



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES  
ORGANISMO DE INVESTIGACION JUDICIAL (OIJ)  
PODER JUDICIAL, COSTA RICA

PROCEDIMIENTO DE  
OPERACIÓN NORMADO  
ESPECIFICO

**PROCEDIMIENTO PARA LA  
CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS  
PIROTÉCNICOS DECOMISADOS**

**P-DCF-ECT-FIS-50**

VERSION: 01

Rige desde: 20/12/2019

PAGINA: 1 de 38

<b>Elaborado o modificado por:</b>  <b>MSc. Steven Vargas Ramírez</b> Perito Judicial 2, Sección Pericias Físicas	<b>Revisado por Líder Técnico:</b>  <b>MSc. Steven Vargas Ramírez</b> Líder Técnico de Sección/Unidad de Pólvora y Explosivos
<b>Visto Bueno Encargado de Calidad:</b>  <b>M. Sc. Luis Diego Méndez Torres</b> Encargado de Calidad Sección de Pericias Físicas	<b>Aprobado por:</b>  <b>Licda. Kattia Saborío Chaverri</b> Jefatura, Sección de Pericias Físicas

**CONTROL DE CAMBIOS A LA DOCUMENTACIÓN**

<b>Versión</b>	<b>Fecha de Aprobación</b>	<b>Fecha de Revisión</b>	<b>Descripción del Cambio</b>	<b>SCD</b>	<b>Solicitado por</b>
01	20/12/2019	-	Versión Inicial del Procedimiento	024-19	KSC

**ESTE PROCEDIMIENTO ES UN DOCUMENTO CONFIDENCIAL  
PARA USO INTERNO DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES  
SE PROHÍBE CUALQUIER REPRODUCCIÓN QUE NO SEA PARA ESTE FIN**

**La versión oficial digital es la que se mantiene en la ubicación que la Unidad de Gestión de Calidad defina. La versión oficial impresa es la que se encuentra en la Unidad de Gestión de Calidad. Cualquier otro documento impreso o digital será considerado como copia no controlada**

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 2 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

## 1 Objetivo:

El objetivo de este PON es establecer el método para la identificación química de material pirotécnico (pólvora menuda, lucería, pólvora para espectáculos, etc.), utilizados como cargas en artificios pirotécnicos, además de clasificar y definir la funcionalidad del artefacto basado en su estructura física, así como en el tipo y distribución de las composiciones pirotécnicas y explosivas.

## 2 Alcance:

Este procedimiento permite realizar la caracterización de artificios pirotécnicos de origen industrial o artesanal en función de su estructura, funcionalidad y naturaleza química de sus constituyentes. La caracterización de los artificios no incluye un reporte del nivel de peligrosidad del artefacto ni del potencial daño resultante de su uso inadecuado (se exceptúa la explicación general que se da sobre la peligrosidad de los espantasuegras los cuales contienen un explosivo primario). Tampoco se incluyen criterios acerca de si el material decomisado es de tenencia lícita o ilícita, lo que corresponde a una consulta vinculada con la reglamentación nacional vigente en relación con la actividad pirotécnica y no propiamente a un asunto de carácter pericial.

La metodología para la identificación química de las composiciones pirotécnicas se encuentra validada según el informe de validación 004-FIS-VAL-2018 (SEM-EDX, ATR-FT-IR)

## 3 Referencias:

- 3.1 American Pyrotechnics Association (2019). Glossary of Pyrotechnic Terms. En: <https://www.americanpyro.com/glossary-of-pyrotechnic-terms>
- 3.2 Bors, Dana & Cummins, Josh & Goodpaster, John. (2013). The Anatomy of a Pipe Bomb Explosion: Measuring the Mass and Velocity Distributions of Container Fragments. Journal of forensic sciences. 59. 10.1111/1556-4029.12294.
- 3.3 Castro, Kepa & Fdez-Ortiz de Vallejuelo, Silvia & Astondoa, Izaskun & Goñi, Félix & Madariaga, Juan. (2011). Analysis of confiscated fireworks using Raman spectroscopy assisted with SEM-EDS and FTIR. Journal of Raman Spectroscopy. 42. 2000 - 2005. 10.1002/jrs.2946.
- 3.4 C. Martín-Alberca, C.García-Ruiz (2014). Analytical techniques for the analysis of consumer fireworks, Trends Anal. Chem. 54, 27–36.
- 3.5 Martín-Alberca, C., F. Zapata, H. Carrascosa, F.E. Ortega-Ojeda, C. García-Ruiz (2016), Study of consumer fireworks post-blast residues by ATR-FTIR, Talanta 149, 257-265
- 3.6 Martín Alberca, C (2015). Tesis doctoral: Analytical solutions for the forensic analysis of improvised incendiary devices and consumer fireworks. Área de Química Analítica del Departamento de Química Analítica, Química Física e Ingeniería Química de esta Universidad. En <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/24602>

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 3 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

- 3.7** Comité de Expertos en Transporte de Mercaderías Peligrosas del Consejo Económico y Social, Naciones Unidas. Recomendaciones relativas al TRANSPORTE DE MERCANCIAS PELIGROSAS Reglamentación Modelo (conocido como Libro Naranja), Volumen I, Decimoctava edición revisada, Nueva York y Ginebra, 2013, p, 75-80. En: <http://quimicos.minambiente.gov.co/index.php/gestion-de-sustancias-quimicas/sistema-globalmente-armonizado/libro-naranja-de-las-naciones-unidas>
- La versión en inglés en:  
[https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/unrec/rev17/English/Rev17\\_Volume1.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/unrec/rev17/English/Rev17_Volume1.pdf)
- 3.8** Conkling, J. A. Mocella, C (2010). Chemistry of Pyrotechnics: Basic Principles and Theory, 2<sup>nd</sup> Edition, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton [http://www.freepyroinfo.com/Pyrotechnic/Chemistry\\_of\\_Pyrotechnics\\_Basic\\_Principles\\_and\\_Theory.pdf](http://www.freepyroinfo.com/Pyrotechnic/Chemistry_of_Pyrotechnics_Basic_Principles_and_Theory.pdf)
- 3.9** French Ministry for Ecology, Energy, Sustainable Development and the Sea. "Destruction of Pyrotechnic Waste Accident Analysis" (2010). En: [http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/files\\_mf/SYdechetspyro\\_GBjuin2010.pdf](http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/files_mf/SYdechetspyro_GBjuin2010.pdf).
- 3.10** Kosanke, B.J., Sturman, B.T., Kosanke, K.L. (2012) Encyclopedic Dictionary of Pyrotechnics (and Related Subjects) (Pyrotechnic Reference Series, 5), Journal of Pyrotechnics, Inc., 2012
- 3.11** Kunz, Sebastian & Zinka, B & Peschel, O & Fieseler, S. (2011). Accidental head explosion: An unusual blast wave injury as a result of self-made fireworks. Forensic science international. 210. e4-6. 10.1016/j.forsciint.2011.04.013.
- 3.12** Ministerio de Salud de Costa Rica (2003). PROGRAMA REGULACIÓN DE LA ACTIVIDAD PIROTÉCNICA. " GUÍA PARA ATENCIÓN DE CONSULTAS DE TRAMITES EN LA REGULACIÓN DE LA ACTIVIDAD PIROTÉCNICA". En: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/em-presas/protocolos/guiaactividadpirotecnica.pdf>
- 3.13** Musto, C.; Lock, A. FY 2012 FIREWORKS SAFETY STANDARDS DEVELOPMENT STATUS REPORT, U.S. Consumer Product Safety Commission, enero 2013.
- 3.14** Sharma, S., Lahiri, S. (2005). Characterization and Identification of Explosives and Explosive Residues Using GC-MS, an FTIR Microscope, and HPTLC. Journal of Energetic Materials - J ENERG MATER. 23. 239-264. 10.1080/07370650591006795.
- 3.15** Romolo, Francesco Saverio & Aromatario, Mariarosaria & Bottoni, Edoardo & Cappelletti, Simone & Fiore, Paola Antonella & Ciallella, Costantino. (2013). Accidental death involving professional fireworks. Forensic science international. 234. 10.1016/j.forsciint.2013.09.024.
- 3.16** Pyrouniverse. How Fireworks Work (2018) En: <http://www.pyrouniverse.com/fireworks/how-fireworks-work/>
- 3.17** PON para USO GENERAL DEL SEM-EDX, versión vigente

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 4 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

- 3.18** PON para el uso y manejo de Espectrofotómetro infrarrojo FTIR Nicolet iS5-ATR Thermo Scientific, versión vigente.
- 3.19** SUPPORTING DOCUMENTATION FOR DEPARTMENT OF JUSTICE PROPOSED UNIFORM LANGUAGE FOR TESTIMONY AND REPORTS FOR THE EXPLOSIVES CHEMISTRY DISCIPLINE (2016). <https://www.justice.gov/archives/dag/file/877711/download>
- 3.20** TWGFEX Laboratory Explosion Group (sin fecha). Standards & Protocols Committee. Recommended Guidelines for Forensic Identification of Intact Explosives. Recuperado de <http://ncfs.ucf.edu/twgfex/documents.html> (Accesado el 03 de mayo, 2012)
- 3.21** Zapata, F.; García-Ruiz, C. (2017) The discrimination of 72 nitrate, chlorate and perchlorate salts using IR and Raman spectroscopy, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, doi: 10.1016/j.saa.2017.08.058

#### 4 Equipos y Materiales:

##### 4.1 Equipos:

- FTIR Nicolet iS5-ATR Thermo Scientific para uso en modo de ATR (Accesorio de ATR iD7), solicitado en préstamo a la Sección de Química Analítica.
- Microscopio electrónico de barrido marca JEOL, modelo JSM-6610LV, número de serie MP1371001100110, cuya computadora está equipada con Software Scanning Electron Microscope, SEM control user interfase JEOL TECHNICS LTD. El equipo cuenta con Detector de energía dispersiva de rayos X, marca Oxford Instruments, de deriva de silicio (SDD) de 20 mm<sup>2</sup>, enfriado con sistema Peltier. Con resolución de 129 eV para Mn K $\alpha$ , modelo 51-XX0002, número de serie 35848, con sistema de cómputo independiente equipado con software INCA for Windows Issue 21.
- Placa de calentamiento
- Vernier
- Vórtex mixer

##### 4.2 Materiales:

- Beakers de vidrio de 10 mL
- Beakers plásticos de 30 mL o de vidrio de 50 mL
- Bolsas plásticas para almacenamiento
- Cajas de cartón
- Caja plástica para organizar muestras
- Cinta adhesiva masking tape
- Cinta adhesiva transparente
- Desecadora con desecante
- Equipo de seguridad de laboratorio (gafas de seguridad, gabacha, uniforme, mascarilla, guantes desechables)
- Espátulas acanaladas o microespátulas
- Etiquetas adhesivas
- Filtros para jeringa con poro de 0,2  $\mu$ m, o similar
- Formulario Análisis Químico de Explosivos
- Formulario de espacio adicional
- Herramientas antichispa (cuchilla, tijeras) de aleación cobre-berilio
- Jeringa plástica de 3 mL
- Microespátulas

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 5 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

- Marcador indeleble
- Materiales y herramientas para montaje de muestras, y consumibles (filamentos), utilizados rutinariamente en el SEM-EDX
- Mortero y pistilo
- Papel kraft o papel blanco en pliegos
- Papel especial para limpiar materiales ópticos
- Parafilm
- Regla
- Varilla de vidrio
- Viales de vidrio de 2 mL y de 4 mL con tapa

## 5 Reactivos y Materiales de Referencia:

- Agua desionizada
- Estándar de rejilla de cobre
- Estándar para ajuste de los umbrales de brillo y contraste del detector de electrones retrodispersados (carbón-cobalto-rodio-oro)
- isopropanol
- Material de referencia de poliestireno
- Materiales de referencia primarios o secundarios de oxidantes, combustibles o sustancias varias usadas en explosivos y pirotecnia, con certificado o no, en la colección de la Unidad de Pólvora y Explosivos

## 6 Condiciones Ambientales:

Para la ejecución de este procedimiento no se requieren condiciones ambientales especiales, con excepción de los requerimientos para equipo instrumental específico. Consulte al encargado de cada equipo y registre las condiciones de ser necesario.

## 7 Procedimiento:

Nota 1: Todos los resultados y observaciones relevantes de los análisis que se describen en este apartado deben quedar debidamente documentados en el formulario de apertura, formulario de análisis o formulario de espacio adicional, registros fotográficos y/o como reportes generados a partir de la instrumentación utilizada.

### 7.1 Apertura, revisión inicial, selección de muestra y manejo de indicios

- 7.1.1** Prepare un área de trabajo, cubriendo la mesa donde realizará la apertura e inspección con papel kraft o papel blanco en pliegos.
- 7.1.2** Colóquese el equipo de protección correspondiente (gabacha, gafas de seguridad, guantes) y siga las instrucciones de seguridad especificadas en el apartado 11 de este PON.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 6 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

- 7.1.3** Realice la apertura del embalaje y separe los indicios por clase según su apariencia física. Según la presentación de los ítems, sepárelos en grupos por unidades o por paquetes y cuantifique lo recibido. En caso de recibir paquetes se debe indicar la cantidad de unidades por paquete.
- 7.1.4** Describa detalladamente el material incluyendo apariencia física de cada tipo de arteficio recibido, presencia y detalle de etiquetas o impresiones comerciales, etiquetas de registro sanitario, información de seguridad, clasificación de las naciones (UN0336, UN0335), clasificación según número de clase de peligrosidad y compatibilidad (1.3G, 1.4G), contenido por paquete o presentación cuando aplique.
- 7.1.5** Para cada clase de indicios generada en 7.1.3 defina de forma preliminar el tipo de arteficio con base en sus características físicas, según el Anexo N°1.
- 7.1.6** Realice una selección de muestra por cada categoría o clase, según la división de lo recibido efectuada en 7.1.3. La cantidad de ítems para análisis se escogerá como sigue:
- 7.1.6.1** Para el análisis de candelas romanas, baterías, novedades que combinen tres o más elementos pirotécnicos (por ejemplo, tres o más disparos en una candela romana o batería; tres o más artificios en una misma "novedad"), se tomará solo un ítem para análisis.
- 7.1.6.2** Para el análisis de los restantes tipos de artificios seleccione tres ítems (paquetes o unidades según presentación).
- 7.1.7** En Formulario Análisis Químico de Explosivos o Formulario de espacio adicional, dibuje y realice mediciones de los artificios, incluyendo diámetros, longitudes, grosores, etc. de manera que se dimensionen los artificios. Además indique el tipo de material del que está constituido, tipo de mecha (de seguridad o visco fuse, o bien mecha negra con recubrimiento o sin recubrimiento).
- 7.1.8** Desmantele completamente los ítems seleccionados en 7.1.6 en caso de presentación unitaria, o bien, en el caso de paquetes desmantele una unidad de cada paquete seleccionado. Para ello siga las normas de seguridad indicadas en el apartado 11 y utilice solo herramientas antichispa. Cuando sea requerido realice un diagrama de la estructura interna del arteficio (ver ejemplo en Figura 1).

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 7 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

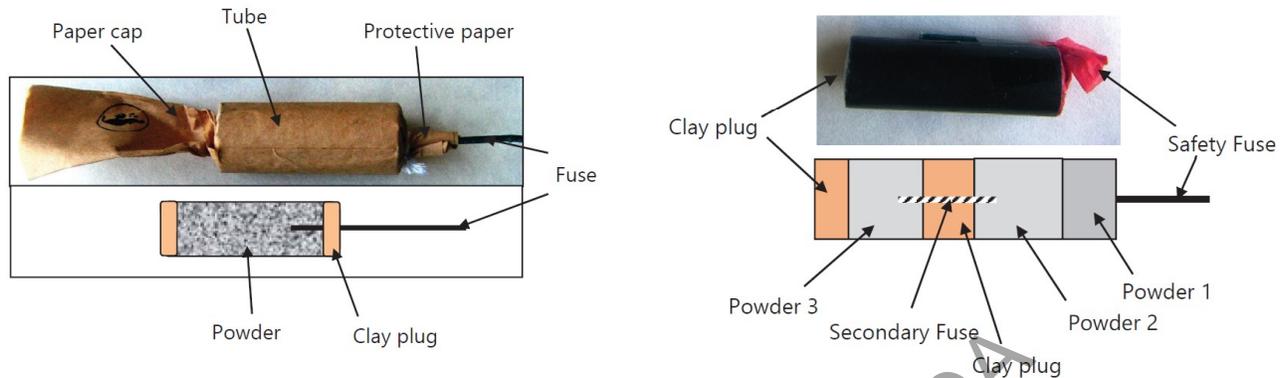


Figura 1. A la izquierda: imagen y diagrama esquemático de un cuarto de dinamita simple. A la derecha: imagen y diagrama esquemático de un petardo multiefecto (1. humo, 2. efecto crepitante y 3. estallido, con dos tipos de mecha, la externa de seguridad y una secundaria de interconexión). Imágenes tomadas de la referencia 3.6.

**7.1.9** Para cada tipo de artefacto, reserve de forma separada en viales o en beakers pequeños, muestras de las distintas cargas o composiciones que constituyen el artefacto, a saber: cargas propulsoras, unidades pirotécnicas, composiciones pirotécnicas, etc. Rotule cada contenedor con el número de caso y una identificación del objeto de donde se origina y del material que contiene. Tape los viales con su respectiva tapa o cierre la abertura de los beakers con parafilm, según corresponda. Organice las muestras en una caja o canasta plástica.

Nota 2: En función del estado de agregación de los materiales recuperados de los artificios, por ejemplo materiales muy compactos, podría ser necesario disgregar el sólido utilizando una espátula, una varilla de vidrio o un mortero y pistilo, en cuyo caso atienda a las normas de seguridad indicadas en el apartado 11 de este PON.

**7.1.9.1** Coloque el resto de los objetos y materiales sin analizar, incluyendo embalajes externos e internos, en una bolsa o caja. Cierre, lacre, rotule con el número de caso y reserve para destrucción pirotécnica. Una vez finalizados los análisis (ver punto 7.4.1 de este PON), traslade el material al responsable de realizar el inventario y acta para destrucción (utilice la aplicación de Traslado de objetos).

**7.1.10** Reserve las muestras en su custodia o traslade las muestras al personal competente asignado al caso para los procesos de extracción y de análisis instrumental correspondiente (para dichas muestras no se requiere realizar el traslado por sistema).

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 8 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

## 7.2 Análisis de muestras por SEM-EDX

**7.2.1** Como perito encargado del caso, realice el montaje para análisis por SEM-EDX de los materiales reservados en 7.1.9 (mínimas cantidades) los cuales pueden ser sólidos en diferente grado de agregación (gránulos, polvos, sustancias cristalinas, piedrecillas, sólidos compactos). Para ello siga el PON para USO GENERAL DEL SEM-EDX

Nota 3: En caso de no contar con autorización para uso del SEM-EDX en la certificación de funciones, como perito encargado del caso solicite a otro perito competente autorizado que realice las mediciones en el equipo.

- 7.2.1.1** Como perito encargado del caso o perito analista en el SEM-EDX, seleccione las condiciones adecuadas para el análisis de la muestra tanto a nivel de obtención de imagen como para el análisis elemental. En general se recomienda el uso de bajo vacío (presiones de 30-50 Pa son adecuadas pero podrían requerirse presiones superiores). Se debe trabajar en diferentes niveles de magnificación para poder caracterizar los diferentes constituyentes de la muestra cuando no se trate de sustancias homogéneas. Para el análisis elemental en términos cualitativos y cuantitativos siga los lineamientos y criterios de aceptación y rechazo del PON para USO GENERAL DEL SEM-EDX. Para aquellas muestras que se sospeche contienen nitrógeno, establezca las condiciones de magnificación, densidad de corriente, etc. de manera que se realice una correcta identificación de dicho elemento, considerando que suele ser difícil su detección por su bajo número atómico.
- 7.2.1.2** Evalúe los resultados antes de retirar las muestras del SEM para valorar si los datos son suficientes o si es necesario repetir algún análisis en otras condiciones de magnificación, vacío, aceleración de voltaje, etc.
- 7.2.1.3** Genere los archivos digitales con las micrografías, reportes de análisis del EDX e inclúyalos en la carpeta digital del caso para revisión, procesamiento y firma antes de subirlos al SADCF.
- 7.2.1.4** Verifique la existencia de elementos típicos de las composiciones pirotécnicas como los que se muestran en el Anexo 02, cuya lista solo pretende ser ilustrativa y no exhaustiva, considerando la gran posibilidad de combinaciones de agentes oxidantes, combustibles y aditivos (para ver más composiciones típicas, se puede revisar también <https://pyrodata.com/chemicals> y <https://pyrodata.com/composition/filter>)

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 9 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

### 7.3 Análisis de muestras por FT-IR (ATR)

#### 7.3.1 Preparación de extractos de las muestras pirotécnicas grisáceas o negruzcas

Nota 4: Para el caso de muestras grisáceas o negruzcas con alto contenido de carbón o aluminio, es necesaria la separación de dichos componentes de previo a la obtención del espectro infrarrojo por ATR. Los compuestos solubles en agua se extraen de la matriz y luego se recuperan por evaporación del solvente. Lo anterior no aplica para sólidos blancos, amarillo-verdosos (que en el caso de fuentes pueden contener nitrocelulosa), o de otros colores.

- 7.3.1.1 En caso de que la muestra no se encuentre pulverizada, disgregue una cantidad pequeña como se indicó en la Nota 2.
- 7.3.1.2 Coloque una punta de espátula de la muestra en un vial de 4 mL rotulado con el número de caso, identificación del objeto y de la muestra.
- 7.3.1.3 Agregue al vial aproximadamente 3 mL de agua desionizada (preferiblemente caliente), tape el vial con su respectiva tapa y agite en vórtex entre 5 minutos y 10 minutos aproximadamente.
- 7.3.1.4 Pase la suspensión por una jeringa de 3 mL que tiene adaptado un filtro de 0,2  $\mu\text{m}$  y recoja el filtrado en un beaker de 10 mL rotulado con el número de caso, identificación del objeto y de la muestra.
- 7.3.1.5 Coloque el beaker en una placa de calentamiento a una temperatura media-baja (posición 4 de 10 en el calentador) hasta que se evapore todo el líquido. Acate las medidas de seguridad de la Nota 5.

Nota 5: Al evaporar el agua de los extractos calentando directamente en un beaker en placa de calentamiento, estrictamente acate lo siguiente:

- Las cantidades de muestra deben ser mínimas
- La temperatura de la placa no puede ser alta
- Las muestras siempre deben estar bajo supervisión tal que una vez alcanzada la sequedad sean retiradas del calor inmediatamente.
- Se puede colocar en la placa de calentamiento un máximo de seis beakers simultáneamente, lo más espaciados posible.

- 7.3.1.6 Al terminar de evaporarse el líquido, retire inmediatamente el beaker o los beakers de la placa de calentamiento y verifique si queda algún sólido remanente. En caso de que se obtenga un sólido, transféralo con una espátula o microespátula a un vial de 2 mL rotulado con el número de caso, identificación del objeto y de la muestra. En caso de muestras higroscópicas, reserve el vial en desecadora de ser necesario. En caso que no quede residuo a partir de la evaporación del extracto acuoso, indicarlo en el formulario de análisis.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 10 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

### 7.3.2 Análisis instrumental

Nota 6: Para la solicitud de préstamo de equipo en la Sección de Química Analítica siga lo establecido en el PON de CONTROL DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN, ANÁLISIS, APARATOS AUXILIARES Y PATRONES DE MEDICIÓN, incluyendo también los aspectos generales para uso, entrega y verificación del equipo indicados en dicho PON.

#### 7.3.2.1 Inicio, verificación de condiciones

**7.3.2.1.1** Encienda la computadora y luego el equipo. Se necesita dejar el equipo 15 minutos encendido antes de realizar las mediciones.

**7.3.2.1.2** Abra el software "OMNIC" ubicado como acceso directo en el escritorio.

**7.3.2.1.3** Retire el dispositivo de ATR y colocar el accesorio de transmisión.

**7.3.2.1.4** Dé clic a la ventana "Collect", en la ventana emergente dé clic a " Advanced Diagnostics", luego dé clic a la opción "Performance Test" y posteriormente seleccione el botón "Run". Con esta prueba se debe verificar que el ruido se encuentre por debajo de 0.250

**7.3.2.1.5** Retire el accesorio de transmisión e inserte el accesorio de ATR. No manipule las ventanillas laterales donde pasa el haz

**7.3.2.1.6** Elija como accesorio insertado el "ATR ID7-Diamond" en la ventana emergente, y dé clic en "OK".

**7.3.2.1.7** Dé clic en "Exp set", ubicado en el acceso inicial de la barra superior, para verificar las condiciones experimentales.

**7.3.2.1.8** Vaya a la pestaña "Collect", ubicada en "Exp set", y verifique la siguiente información:

"No. Scans= 32",  
 "Resolution=4",  
 "Final format=absorbance",  
 "Correcction=ATR",  
 "Collect background after=30 min"

Seleccione las opciones: "Atmospheric suppression" y "Save automatically".

Verifique en la pestaña "Bench", ubicada en "Exp set", que el límite máximo del rango sea 5000 nm y el límite mínimo sea de 395 nm aproximadamente.

Revise en la pestaña de "Diagnostic", ubicada en "Exp set", que el diagrama del equipo se encuentre sin ninguna alerta. De clic en "OK".

Verifique que el ícono de "System Status", ubicado en la parte superior derecha presente un check verde.

#### 7.3.2.2 Lectura del blanco y control de poliestireno

**7.3.2.2.1** Gire el dispositivo de presión o "perilla" en el sentido contrario a las agujas del reloj para elevar la punta. Limpie el ATR con papel para lentes impregnado con isopropanol o con otros implementos y disolventes permitidos y especificados en el

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 11 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

PON para el uso y manejo de Espectrofotómetro infrarrojo FTIR Nicolet iS5-ATR Thermo Scientific, versión vigente. Nunca utilice brochas o toallas secas.

**7.3.2.2.2** Dé clic al segundo acceso directo denominado "Col Bkg" o bien ir a la ventana "Collect" y de clic en "Collect Background" para la lectura1.

**7.3.2.2.3** Coloque el control de poliestireno sobre el ATR.

**7.3.2.2.4** Gire el dispositivo de presión en sentido de las agujas del reloj y detenerse hasta escuchar el "clack".

**7.3.2.2.5** Dé clic al tercer ícono de la barra de accesos directos denominado: "Col Smp", o bien ir a la ventana "Collect" luego dar clic en "Collect sample".

**7.3.2.2.6** Seleccione la opción "Find Pks" y ajuste la cantidad de picos que desea identificar en el espectro.

Nota 7: El instrumento debe verificarse con dicho material de referencia externo, por lo que el perfil total del espectro de IR/ATR debe corresponder con el de poliestireno estándar de forma que se cumpla con la presencia de los siguientes picos:  $3059\text{ cm}^{-1}$ ,  $1600\text{ cm}^{-1}$  y  $1028\text{ cm}^{-1}$  (todos con  $\pm 2\text{ cm}^{-1}$ ). Si esto no se cumple, se debe medir nuevamente, realizando una limpieza previa con isopropanol a la placa de diamante y la punta del dispositivo de presión. En caso de ser necesario aplique lo indicado en el apartado 8 de este PON (Criterios de Aceptación o Rechazo de Resultados).

**7.3.2.2.7** Vaya al botón "Print" ubicado en la parte izquierda del espectro para generar el PDF y guarde el documento en la carpeta destinada para los controles.

**7.3.2.2.8** Retire y almacene el control de poliestireno.

**7.3.2.3** Lectura de muestras

**7.3.2.3.1** Limpie el ATR con papel para lentes impregnado con isopropanol o con otros implementos y disolventes permitidos y especificados en el PON para el uso y manejo de Espectrofotómetro infrarrojo FTIR Nicolet iS5-ATR Thermo Scientific, versión vigente. Nunca utilice brochas o toallas secas.

**7.3.2.3.2** Coloque la muestra sobre el ATR sin rozar la espátula sobre la superficie. Cubra el cristal (diámetro de 1,8 mm).

**7.3.2.3.3** Gire el dispositivo de presión en sentido de las agujas del reloj y deténgase hasta escuchar el clack".

**7.3.2.3.4** Dé clic al tercer ícono de la barra de accesos directos denominado: "Col Smp", o bien ir a la ventana "Collect" y consecutivamente a "Collect sample".

**7.3.2.3.5** Coloque en la ventana emergente el número de caso así como la muestra. Se recomienda copiar el nombre para usarlo en otras ventanas y en la generación final del PDF.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 12 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

**7.3.2.3.6** Dé clic en la opción "Yes" del mensaje emergente de "Confirmation" para agregar el espectro a una ventana nueva.

**7.3.2.3.7** Dé clic al espectro del blanco e ir al acceso directo "Clear" para borrar el blanco.

**7.3.2.3.8** Vaya a la ventana "Process" y dé clic a "Baseline Correct". Dar clic en "Replace" ubicado en la parte superior derecha del espectro.

**7.3.2.3.9** Vaya a la ventana "Process", dé clic a "% Transmittance".

**7.3.2.3.10** Vaya al acceso directo "Find peaks". Ajuste la línea negra horizontal del espectro de modo que se puedan observar la mayor cantidad de picos posibles.

**7.3.2.3.11** Vaya al botón "Print" ubicado en la parte izquierda del espectro para generar el PDF. O bien, ir a la ventana "Report", luego dar clic en "Change Template" y elegir la plantilla deseada.

Nota 8: En la parte inferior de la pantalla principal, durante la generación del espectro, aparece "Bkg. Age: X min". Esto indica el tiempo transcurrido después de la última lectura del blanco, por lo que se recomienda revisar constantemente esta indicación ya que conforme se vaya acercando "X" a los 30 minutos, se debe de limpiar el ATR y levantar el dispositivo de presión.

**7.3.2.4** Interpretación de espectros:

**7.3.2.4.1** Compare los espectros obtenidos con los de materiales de referencia o muestras de la colección de la Unidad de Pólvora y Explosivos.

**7.3.2.4.2** Cuando no disponga de material de comparación, compare contra espectros disponibles en bibliotecas espectrales o bases de datos, documentando en los archivos del caso el origen del espectro (página web).

Nota 9: Algunas páginas que pueden ser de utilidad son las siguientes:

[http://www.hanhonggroup.com/ir/ir\\_en/B15389.html](http://www.hanhonggroup.com/ir/ir_en/B15389.html)

[http://expdb.chm.uri.edu/db\\_main.php](http://expdb.chm.uri.edu/db_main.php) (requiere registro)

<http://www.ilrc.ucf.edu/powders/>

[http://lisa.chem.ut.ee/IR\\_spectra/paint/](http://lisa.chem.ut.ee/IR_spectra/paint/)

Referencias con espectros infrarrojos de sustancias explosivas o de mezclas explosivas (muchos espectros se tienen almacenados en la unidad de red de la Sección para consulta):

C. Martín-Alberca, F. Zapata, H. Carrascosa, F.E. Ortega-Ojeda, C. García-Ruiz (2016), Study of consumer fireworks post-blast residues by ATR-FTIR, Talanta 149, 257-265.

Martín Alberca, C (2015). Tesis doctoral: Analytical solutions for the forensic analysis of improvised incendiary devices and consumer fireworks. Área de Química Analítica del Departamento de Química Analítica, Química Física e Ingeniería Química de esta Universidad. En <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/24602>

Beveridge, A., Ed. (1998) Forensic Investigation of Explosions; International Forensic Science and Investigations Series; Taylor & Francis Forensic Science Series: E.E.U.U.

**7.3.2.4.3** En la medida de lo posible, asigne cada pico identificado para un compuesto dado, el origen de la banda vibracional (e.g. estiramiento simétrico, tijereteo, aleteo, etc.)

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 13 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

- 7.3.2.4.4** En el caso de mezclas, la asignación de picos a compuestos específicos estará determinado por el criterio y experiencia pericial, y la valoración de cada caso a la luz de los resultados de las otras pruebas realizadas.
- 7.3.2.4.5** En el caso de las composiciones pirotécnicas considere los componentes típicos más comunes y la asignación de las bandas según los resultados de la validación de esta metodología (ver Anexo 02).
- 7.3.2.4.6** Considere la posibilidad de traslapes, nivel de ruido, forma de los picos, intensidades relativas de los picos en el espectro de cada sustancia. En caso de duda consulte al líder técnico.
- 7.3.2.5** Realice las observaciones necesarias en los archivos digitales de previo a subirlos al SADCF.
- 7.4** Disposición final del material pirotécnico
- 7.4.1** Como perito responsable del caso, reserve para destrucción pirotécnica los materiales remanentes de las pruebas realizadas, juntando con el material excedentario de la selección de muestras. El embalaje final del material para destrucción debe quedar cerrado, lacrado, rotulado con el número de caso y una indicación "MATERIAL REVISADO PARA DESTRUCCIÓN PIROTECNIA".
- 7.4.2** Traslade el material al responsable de realizar el inventario y acta para destrucción (utilice la aplicación de Traslado de objetos), quien lo mantendrá en custodia hasta su destrucción.
- 7.4.3** Como encargado o designado de gestionar la destrucción de material pirotécnico, revise frecuentemente la cantidad de material acumulado y los riesgos asociados en función del tipo de material y los espacios de almacenamiento disponibles, para definir la necesidad de coordinar la destrucción de indicios de tipo pirotécnico.
- 7.4.4** Como encargado o designado de gestionar la destrucción de material pirotécnico, realice las coordinaciones y actividades necesarias para dicha destrucción según la Guía del Anexo 03 de este PON.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 14 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

### 8 Criterios de Aceptación o Rechazo de Resultados:

No.	Criterio de Aceptación	Valor Límite	Corrección Aplicable
1	Material de referencia externo de poliestireno	Picos característicos: 3059 $\text{cm}^{-1}$ , 1600 $\text{cm}^{-1}$ y 1028 $\text{cm}^{-1}$ (todos con $\pm 2 \text{ cm}^{-1}$ )	Si esto no se cumple, se debe reiniciar el equipo, limpiar los accesorios, la superficie y cristal de diamante, además de realizar de nuevo el "Performance Test" y la mediación del blanco y del patrón. En caso de que el problema persista comunicarlo al responsable del equipo en la Sección de Química Analítica.
2	Ajustes en el haz de electrones	Haz de electrones saturado, alineado, centrado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realignar de forma manual o automática si fuera necesario</li> <li>• Comprobar saturación</li> <li>• Comprobar centrado</li> <li>• Cambiar filamento si los problemas persisten</li> </ul>
3	Ajustes en el Quant Optimization	95-105% del valor del último ajuste realizado	Consultar al personal de JEOL en situación extrema

### 9 Cálculos y evaluación de la incertidumbre:

Este procedimiento no requiere de cálculos ni de evaluación de incertidumbre, ya que el alcance establecido es de tipo cualitativo.

### 10 Reporte de Análisis y Resultados:

**10.1** En el apartado 5 del dictamen pericial, redacte los resultados ya sea en prosa o estructurada en cuadros, lo cual dependerá de lo que el perito considere más conveniente para facilitar la lectura según la complejidad del caso.

Ejemplo 1:

Resultados:

En el siguiente cuadro se resumen los hallazgos de la caracterización de los materiales recibidos como indicios:

Indicio	Resultado
Bombetillas de papel kraft (artesanales)	Cantidad: 8 bombetillas
	Características físicas: Bombetillas confeccionadas artesanalmente de papel kraft, de forma cilíndrica, con amarres tipo confite (con mecate plástico). Las dimensiones totales del artefacto son 3 cm de longitud y 2 cm de diámetro. Está provisto de mecha de color negro. Contienen un relleno de color gris.
	Tipo de composición: Composición pirotécnica consistente con pólvora flash, con clorato de potasio como oxidante y aluminio

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 15 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

	metálico, azufre y carbón como combustibles.
	Efecto esperado: Lo anterior es consistente con una composición pirotécnica cuyo efecto al deflagrar es una explosión total de la masa con estallido (petardo).
Silbadores	Cantidad: 9 silbadores
	Características físicas: Bombetillas constituidas de tubos de plástico de 6 cm de longitud y 0,5 cm de diámetro provistos de mechas de color negro de 2 cm de largo en su porción visible, recubiertas con papel de seda. Los silbadores tienen un relleno de color blanco.
	Tipo de composición: Composición pirotécnica consistente con una mezcla de clorato de potasio y benzoato de sodio
	Efecto esperado: Lo anterior es consistente con una composición pirotécnica cuyo efecto al deflagrar es la propulsión del cohete plástico generando un sonido tipo silbido.
Bombetillas de papel periódico (triquitraque)	Cantidad: 9 triquitraques
	Características físicas: Bombetillas confeccionadas artesanalmente de papel periódico, de forma cilíndrica. Las dimensiones totales del artefacto son 3 cm de longitud y 0,5 cm de diámetro. Está provisto de mecha de color negro. Contienen un relleno de color gris.
	Tipo de composición: Composición pirotécnica consistente con pólvora flash, con clorato de potasio como oxidante y aluminio metálico, azufre y carbón como combustibles.
	Efecto esperado: Lo anterior es consistente con una composición pirotécnica cuyo efecto al deflagrar es una explosión total de la masa con estallido (petardo).

Conclusión: Se concluye que los materiales recibidos corresponden a artefactos pirotécnicos de naturaleza artesanal diseñados para generar estallidos (los petardos) o efectos sonoros (los silbadores).

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 16 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

Ejemplo 2.

Resultados:

En el siguiente cuadro se resumen los hallazgos de la caracterización de los materiales recibidos como indicios:

Indicio	Resultado
Batería (artificio pirotécnico), marca El Dragón Luces Chinas "Peonia Roja a Plata", CD1422	Cantidad: una batería
	Características físicas: Artificio compuesto por veinticinco cargas explosivas aéreas (cilindros de cartón de 6 cm de altura y 2 cm de diámetro cerrados con masilla en ambas caras, provistos de mecha de seguridad en un extremo) dentro de sendos morteros cilíndricos de cartón (de 14,5 cm de altura x 2,8 cm de diámetro) conteniendo cargas propulsoras. Los morteros de cartón están organizados en hileras de 5 x 5, interconectadas con mecha de seguridad. Las cargas propulsoras corresponden a material granulado de color gris oscuro y las cargas explosivas aéreas contienen como relleno un polvo gris y pequeñas esferas de color gris (unidades pirotécnicas).
	Tipo de composición: Composición pirotécnica consistente con pólvora negra como carga propulsora, y como carga explosiva una composición consistente con una mezcla de perclorato de potasio como oxidante, nitrato de potasio como segundo oxidante, azufre como combustible y una sal de bario como aditivo para efecto luminoso.
	Efecto esperado: Lo anterior es consistente con una composición pirotécnica cuyo efecto es el de producir estallidos aéreos con efectos luminosos a partir de cargas explosivas disparadas de forma secuencial

Conclusión:

Se concluye que el material recibido corresponde a un artificio pirotécnico fabricado para generar efectos explosivos y luminosos aéreamente.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 17 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

Ejemplo 3.

Resultados:

Indicio	Resultado
Espantasuegras	Cantidad: Nueve cajas de cincuenta unidades
	<p>Características físicas y composición:</p> <p>Los <i>espantasuegras</i> recibidos (en inglés <i>pops</i> o <i>snaps</i>) están constituidos por piedrecillas o granos de arena gruesa, los cuales vienen recubiertos de un explosivo iniciador sensible al impacto (golpes), que en este caso es fulminato de plata. Lo normal es que se utilicen cantidades ínfimas del explosivo (menos de 0,1 mg por unidad). Dichos <i>espantasuegras</i> se empacan en aserrín para evitar que puedan activarse en el transporte, toda vez que son sumamente sensibles a la presión y al impacto. Debido a que son bastante inocuos en su uso, se comercializan con fines de esparcimiento desde los años 1950, siendo China, Corea y Brasil, de los principales productores. Estrictamente hablando dichos artificios, NO contienen pólvora negra ni una composición pirotécnica, pero por su uso y propiedades sonoras se clasifican como pólvora menuda</p>
	<p>Efecto esperado: Como consecuencia de las cantidades tan bajas del explosivo con respecto al material inerte (piedrecillas), cuando se impacta el empaque de papel de seda con el relleno, se da una detonación del explosivo pero se amortigua la explosión, de modo que solo se produce un estallido derivado de la onda de choque supersónica. Dichos artificios solo producen sonido y son incapaces de generar daños físicos, aún si se presionan contra la piel. De hecho, la "micro detonación", no produce rompimiento total del papel, ni hace que éste se queme. Tampoco se genera suficiente energía como para propulsar las piedrecillas, las cuales comúnmente quedan en el suelo sin dispersarse.</p>

Conclusión:

Se concluye que los materiales recibidos tipo espantasuegras corresponden a artificios pirotécnicos de manufactura industrial fabricados para generar un efecto sonoro sin estallido ni los efectos térmicos típicos de los productos pirotécnicos.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 18 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

## 11 Medidas de Seguridad y Salud Ocupacional:

- 11.1** Use siempre la ropa apropiada, a saber: uniforme, gabacha manga larga, anteojos de seguridad, guantes plásticos descartables.
- 11.2** Si tiene alguna duda con respecto a la estabilidad de un explosivo o su manejo seguro, consulte al personal de mayor experiencia el laboratorio y/o al personal de la Unidad Especial de Intervención del Ministerio de la Presidencia.
- 11.3** Para el desconfinamiento de las cargas pirotécnicas en los artificios, solo use herramientas antideflagrantes (aleación cobre-berilio)
- 11.4** Analice solo pequeñas cantidades del material.
- 11.5** No trabaje cerca de fuentes de calor o llamas.
- 11.6** No someta los materiales a golpes o choques violentos. Al disgregar sólidos compactos, no morterice hasta pulverizar (solo se trata de separar el material compacto para tomar una parte).
- 11.7** Almacene los materiales en un lugar libre de fuentes de calor, llamas o acelerantes.
- 11.8** Otros cuidados se pueden consultar en: 3.27 Conkling, J. A. Mocella, C (2010). Chemistry of Pyrotechnics: Basic Principles and Theory, 2nd Edition, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton [http://www.freepyroinfo.com/Pyrotechnic/Chemistry\\_of\\_Pyrotechnics\\_Basic\\_Principles\\_and\\_Theory.pdf](http://www.freepyroinfo.com/Pyrotechnic/Chemistry_of_Pyrotechnics_Basic_Principles_and_Theory.pdf) Apéndice B.

## 12 Simbología:

ATR:	Attenuated Total Reflectance (Reflectancia Total Atenuada)
CAL:	Nomenclatura para Aseguramiento de la Calidad
DCF:	Departamento de Ciencias Forenses
FT-IR:	Espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier
PON:	Procedimiento de Operación Normado
SADCF:	Sistema automatizado del Departamento de Ciencias Forenses
SCD:	Solicitud de cambio documental
SGC:	Sistema de Gestión de la Calidad
UGC:	Nomenclatura para la Unidad de Gestión de Calidad
SEM-EDX:	Microscopía de barrido electrónico acoplada a microanálisis de rayos X

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 19 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

### 13 Terminología:

Artificio pirotécnico	Dispositivos que están preparados para que se produzcan reacciones pirotécnicas en su interior. Las reacciones pirotécnicas se producen por combustión no explosiva de materiales, que pueden generar llamas, chispas y humos. Los dispositivos pirotécnicos pueden contener también elementos para que ocurran algunas reacciones explosivas controladas. Los dispositivos pirotécnicos que tienen efectos visuales, sonoros y fumígenos son conocidos como fuegos artificiales y se emplean en exhibiciones, festejos, celebraciones, etc.
Artificio pirotécnico casero o artesanal	Dispositivos pirotécnicos que cumplen el mismo efecto que el artificio de fabricación industrial pero que es inferior en aspectos como seguridad para almacenaje y transporte (no utilizan mecha de seguridad y el material pirotécnico no viene hermético) y estabilidad química (se utilizan mezclas explosivas más inestables o reactivas). Usualmente corresponde a productos no registrados para su venta bajo la reglamentación existente.
ATR:	La reflexión total atenuada es una técnica utilizada junto con la espectroscopía infrarroja, la cual funciona midiendo los cambios que ocurren en un haz IR reflejado internamente cuando el haz entra en contacto con una muestra. Un haz de infrarrojos se dirige a un cristal ópticamente denso con un alto índice de refracción (diamante) en un cierto ángulo. Esta reflectancia interna crea una onda evanescente que se extiende más allá de la superficie del cristal hasta la muestra mantenida en contacto con el cristal. En las regiones del espectro IR donde la muestra absorbe energía, la onda evanescente se atenuará. El haz atenuado regresa al cristal, luego sale por el extremo opuesto del cristal y se dirige al detector en el espectrómetro IR. El detector registra el haz IR atenuado como una señal de interferograma, que luego se puede utilizar para generar un espectro IR.
Chirribón	Término utilizado en Costa Rica, para artificio pirotécnico tipo petardo de manufactura industrial, de papel endurecido (multicapas), de forma cilíndrica, con alto nivel de confinamiento, provisto de mecha de seguridad. Dimensiones típicas: largo 8 cm-12 cm, diámetro 2 cm-4 cm, y cantidades de material pirotécnico superior a un gramo aproximadamente. Su ignición produce un estruendo importante.
Combustible	Sustancia capaz de reaccionar con oxígeno o con una sustancia oxigenada con evolución de calor.
Composición pirotécnica	Mezcla de combustibles y oxidantes cuya ignición produce efectos caloríficos, sonoros, chisporroteo, luminosos y gaseosos como consecuencia de reacciones químicas exotérmicas (que liberan calor).
Cuarto de dinamita	En Costa Rica, el término <i>cuarto de dinamita</i> se refiere a un artificio pirotécnico constituido por un cilindro de papel kraft, o bien, un cilindro de cartón o papel endurecido a menudo forrado o envuelto con papel kraft, con amarres de mecate plástico en ambos extremos.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 20 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

	El artificio usualmente tiene dimensiones aproximadas entre 10 cm y 12 cm de longitud, y de 2 cm a 4 cm de diámetro; está provisto de mecha lenta (mecha negra artesanal) y se encuentran rellenos con un polvo grisáceo (entre 1 gramo y 5 gramos aproximadamente) que corresponde a una carga explosiva de pólvora <i>flash</i> . Su nombre se deriva de una analogía a un cartucho de dinamita con una longitud que es la cuarta parte de la longitud máxima de un cartucho de dinamita (aproximadamente 40 cm).
Espantasuegras	En inglés <i>pops</i> o <i>snaps</i> . Novedades constituidas por piedrecillas o granos de arena gruesa, los cuales vienen recubiertos de un explosivo iniciador sensible al impacto (golpes), que en este caso es fulminato de plata. Lo normal es que se utilicen cantidades ínfimas del explosivo (menos de 0,1 mg por unidad). Dichos <i>espantasuegras</i> se empacan en aserrín para evitar que puedan activarse en el transporte, toda vez que son sumamente sensibles a la presión y al impacto. Estrictamente hablando dichos artificios, NO contienen pólvora negra ni una composición pirotécnica, pero por su uso y propiedades sonoras se clasifican como pólvora menuda
Explosivos:	Los explosivos son sustancias químicas puras o mezcladas que por la acción de un estímulo externo (roce, calor, presión, choque, percusión, entre otros), experimenta un cambio químico sin una fuente externa de oxígeno, con liberación de grandes cantidades de energía y evolución de gases calientes, todo en un tiempo muy breve. Generalmente las consecuencias de las explosiones son violentas, considerando los efectos térmicos y mecánicos que pueden generar
Explosivos bajos:	Explosivos cuya velocidad de descomposición es inferior a la velocidad del sonido; deflagran, no detonan, aunque pueden alcanzar velocidades altas al ser confinados dentro de un recipiente. Fundamentalmente se utilizan como impulsores y material pirotécnico.
Mezcla explosiva	Mezcla en la cual los componentes por separado no son explosivos, pero sí lo son al estar mezclados. Este tipo de composiciones debe contener obligatoriamente al menos un agente oxidante y un agente reductor (ejemplo, pólvora negra). No debe confundirse con una mezcla de explosivos, en la que dos o más sustancias explosivas se mezclan o combinan en un mismo material explosivo; en la mezcla resultante se pueden potenciar las características explosivas o se disminuyen las desventajas de alguno de ellos en términos de sensibilidad o desempeño (por ejemplo, Compuesto B: una mezcla de RDX y TNT)
Muestra	Porción extraída de un conjunto total o de una población con el fin de examen/ensayo, no necesariamente representativa del conjunto.
Oxidante	Un material que puede, generalmente por su contenido de oxígeno, causar la combustión de otros materiales.
Pirotecnia de consumo (pólvora menuda)	Son artificios destinados para la venta al público en general, y que están limitados en el contenido de composición química pirotécnica. Productos pirotécnicos que por sus características de fabricación no son para eventos profesionales, si no que se venden al menudeo.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 21 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

	Estos productos se clasifican en dos clases de lucería y explosivos.
Pólvora flash	La pólvora destellante o pólvora flash es una composición pirotécnica, una mezcla de oxidante y combustible metálico, que arde rápidamente y, si es confinada, produce un sonido fuerte. Se usa en fuegos artificiales. Algunas composiciones comunes son de perclorato o clorato de potasio y aluminio en polvo
Pólvora menuda lucería:	Productos pirotécnicos que, cuando se les da ignición, producen, al quemarse la pólvora, un efecto de luz blanca o de colores y no son explosivos; entre ellos se encuentran las luces de bengala, los volcanes, las mariposas, los yoyos y otros.
Pólvora menuda explosiva aérea:	Bombetas de doble trueno, crisantemos y otros, impulsados por una carga de pólvora negra, que explotan en el aire y forman luces de diferentes colores.
Pólvora negra:	Mezcla de compuestos a partir de nitrato de potasio, carbono y azufre.
Productos pirotécnicos:	Explosivos de manufactura comercial o artesanal que combinan la pólvora (combinación proporcional de nitrato de potasio, carbono y azufre) con otros elementos y compuestos químicos, a fin de producir una deflagración controlada, que no produzca daño alguno a bienes ni a personas, pero sí los efectos lumínicos y sonoros propios para actividades de diversión y esparcimiento.
Selección de muestra	Una práctica de seleccionar o escoger items para el ensayo, o porciones de items para el ensayo, basado en la formación, la experiencia y la competencia. En la selección de muestra, no hay asunción sobre la homogeneidad.
Sustitutos de pólvora negra	Formulación comercial de pólvora negra modificada la cual usa clorato o perclorato como agente oxidante, adicional al nitrato de potasio, o que puede utilizar otros combustibles como ácido ascórbico, benzoato de sodio o azúcar (entre otros), o una combinación de dichos oxidantes y combustibles.

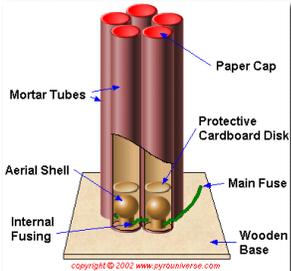
#### 14 Anexos

No. de Anexo	Nombre del Anexo
01	Cuadro I. Lista para la clasificación de los artificios de pirotecnia (con base en referencia 3.7)
02	Cuadro II. Composiciones pirotécnicas usuales en pólvora menuda y de espectáculos
03	Guía para la destrucción de material pirotécnico

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 22 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

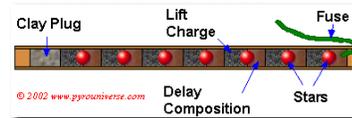
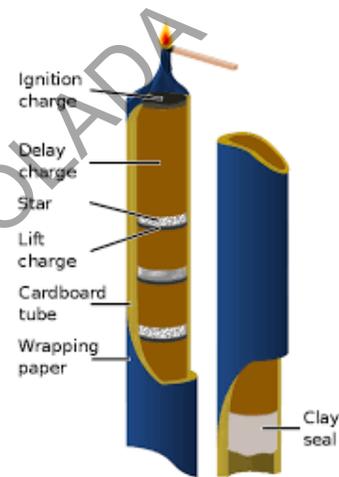
### Anexo Número 01.

**Cuadro I.** Lista para la clasificación de los artificios de pirotecnia (con base en referencia 3.7)

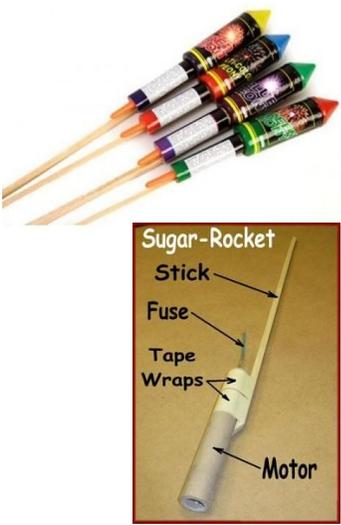
<i>Tipo</i>	<i>Comprende/ Sinónimo de:</i>	<i>Definición</i>	<i>Imagen ilustrativa</i>	<i>Clasificación</i>
Carcasa, esférica o cilíndrica	Carcasa aérea, carcasa color, carcasa trueno de aviso. ( <i>Shell. Banger</i> ).	Artefacto con o sin carga propulsora, con espoleta de retardo y carga explosiva, componente(s) pirotécnico(s) elemental(es) o composición pirotécnica libre diseñada para ser lanzada con mortero.		1.1G (trueno de aviso). 1.1G-1.4G en función de las dimensiones y la cantidad de carga pirotécnica
	Carcasa doble. ( <i>Double banger</i> )	Conjunto de dos o más cáscaras dobles esféricas en una misma envoltura propulsadas por la misma carga propulsora con mechas de encendido retardado externas e independientes.		
	Carcasa con mortero	Conjunto compuesto por una carcasa cilíndrica o esférica en el interior de un mortero desde el que se lanza la carcasa diseñada al efecto.		
Batería/ combinación	Conjunto de artefactos, artefactos híbridos, tubos múltiples, Queques. ( <i>Battery</i> )	Conjunto de varios artefactos pirotécnicos del mismo tipo o de tipos diferentes, correspondientes a alguno de los indicados en la presente tabla, con uno o dos puntos de inflamación.	 	El tipo de artefacto más peligroso determina la clasificación

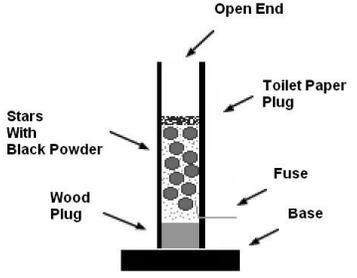
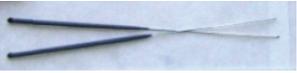
Candela  
romanaCandela  
exposición-  
exhibición,  
candela  
bombetas.

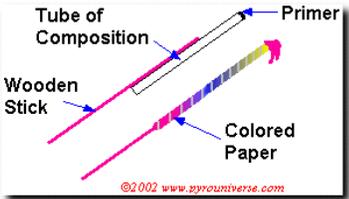
Tubo con una serie de  
componentes pirotécnicos  
elementales constituidos por una  
alternancia de composiciones  
pirotécnicas, cargas propulsoras  
y mechas de transmisión.



1.1G, 1.2G,  
1.3G, 1.4G en  
función del  
diámetro  
interno, si  
tiene o no  
composición  
flash y masa  
de la unidad  
pirotécnica. La  
mayoría de las  
candelas  
romanas que  
se  
comercializan  
para pólvora  
menuda son  
1.4G.

<p>Tubo un disparo</p>	<p>Candela un disparo, pequeño mortero precargado. (<i>Shot tube</i>)</p>	<p>Tubo con un componente pirotécnico elemental, constituido por una composición pirotécnica y una carga propulsora con o sin mecha de transmisión.</p>		<p>1.3G, 1.4G en función del diámetro interno, si tiene o no composición flash y masa de la unidad pirotécnica.</p>
<p>Volador o cohete</p>	<p>Volador avalancha, volador señal, volador silbador, volador botella, volador cielo, volador tipo misil, volador tablero. (<i>Rocket</i>).</p>	<p>Tubo con una composición pirotécnica y/o componentes pirotécnicos elementales, equipado con una o varias varillas u otro medio de estabilización de vuelo, diseñado para ser propulsado. Puede tener efecto silbador</p>	 	<p>1.3G, 1.4G en función de la cantidad de pólvora flash</p>

Surtidor	volcán suelo, volcán saco- bolsa, volcán cilíndrico, ( <i>Mine</i> )	Tubo con carga propulsora y componentes pirotécnicos, diseñado para ser colocado sobre el suelo o para fijarse en él. El efecto principal es la eyección de todos los componentes pirotécnicos en una sola explosión que produce en el aire efectos visuales y sonoros de gran dispersión.		1.1G, 1.3G, 1.4G en función del diámetro, composición detonante y de polvo suelto
Fuente	Volcanes, haces, cascadas, lanzas, fuegos de bengala, fuentes de destellos, fuentes cilíndricas, fuentes cónicas, antorcha iluminación. ( <i>Fountains</i> )	Envoltura no metálica, típicamente un cono de cartón, con una composición pirotécnica comprimida o compacta que produce destellos y llama.		1.3G, 1.4G en función de la cantidad de sustancia pirotécnica por artificio
Luces de bengala	Vela milagro, ( <i>sparkler</i> )	Alambres rígidos de metal parcialmente revestidos (en uno de los extremos) con una composición pirotécnica de combustión lenta.		1.3G, 1.4G en función del tipo (perclorato versus nitrato) y de la cantidad de ítems por paquete.

Bengala de palo	Bengalas de colores (de tubo). ( <i>Bengal stick</i> )	<p>Bastones de madera parcialmente revestidos (en uno de los extremos) con una composición pirotécnica de combustión lenta, y diseñado para ser sujetado con la mano. O bien bastones de madera provistos en uno de sus extremos de un cilindro colocado de forma paralela a la varilla de madera, conteniendo como relleno una composición pirotécnica de combustión lenta.</p>	  	1.3G, 1.4G en función del tipo (perclorato versus nitrato) y de la cantidad de ítems por paquete.
-----------------	--	--	---	---

Artificios pirotécnicos de bajo riesgo y novedades.

Espantasuegras (snap pops), lanzador de confeti y serpentinas. Bombas de humo. (Party popper, snap pops, Table bomb, Novelty matches)

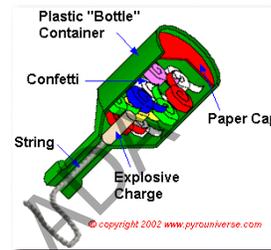
Dispositivo diseñado para producir efectos visibles y/o audibles muy limitados, con pequeñas cantidades de composición pirotécnica y/o explosiva.

Cualquiera de una gran cantidad de pequeños dispositivos de fuegos artificiales que están hechos para simular vehículos (por ejemplo automóviles, camiones, tanques, aviones y barcos), linternas y edificios. Estos dispositivos normalmente contienen fuentes pequeñas que accionan el dispositivo causando movimiento, simulando disparos de armas o edificios en llamas. Los dispositivos pueden disparar chispas, pequeñas estrellas o petardos, producir columnas de humo, girar sobre su eje o a veces volar en el aire.

Snap pop



Confetti Popper



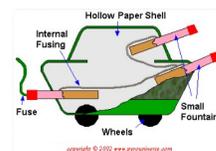
Poppers



Color smoke



Novelty firework



1.4G

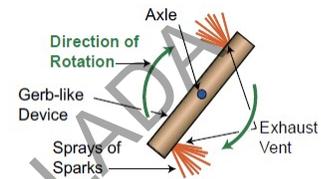
Mariposa	Mariposa aérea, helicóptero, torbellino, perseguidores, silbadores ( <i>Chasers,</i> <i>Spinner</i> )	<p>Tubo(s) no metálico(s) con una composición pirotécnica que produce gas o chispas, con o sin composición sonora y con o sin aletas</p> <p>Tubos o cohetes que emiten un sonido tipo silbido mientras vuelan o se proyectan. Contienen una composición pirotécnica empacada a presión dejando un espacio libre que funciona como cavidad resonante</p>	<p>Chaser</p>  <p>whistling chaser</p>  <p>Helicopter (aerial spinner)</p> 	1.3 G, 1.4 G en función del contenido de composición pirotécnica total, de la composición silbadora y de pólvora flash.
Ruedas	Ruedas Catherine, rueda Saxon. ( <i>Wheels</i> )	Conjunto que comprende dispositivos propulsores con una composición pirotécnica, dotado de medios para ser fijado a un eje de modo que pueda rotar	<p>Wheel</p>  	1.3 G, 1.4 G en función del contenido de composición pirotécnica total, de la composición silbadora.

Ruedas  
aéreasSaxon volador,  
OVNI y coronas  
volantes.  
(*aerial wheel*)

Tubos con cargas propulsoras y composiciones pirotécnicas que producen destellos y llamas y/o ruido, con los tubos fijos en un soporte en forma de anillo.



Saxon



1.3 G, 1.4 G  
en función del  
contenido de  
composición  
pirotécnica  
total, de la  
composición  
silbadora y de  
pólvora flash.

COPIA NO CONTROLADA

Petardos

Petardos,  
huevos de  
dragón, Pili  
crackers,  
triquitruques,  
bombetillas,  
triángulos  
(*crackers*)

Bombetillas de plástico, o papel  
de reducido tamaño (menor a 3  
cm de longitud típicamente) y  
escasa cantidad de material  
pirotécnico (menos de 1 g),  
provistos de mecha, destinados a  
producir un efecto sonoro.



1.4G

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 31 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

<p>Metrallas, Petardo celebración, petardo en rollo (tracas chinas), petardo cuerda celebración, fajas de triquitraques</p>	<p>Conjunto de cilindros (de papel) unidos por una mecha pirotécnica, en el que cada uno de los tubos está destinado a producir un efecto sonoro. Dimensiones típicas: largo 3 cm, diámetro 0,5 cm aproximadamente. A cada uno de los cilindros se les denomina triquitraques.</p>		<p>1.4G</p>
<p><i>Cuartos de dinamita, chirribones, etc.</i></p>	<p>Cilindro no metálico con una composición diseñada para producir un efecto sonoro, con explosión total de la masa. Dimensiones típicas: largo 8 cm-12 cm, diámetro 2 cm-4 cm, y cantidades de material pirotécnico superior a un gramo aproximadamente.</p>		<p>1.4G</p>

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 32 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

**Anexo Número 02.**

Cuadro II. Composiciones pirotécnicas usuales en pólvora menuda y de espectáculos

Nombre de la mezcla o producto pirotécnico	Composición	Elementos detectados en SEM-EDX	Algunos picos importantes en Infrarrojo*
Pólvora negra	Nitrato de potasio, carbón, azufre	K, N, C, O, S	Ver 1 al pie del cuadro
Pyrodex	Perclorato de potasio, nitrato de potasio, benzoato de sodio, azufre, carbón, dicianidamida	K, Cl, N, C, O, Na, S	Ver 1, 2, 3 al pie del cuadro
Pólvora flash	Perclorato de potasio, aluminio	K, Cl, O, Al	Ver 2 al pie del cuadro
Pólvora flash	Perclorato de potasio, magnesio	K, Cl, O, Mg	Ver 2 al pie del cuadro
Pólvora flash	Perclorato de potasio, magnalium, azufre	K, Cl, O, Mg, Al, S	Ver 2 al pie del cuadro
Pólvora flash con efecto de chispas blancas	Perclorato de potasio, titanio, dextrina	K, Cl, O, C, Ti	Ver 2 al pie del cuadro
Mezcla fotoflash	Perclorato de potasio, nitrato de bario, aluminio	K, Cl, O, Ba, N, Al	Ver 2, 4 al pie del cuadro
Pólvora flash	Nitrato de estroncio, magnesio	Sr, N, O, Mg	Ver 12 al pie del cuadro
Composición glitter (blanco)	Nitrato de potasio, azufre, carbón, aluminio, óxido de hierro, carbonato de bario, nitrato de bario	K, N, S, C, Al, Fe, Ba	Ver 1, 4, 13 al pie del cuadro
Composición con flash y sonido	Perclorato de potasio, sulfuro de antimonio, magnesio	K, Cl, O, S, Sb, Mg	Ver 2 al pie del cuadro

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 33 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

Composición silbador	Perclorato de potasio, benzoato de sodio	K, Cl, C, O, Na	Ver 2, 3 al pie del cuadro
Composición silbador	Clorato de potasio, benzoato de sodio	K, Cl, C, O, Na	Ver 5, 3 al pie del cuadro
Pólvora flash	Clorato de potasio, azufre, carbón, aluminio	K, Cl, C, O, S, Al	Ver 5 al pie del cuadro
Composición verde	Clorato de bario, carbonato de bario, carbón, dextrina, resina	Ba, Cl, O, C	Ver 13 al pie del cuadro
Composición verde	Perclorato de potasio, nitrato de bario, almidón	K, Cl, Ba, N, C, O	Ver 2, 4 al pie del cuadro
Composición roja	Nitrato de estroncio, magnesio, cloruro de polivinilo	Sr, N, O, Mg, Cl, C	Ver 12 al pie del cuadro
Luz roja	Clorato de potasio, carbonato de estroncio, shellac	Cl, K, O, Sr, C	Ver 5, 11 al pie del cuadro
Llama anaranjada	Nitrato de potasio, magnesio, carbonato de calcio	K, N, O, Mg, Ca, C	Ver 1, 6 al pie del cuadro
Unidad pirotécnica amarilla	Perclorato de potasio, oxalato de sodio, red gum, shellac, dextrina	K, Cl, O, C, Na	Ver 2 al pie del cuadro
Llama amarilla	Perclorato de potasio, criolita ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ), red gum	K, Cl, O, Na, Al, F	Ver 2 al pie del cuadro
Composición azul	Perclorato de potasio, cloruro de polivinilo, óxido de cobre, red gum, almidón	K, Cl, O, Cu, C	Ver 2, 8 al pie del cuadro
Composición violeta	Perclorato de potasio, cloruro de polivinilo, cobre metálico, red gum, carbonato de estroncio, almidón	K, Cl, O, Cu, C, Sr	Ver 2, 11 al pie del cuadro

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 34 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

Bomba de humo roja	Clorato de potasio, lactosa, colorante rojo	K, Cl, O, C	Ver 5 al pie del cuadro
Bomba de humo verde	Clorato de potasio, bicarbonato de sodio, azufre, colorante verde	K, Cl, O, Na, S	Ver 5 al pie del cuadro
Llama roja (fuente)	Nitrocelulosa, nitrato de estroncio	C, N, O, Sr	Ver 7, 12 al pie del cuadro

\*Bandas importantes en espectro FT-IR (ATR) en  $\text{cm}^{-1}$  (los valores expresados como ámbitos corresponden a los límites de confianza con  $\pm 3$  desviaciones estándar, a partir de los datos de la validación):

1. Nitrato de potasio: (821-827), (1343-1387), (1762-1764)
2. Perclorato de potasio: (617-628), (932-950), (1040-1088)
3. Benzoato de sodio: (679-680), (702-709), 819, 844, (1406-1407), (1534-1558), (1595-1596)
4. Nitrato de bario: (727-730), (809-824), (1305-1368), (1408-1416), (1774-1775)
5. Clorato de potasio: (483-489), (606-620), (920-942), (948-959)
6. Carbonato de calcio: 712, 871, 1405, 1795
7. Nitrocelulosa: 1650, 1279, 836, 746
8. Óxido de cobre: 598
9. Nitrato de sodio: 833, 1343, 1789
10. Clorato de sodio: 480, 621, 930, 958, 988
11. Carbonato de estroncio: 704, 858, 1435
12. Nitrato de estroncio: 735, 813, 1343, 1436
13. Carbonato de bario: 692, 855, 1059, 1410, 1750

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 35 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

### Anexo Número 03.

#### Guía para la destrucción de material pirotécnico

##### A. Coordinaciones previas

- Coordinar con la Unidad Especial de Intervención (U.E.I.) del Ministerio de la Presidencia, con la antelación razonable, la participación de su personal en las destrucciones del material pirotécnico por combustión.
- Coordinar la destrucción de material pirotécnico por combustión con la Regencia Química del Poder judicial, con notificación a la Oficina de Salud Ocupacional y a la oficina regional del Ministerio de Salud que corresponda (e.g. Regional de Belén Flores, cuando la destrucción se realice en la Ciudad Judicial de San Joaquín de Flores).
- Gestionar ante la Unidad Administrativa Regional correspondiente, con la anterioridad requerida, cuando la destrucción del material pirotécnico por combustión se lleve a cabo en la Ciudad Judicial Forense, la asignación de un lugar con acceso restringido, a fin de cuidar la integridad de los servidores judiciales y usuarios que puedan encontrarse en el lugar efectuando alguna labor o diligencia cuando se realice la destrucción del material explosivo.
- Gestionar con la premura necesaria, la asignación de un medio de transporte adecuado para el traslado de esos bienes desde el lugar donde se encuentran almacenados hasta el lugar designado para la quema o neutralización de los explosivos, así como los demás recursos humanos y materiales necesarios para llevar a buen fin el proceso de cita, a saber: la comunicación a los oficiales de seguridad para que prohíban el acceso al área de trabajo, cintas de advertencia que eviten el acercamiento injustificado de personas ajenas a la destrucción, herramientas requeridas (tijeras, cutters, etc.), fuente de ignición (encendedor, fósforos, mecha lenta, etc.), material acelerante.
- Es obligatorio contar en el lugar de la destrucción con extintores contra incendios adecuados para fuego pirotécnico, deben estar ubicados en lugares estratégicos para su fácil acceso y manipulación. La cantidad mínima debe ser de dos extintores.
- Enviar al menos con 8 días hábiles de anticipación, a la Auditoría Judicial la comunicación de la fecha de destrucción conjuntamente con el Acta de Destrucción, según lo especificado en el Manual para la Destrucción de Bienes Institucionales y Decomisados del Poder Judicial, por parte del encargado de la destrucción. Dicha Auditoría valorará el riesgo implícito en la ejecución del proceso, para establecer la conveniencia de realizar la fiscalización. Al margen de lo anterior, la unidad encargada de la custodia del material a destruir llevará a cabo la destrucción el día y hora programada, con los correspondientes testigos.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 36 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

#### B. Gestión administrativa previa a la destrucción

- Para poder llevar acabo la destrucción, si la misma no se realiza por medio del SADCF se debe elaborar un Acta de Destrucción, la cual deberá contener al menos los siguientes aspectos:
  - Número consecutivo del Acta y fecha de confección.
  - Fecha de inicio de acumulación de los indicios seleccionados y la fecha de su destrucción.
  - Número de causa (número único) y Autoridad Judicial que solicitó el análisis.
  - Número y fecha de la resolución u oficio del Fiscal o Juez a cargo que ordena o autoriza la destrucción.
  - Descripción de los bienes a destruir, dentro de lo cual debe indicarse la cantidad de cada objeto, características del bien, estado del bien, causa a la que corresponde.
  - Nombre completo, firma y lugar de procedencia de TODOS los presentes en la destrucción.
  - Lugar en el que se lleva a cabo la destrucción.
  - Hora de inicio de la destrucción.
  - Hora de finalización de la destrucción.
  - Cualquier otra observación que sea necesaria para que quede constancia del acto ejecutado.
- Si se destruye por medio del SADCF, el acta del SADCF es válida para la destrucción.

#### C. Proceso de destrucción en el campo

- Trasladar hacia el sitio donde se llevará a cabo el procedimiento, los materiales pirotécnicos a destruir en un automotor de cajón cerrado (camión) o cubierto en su parte posterior con un manteado si es de cajón abierto (pick-up). Lo anterior con el fin de evitar riesgos de fuego involuntario por agentes externos que puedan ser fuente de ignición.
- Embalar el material a destruir en cajas de cartón y/o bolsas de plástico adecuadas a fin de evitar fugas y garantizar su aislamiento, manteniendo tales condiciones hasta el lugar donde está prevista su destrucción.
- Evitar durante la carga y descarga, los productos pirotécnicos en general golpeados ni friccionados a fin de evadir su activación o combustión espontánea. Durante el traslado se deben cuidar vibraciones bruscas. El vehículo que transportará los productos o insumos a destruir, estará provisto de por lo menos dos extintores de fuego (con dióxido de carbono o polvo químico); asimismo, sólo irá el conductor acompañado de un responsable de la custodia del material a destruir; en un vehículo aparte irán las demás personas que deben estar presentes en la destrucción.
- Los puntos anteriores de este apartado no aplican para la neutralización independiente de espantasuegras, mismos que serán trasladados dentro de sus cajas originales.
- Toda destrucción de material por combustión será efectuada por personal de la U.E.I del Ministerio de la Presidencia, los peritos, técnicos, fiscales u otros funcionarios del Poder Judicial encargados de custodiar el material a destruir, previa coordinación con la Regencia

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 37 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

Química del Departamento de Ciencias Forenses. El proceso de destrucción podrá ser supervisado por la Auditoría Judicial y personal de la Unidad de Salud Ocupacional y del Ministerio de Salud de la localidad, a quienes se les debe notificar con antelación de la realización de la actividad, como ya se indicó.

- Elegir un lugar apropiado para la destrucción, el cual debe ser abierto, extenso, libre de maleza, alejado de zonas pobladas, fábricas, centros educativos, estaciones de combustibles, cables de alta tensión u otros locales de riesgo.
- Las personas encargadas de la destrucción deberán aislar o delimitar convenientemente el área de seguridad con cinta roja, antes de iniciar la destrucción de los productos pirotécnicos, asimismo mantener la delimitación durante y después de culminado el proceso de destrucción.
- Queda prohibido que personas no autorizadas estén presentes en el lugar de la destrucción cuando se realiza la misma.
- Antes de iniciar la destrucción, el personal especializado, tendrá en cuenta las condiciones meteorológicas, que de no ser favorables se suspenderá el procedimiento.
- Antes de iniciar, debe corroborarse la correcta ubicación del personal presente, así como los vehículos, los cuales deberán estar a una distancia no menor a 200 metros del sitio de destrucción.
- Por cada lote de destrucción se dispondrá de no más de veinte kilogramos aproximadamente o del material el equivalente a la carga aproximada de dos bolsas de 70 cm x 90 cm para almacenaje de indicios.
- Para evitar la proyección no controlada de cohetes o bombetas, previamente deberán separarse la carga propulsora de la carga pirotécnica de color o sonido, así como, de las guías de dirección, morteros o varillas si las tuviese. La cantidad del explosivo y especialmente las dimensiones del cartucho juegan un papel importante en la seguridad del proceso de destrucción, por lo que cartuchos tipo cuarto de dinamita (de 10 cm de longitud por 2 cm de diámetro, aproximadamente) o de dimensiones superiores, así como baterías de bombetas, deben ser desmantelados previamente, utilizando las correspondientes herramientas antichispa. Nunca deben quemarse las sustancias explosivas en sus cajas o bolsas de almacenaje, ya que hay que evitar el confinamiento, pues éste aumenta la probabilidad de explosión. Para coadyuvar a la combustión, podrá utilizarse algún hidrocarburo como acelerante.
- Para realizar la quema se dispondrá de un encierro (Fotografía N.º 1) de 1 m de alto x 1 m de ancho x 2 m de largo aproximadamente, cuya estructura sea de metal con paredes hechas con una malla o cedazo fino pero resistente. Una de las paredes laterales deberá tener una compuerta para introducir el material que será destruido; la parte inferior del encierro no tendrá malla, de modo que el piso sobre el cual se realizará la quema será el mismo suelo. El personal de la Unidad de Pólvora y Explosivos en conjunto con el de la Unidad Especial de Intervención deberán definir las praxis para la combustión del material

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 01	PAGINA: 38 de 38
PROCEDIMIENTO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ARTIFICIOS PIROTÉCNICOS DECOMISADOS	P-DCF-ECT-FIS-50	

pirotécnico, a fin de minimizar los riesgos; en general deben tomarse como mínimo las siguientes medidas de seguridad:

- La utilización obligatoria de cajas de malla metálica (encierro) para el confinamiento del material a destruir.
- Limitar las cantidades de material a destruir entre tandas.
- Es obligatorio contar en el lugar de la destrucción con extintores contra incendios adecuados para fuego pirotécnico.
- Debe evitarse la realización de mezclas de materiales distintos en una misma quema, principalmente de aquellas cargas con mayor poder explosivo como las provenientes de artificios como bombetas doble o triple trueno, petardos tipo cuarto de dinamita, chirribones, etc.
- Debe prestarse atención a aquellos factores que aumentan el riesgo de transiciones de las deflagraciones a las detonaciones.



Fotografía N.º 1. Panorámica del encierro utilizado para la destrucción de material pirotécnico. El encierro mide 1,22 m de alto x 1,22 m de ancho x 2,44 m de largo. La estructura posee unas patas que se incrustan en el terreno preparado en concreto donde se realizarán las destrucciones en la Ciudad Judicial de San Joaquín de Flores.

- Al término de cada tanda de destrucción se verificará que la totalidad de los productos pirotécnicos hayan sido destruidos, antes de iniciar la destrucción de los productos restantes. Se continuarán las tandas de destrucción hasta completar la totalidad del material a destruir.
- Al finalizar la destrucción, se esperará un tiempo prudencial antes de aplicar el agente extintor sobre el sitio donde fue realizada la quema.
- El material ya quemado (basura) deberá, de permitirlo el lugar, ser enterrado o en su defecto recogido y trasladado a un relleno sanitario. Esto con el fin de ayudar a la preservación del ambiente.