 Definición

Un dispositivo electroexplosivo (EED) es un dispositivo explosivo o pirotécnico de un solo disparo que se utiliza como elemento iniciador en un tren explosivo o mecánico y que se activa mediante la aplicación de energía eléctrica. Estos dispositivos están diseñados para producir una acción específica tal como una detonación, una llama o un gas para realizar una tarea determinada. Un proceso de reacción explosiva se produce en un dispositivo electroexplosivo (EED) cuando:

- a) la temperatura de una pequeña cantidad de explosivo primario se eleva por encima de su temperatura de ignición, mediante el calor generado tras una entrada de energía eléctrica; o
- b) un explosivo secundario es detonado por el choque mecánico creado cuando se descarga un alto voltaje en un puente de baja resistencia, tal como un cable puente detonador (EBW, por sus siglas en inglés) o un detonador de laminilla (EFI, por sus siglas en inglés).

C.2 Tipos de dispositivos electroexplosivos (EED)

Los dispositivos electroexplosivos (EED) se pueden dividir en 2 grupos: de bajo voltaje y de alto voltaje. A su vez, estos se pueden clasificar en 3 tipos:

- a) dispositivos de bajo voltaje (LV) con constantes de tiempo térmico largas, normalmente de 10 ms - 50 ms, como el cable puente detonador (EBW). Estos dispositivos se denominan a menudo dispositivos electroexplosivos (EED) sensibles a la potencia;
- b) dispositivos de bajo voltaje (LV) con constantes de tiempo térmico cortas (normalmente 1 μ s - 100 μ s), tales como el puente lámina (FB) y la composición conductora (CC), conocidos generalmente como sensibles a la energía; y
- c) dispositivos de alto voltaje (HV) que tienen un explosivo secundario como el cable puente detonador (EBW) y el detonador de laminilla (EFI), que requieren un rápido pulso de descarga de alto voltaje para iniciarlos. Estos dispositivos se conocen como sensibles a la energía de alto voltaje (HV).

C.3 Umbrales de activación

Los dispositivos sensibles a la potencia tienden a integrar la energía transitoria y, en el caso de los radares de pulso repetitivo, responderán a niveles de potencia media o promedio. Los dispositivos sensibles a la energía de bajo voltaje tienden a responder al nivel de potencia máxima de un transitorio eléctrico o de un pulso y un flujo de pulsos, como en el caso de los radares pulsados, y esto se debería tener en cuenta al determinar su susceptibilidad.

Se considera que los dispositivos sensibles a la energía de alto voltaje (HV) requieren un pulso de crecimiento rápido y especializado, de modo que la iniciación accidental desde un campo de radio o radar no sea factible y las valoraciones de riesgo indiquen una probabilidad muy baja de iniciación accidental. Si bien esto describe las características de cada tipo de dispositivo electroexplosivo (EED), no significa que estos reaccionen solo a impulsos de potencia o energía. Al determinar los Umbrales Sin Fuego (NFT, por sus siglas en inglés) se deberían considerar ambos tipos de reacciones en relación con el muestreo estadístico basado en una probabilidad de activación del 0.1% a un nivel de confianza inferior unilateral del 95%. La tabla a continuación muestra las cifras de los umbrales sin fuego (NFT) para ilustrar los resultados de dicho muestreo en un dispositivo electroexplosivo de cable puente detonador (EBW EED) (Ignitor Tipo F53) típico y un dispositivo de corriente constante (CC) (Tipo M52) típico.

EED	Rango de resistencia (Ω)	Potencia del NFT (mW)	Energía del NFT (mJ)	Constante de tiempo (ms)
Ignitor tipo F53	0.9 -1.6	130	2.3000	18.000
Ignitor de CC M52	1k – 1.2M	14	0.0022	0.157

Tabla C.1: Ejemplo de umbrales sin fuego para dispositivos electroexplosivos (EED)

C.4 Transmisores y cálculo de intensidad de campo

Cualquier radio que se utilice deberá ser de una intensidad de campo conocida según lo suministrado por el fabricante o la autoridad técnica nacional. El formato de datos preferido es un gráfico de campo con distancia. Es preferible que las radios que utilice el personal del establecimiento o los contratistas no sean utilizadas en zonas en las que se esté manipulando la munición o en las proximidades de las rutas cuando se esté manipulando la munición durante las operaciones de carga o descarga, o cerca de la munición que se está cargando en una plataforma de disparo o en un lanzador. Cuando esto no sea posible, se calculará y aplicará una distancia segura.

Para calcular la intensidad de campo del transmisor se requiere la siguiente información como mínimo:

- tipo de antena, direccional u omnidireccional;
- la potencia media que se suministra a la antena del transmisor en Vatios;
- la frecuencia o banda de frecuencias del transmisor; y
- la ganancia de antena.

Si el transmisor tiene una onda de pulso y el dispositivo electroexplosivo (EED) es del tipo que tiene una constante de tiempo térmica menor (es decir, sensible a la energía), también se requerirá lo siguiente:

- la frecuencia de repetición de pulsos (PRF, por sus siglas en inglés) en pulsos por segundo; y
- el ancho del pulso (PW) en segundos.

Esta información se encuentra normalmente en los manuales de los equipos, de los fabricantes de equipos o de la autoridad técnica nacional. Únicamente el personal capacitado debería realizar el cálculo de la intensidad de campo y se debería pedir asesoramiento a la autoridad técnica nacional.

Cuando se hayan calculado los niveles de susceptibilidad, esta información se deberá utilizar para calcular las distancias de separación mínimas, es decir, la zona de riesgo, para las cargas explosivas desde los transmisores de radio y radar. Por lo general, existirá un número de distancias mínimas que tendrá en cuenta la actividad específica que se esté llevando a cabo.

Cuando se conozca la información del transmisor y la susceptibilidad del dispositivo electroexplosivo (EED), se podrá utilizar el gráfico de riesgo de la densidad de radio (véase la Figura C.1) o bien el cálculo para determinar la distancia segura para el funcionamiento de los radios u otros equipos que emitan radiofrecuencia (RF). Los datos de susceptibilidad que se proporcionan normalmente se aplican a un entorno de ondas continuas (CW). En este entorno todos los dispositivos electroexplosivos (EED) son susceptibles a la potencia inducida (es decir, la potencia promedio durante un período $> \tau$). Sin embargo, los dispositivos electroexplosivos (EED) de composición conductora (CC) y de lámina delgada son sensibles a los pulsos, de manera que en un entorno de radiofrecuencia (RF) pulsada también son susceptibles a la energía inducida por un solo pulso o un flujo pulsado.

Cuando se conozca la información del transmisor, pero no se conozca la susceptibilidad del dispositivo electroexplosivo (EED) o de la carga explosiva, se deberá consultar la Tabla C.2. Esta Tabla constituye únicamente un ejemplo y asume la cifra de susceptibilidad de 0.003 W/m^2 para un cable puente detonador (EBW) F53 con una longitud de cable de disparo de 2m para calcular la distancia segura mínima. Por lo tanto, estas distancias se pueden utilizar para frecuencias de hasta 1 GHz. Esta tabla se debería utilizar con respecto a los datos de un dispositivo electroexplosivo (EED) específico y ha sido proporcionada únicamente a modo de ejemplo.

Las distancias seguras determinadas de conformidad con la presente IATG están sujetas a cualquier limitación que prevalezca establecida en otro lugar para la protección del personal contra los efectos biológicos de la radiación de radiofrecuencia (RF).

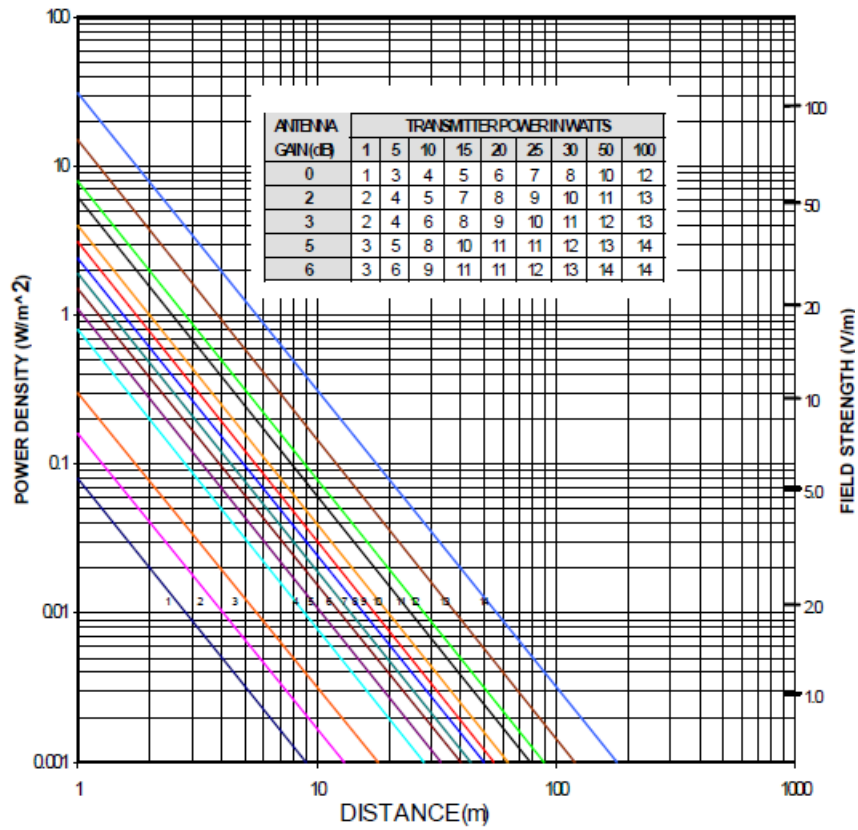


Figura C.1: Gráfico de riesgo de la densidad de radiofrecuencia (RF) o frecuencias de 60 a 500 MHz

Ratio de ganancia de antena (dBi)	Potencia del transmisor (W)							
	1W	4W	6W	10W	15W	25W	30W	50W
Unitaria	5.0 m	10.0 m	13 m	17.5 m	20.0 m	26.0 m	28.0 m	36.5 m
Especial	6.5 m	13.0 m	16 m	20.5 m	25.0 m	32.5 m	35.5 m	46.0 m
Estándar	7.5 m	15.5 m	18 m	23.0 m	28.0 m	36.5 m	40.0 m	51.5 m
Alta ganancia	10.0 m	18.5 m	22 m	29.0 m	35.5 m	46.0 m	50.0 m	65.0 m

Tabla C.2: Distancia de separación en el peor de los casos

