ESTUDIO DE PERDIGÓN

INFORME FINAL

(UTO)

15/11/2019

Elaborado por:

Dr. Patricio Jorquera E.

Dr. Ing. Rodrigo Palma H.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

FCFM

UNIVERSIDAD de CHILE

INFORME UTO
ESTUDIO DE PERDIGÓN

1. ALCANCE

A solicitud de la Unidad de Trauma Ocular del Hospital El Salvador ha solicitado un análisis para determinar la composición de proyectiles (balines) utilizados por la policía y que "ha provocado traumas severos en un elevado número de casos y causa ceguera en una alarmante proporción de estos".

2. OBJETIVOS

Los objetivos del estudio se resumen en los siguientes puntos:

i. Caracterizar los proyectiles utilizados por la policía, para verificar si corresponden a algún tipo de proyectil no letal,
ii. Identificar los materiales componentes de los proyectiles no letales, tomados de víctimas de dichos proyectiles,
iii. Verificar si se trata de balines de caucho, proyectil anti-disturbio, según información indicada por la policía.

3. ANTECEDENTES

Para el desarrollo del trabajo se tuvieron a la vista los antecedentes que se indican a continuación:

3.1 Normas y Reglamentos

i. Circular Núm. 1.832.- Santiago, 1 de marzo de 2019. Uso de la fuerza: actualiza instrucciones al respecto. Ministerio del Interior y Seguridad Pública
ii. Orden General Nº 2635.- Santiago, 1 marzo 2019. Protocolos para el mantenimiento del orden público: aprueba nuevo texto y deroga normativa que indica.

3.2 Documentos técnicos consultados

iii. Rodríguez, A. *et als.*, INFORME UNIDAD DE TRAUMA OCULAR CONTINGENCIA 2019 FINAL.
iv. Thermal.

4. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para el estudio consistió en caracterizar la muestra de perdigón, realizando análisis y ensayos pertinentes para identificar los materiales componentes de dicha muestra.

Las actividades son las que se detallan a continuación.

4.1 Estado del Arte

Se toma como base el documento INFORME UNIDAD DE TRAUMA OCULAR CONTINGENCIA 2019 FINAL y los documentos y papers allí citados.

En particular, de acuerdo a lo informado en página 10 del documento, corresponde analizar la muestra para “dilucidar su exacta composición”. Se señalan 2 aspectos que llaman la atención, primero es el daño mayor que provocan estos proyectiles o balines, y por otra parte que, en la tomografía se observa una imagen que impide el paso de la radiación, por lo que en el informe indica “que al TC se observa como un objeto metálico y no de goma”.

Así, se verificará la nomenclatura utilizada para este tipo de proyectiles y se revisará si existe alguna información o requisito de la composición para este tipo de “proyectiles no letales”.

4.2 Muestra

Se recibieron 2 muestras de proyectiles, cuya foto aparece a continuación. De acuerdo a lo informado por los médicos, se habrían obtenido de pacientes afectados por impacto de dichos proyectiles durante las manifestaciones. En algunas ocasiones, el proyectil impacta y no penetra profundamente en el cuerpo de la víctima, por lo que pueden ser retirados y por lo tanto recogidos, como estos casos, para el análisis en estudio.

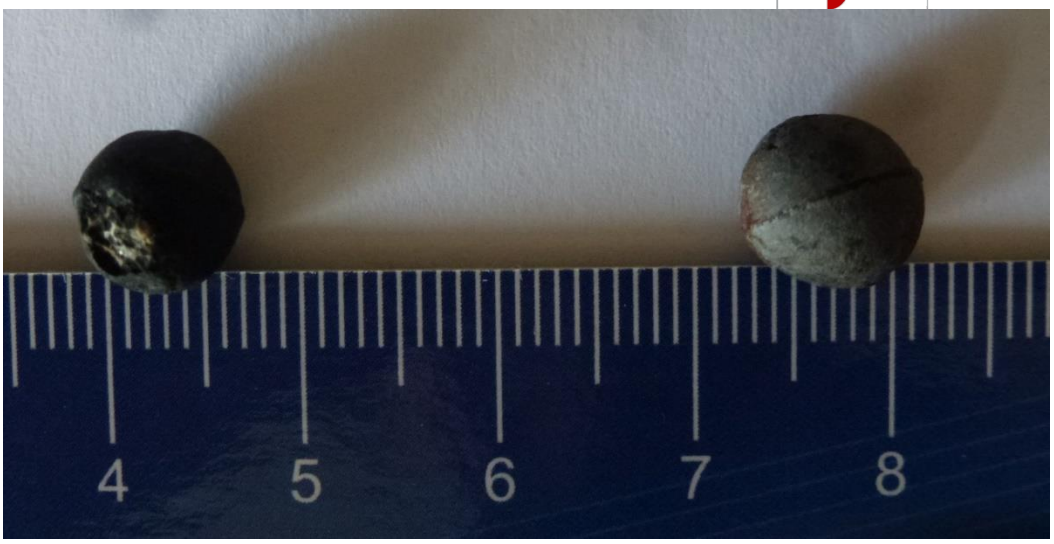


Figura 1. Fotografía de muestras recibidas.

Se observa que son esféricas, de un diámetro del orden de los 8 mm.

4.3 Ensayos y Análisis

Se realizan los análisis básicos de determinación de la materia prima, tales como densidad, contenido de cargas, análisis de espectroscopía FTIR, análisis térmico diferencial de barrido DSC, microscopía SEM.

5. DESARROLLO

5.1 Introducción

Con el objetivo de conocer el uso y definición de este tipo de proyectiles se revisaron los documentos citados en numeral 3, en particular la Circular 1.832 “Uso de la fuerza: actualiza instrucciones al respecto”, del Ministerio del Interior y Seguridad Pública, emitido en marzo de 2019; y la Orden General Nº 2635 “Protocolos para el mantenimiento del orden público”, también de marzo 2019 y que recopila diversos documentos relacionados con el uso de la fuerza para mantener el orden público.

Con respecto a los proyectiles en estudio se indican como munición no letal, utilizada por medio de escopetas antidisturbios. En el documento se señala el uso acotado de dichos proyectiles, como se muestra en la figura siguiente, extracto de la tabla del documento.

EMPLEO DE ESCOPETA ANTIDISTURBIOS (MUNICIÓN NO LETAL).		
ASPECTOS GENERALES	**1**	El empleo de la escopeta antidisturbios deberá ser consecuencia de una aplicación necesaria, legal, proporcional y progresiva de los medios, cuando el efecto de otros elementos tales como agua, humo, gases y otros resulten insuficientes o el nivel de agresividad haga aconsejable su utilización para evitar un mal mayor en donde esté en riesgo la integridad física de los transeúntes, manifestantes o Carabineros. Conforme a la Circular N° 1832 , de fecha 01 de marzo del año 2019, el uso de la escopeta antidisturbios corresponde a los niveles 4 y 5, "Agresión Activa" y "Agresión Activa Potencialmente Letal", la cual tiene directa relación con el uso de la fuerza autorizada.
	2	El usuario debidamente calificado, quien deberá contar con la correspondiente certificación al día, verificará que el tipo de cartuchos a utilizar sean los que correspondan para el uso antidisturbios, tanto en la parte legal como reglamentaria, debiendo tener tipos de munición no letal, tales como perdigones de goma, *super-sock*. Asimismo, será él quien deberá utilizar, manipular, cargar y descargar dicho armamento.
	3	Se deberá considerar en todo momento por parte del usuario aspectos como la distancia entre el tirador y la muchedumbre, las características del lugar (abiertos, cerrados, pasajes, calles, etc.), o si en la muchedumbre se encuentran participando niños, niñas o adolescentes, mujeres embarazadas, adultos mayores, personas con capacidades diferentes o con notorios problemas de salud, lo anterior con la finalidad de evaluar el tipo de munición a utilizar o la conveniencia de su uso.
	4	En el evento que se tomara conocimiento de haber ocasionado una lesión a una persona, se procederá lo antes posible a prestar asistencia al afectado, dar cuenta al Mando y adoptar el procedimiento policial correspondiente, incluyendo, si procediere, la detención del causante de las lesiones, haciendo la respectiva lectura de derechos.

Figura 1. Uso de escopeta antidisturbios con munición no letal

En el Anexo 2, en 6.2 de la circular 1835 se indican los tipos de proyectiles a utilizar. En el caso de los "dispositivos, armas y/o municiones no letales o menos letales" se señala para la "escopeta antidisturbios con munición no letal", dos tipos de municiones: "cartucho de impacto (super sock) o similar" y "cartucho con perdigón de goma".

El extracto de la tabla se muestra a continuación.

1°	**DISPOSITIVOS, ARMAS Y/O MUNICIONES NO LETALES O MENOS LETALES**		(MÁXIMO 2%)
		GAS CS (LACRIMÓGENO)	DISTURBIOS Y CONTROL DE MUCHEDUMBRES
		DISPOSITIVOS DE INMOVILIZACIÓN O INCAPACITACIÓN TEMPORAL: -PISTOLA TASER -GRANADA LUZ-RUIDO -OTROS DISPOSITIVOS NO LETALES	NEUTRALIZACIÓN DIRECTA DE UN INDIVIDUO VIOLENTO OPERACIONES DE INGRESO Y REGISTRO DE UNIDADES ESPECIALES
		ESCOPETA ANTIDISTURBIOS CON MUNICIÓN NO LETAL: -CARTUCHO DE IMPACTO (SUPER SOCK) O SIMILAR -CARTUCHO CON PERDIGÓN DE GOMA	CONTROL DE MUCHEDUMBRES E INDIVIDUOS VIOLENTOS
		CARABINA LANZA GASES	DISTURBIOS Y CONTROL DE MUCHEDUMBRES VIOLENTAS

Figura 2. Municiones “no letales o menos letales” a utilizar

Finalmente, en el Anexo, 2, en numeral 6.2 se presenta un glosario de términos, en que aparece la definición de ambas municiones. Dice lo siguiente:

“CARTUCHO 12MM. PERDIGÓN DE GOMA: Cartucho calibre 12 mm. el cual mantiene como proyectil 12 postas de goma endurecida, de material de caucho, el cual es de carácter no letal”

“CARTUCHO 12MM SÚPER-SOCK: Es un Cartucho de calibre 12mm., modelo 2581, de impacto no letal, que se compone por un saquete o bolso, una tapa de cartón del plano de boca y una vaina, que según sus datos técnicos del cartucho, el alcance efectivo es de 25 metros, el cual contiene plomo envuelto en una malla balística de kevlar”

5.2 TIPOS de ANALISIS

Se realizaron varios ensayos, enumerados a continuación, para caracterizar el material de los perdigones.

5.2.1 Densidad

La densidad se determinó por método gravimétrico siguiendo la norma ASTM D792.

Se determinó la masa en balanza Mettler Toledo, de sensibilidad 0,01 mg y posteriormente se midió la densidad.

Se obtuvieron los siguientes resultados: m = 734,4 mg

$\rho = 2{,}517\ g/cm^3$

5.2.2 Dureza Shore

Se midió la dureza en equipo durómetro Shore A.

El valor de dureza Shore A es 96,5

5.2.3 Comportamiento térmico (DSC)

Se utilizó un equipo DSC823e Mettler Toledo.

La figura siguiente muestra el termograma de la muestra ensayada.

Se observa el inicio de la oxidación del caucho a alrededor de los 150 °C.

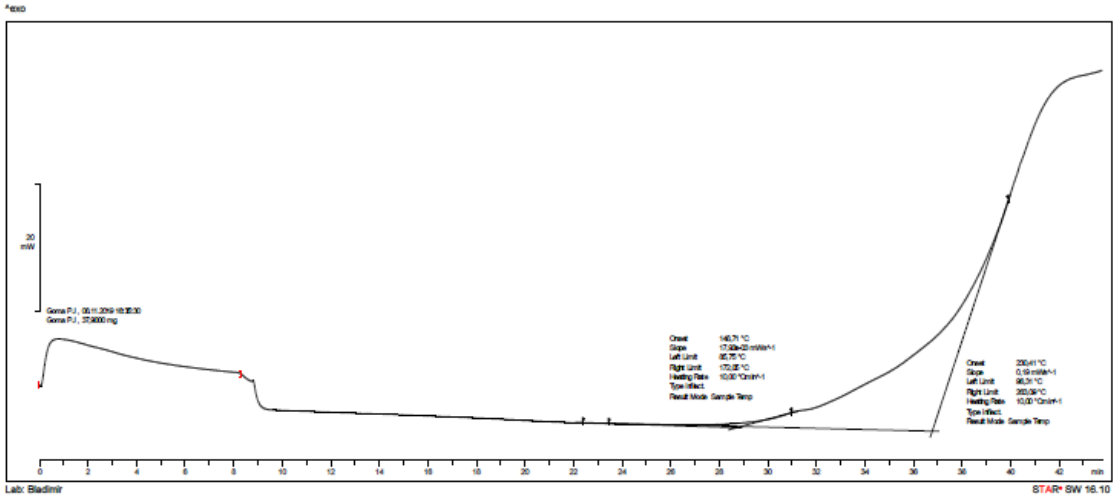


Figura 3. Termograma de -50 °C a 300 °C

5.2.4 Contenido de carga

Mediante calcinación de una muestra, el caucho se pierde y sólo quedan los compuestos extraños, en particular metales o cerámicas.

Se toma una muestra, se pesa, luego se calcina a 600°C y las cenizas que quedan en el crisol se pesan y se obtiene el porcentaje de material que no corresponde a caucho.

El material restante después de calcinación, se puede observar en la figura 4.

Figura 4. Muestras después de calcinación

El contenido de carga encontrado es de 80%.

5.2.5 FTIR

Se realiza análisis infrarrojo a la muestra de perdigón. La figura 5 muestra el espectro obtenido.

Se observan bandas diversas, sin un patrón típico de cauchos u otros polímeros. Probablemente, por la cantidad de compuestos, existe superposición de bandas.

Sin embargo, es posible distinguir dos bandas cercanas a las 1500 cm^{-1}, que aparecen en los cauchos.

La banda próxima a los 450 cm^{-1}, sugiere la presencia de plomo (Pb).

Las bandas entre 9900 cm^{-1} y 1000 cm^{-1} sugieren la presencia de óxido de silicio (SiO_2), sílice.

Se observan algunas bandas en la zona de los 600 cm^{-1}, zona de los sulfatos (SO_4^{-2}).

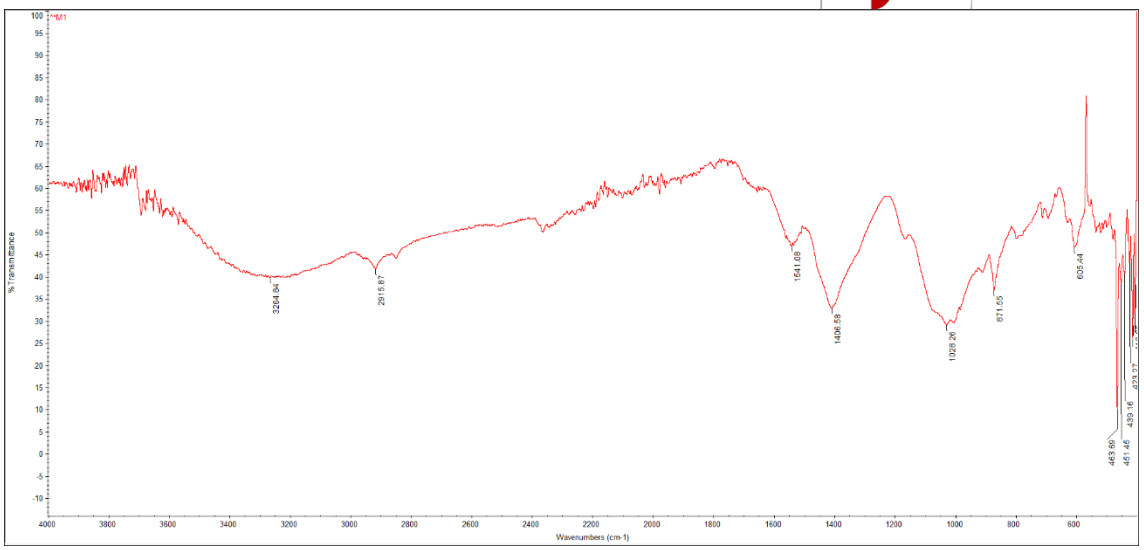


Figura 5. FTIR muestra de perdigón

También se realiza el análisis a una muestra de la ceniza (cargas) obtenida por calcinación del perdigón.

La figura 6 muestra el espectro obtenido.

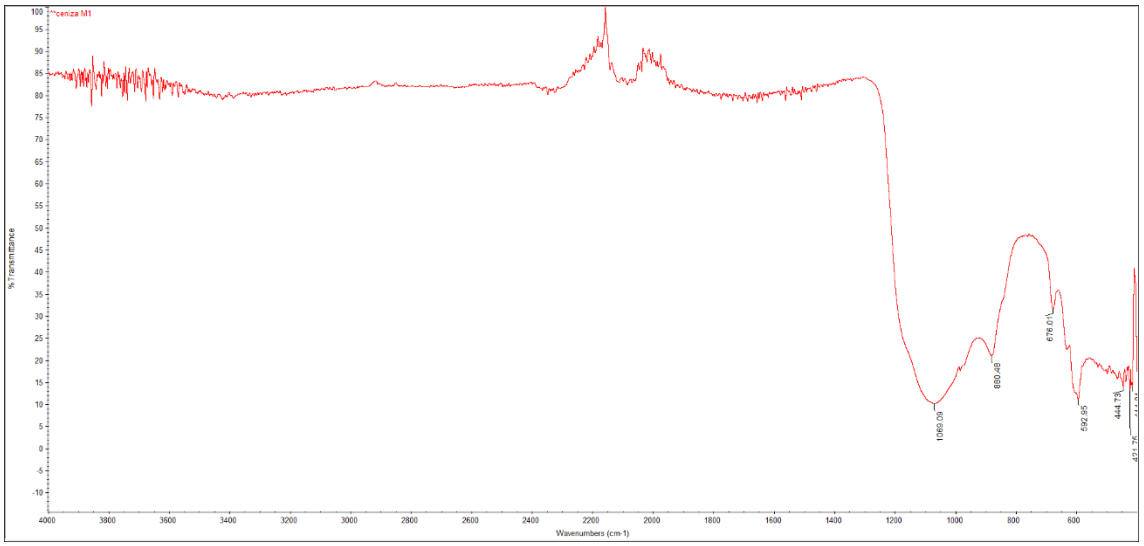


Figura 6. FTIR muestra de ceniza

En este espectro se presentan más marcadas las bandas correspondientes a la sílice. También, se presentan las bandas del plomo (Pb) y de los sulfatos.

No se observan bandas asociadas a cauchos u otros polímeros.

5.2.6 Microscopía óptica

Se toma una micrografía a 4x de aumento de la muestra. La figura 7

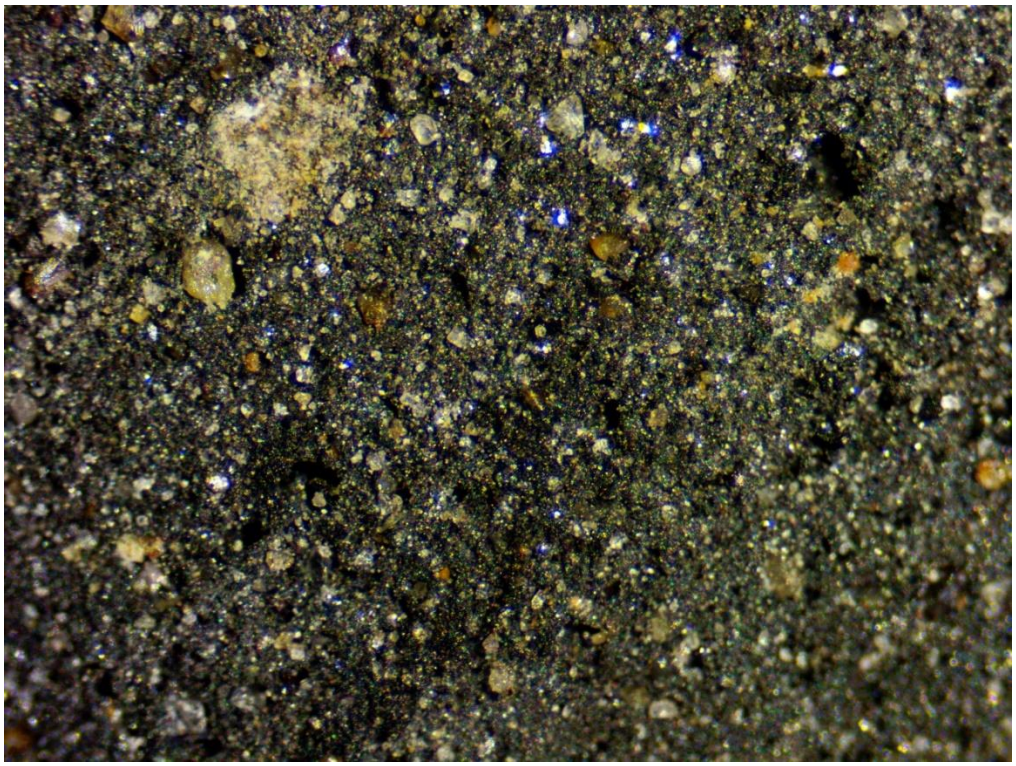


Figura 7. Muestra a 4x de aumento

Se puede observar gran cantidad de partículas, de diferentes tamaños y formas.

También se toma una micrografía de la muestra después de calcinación. Se utiliza un aumento de 10x.

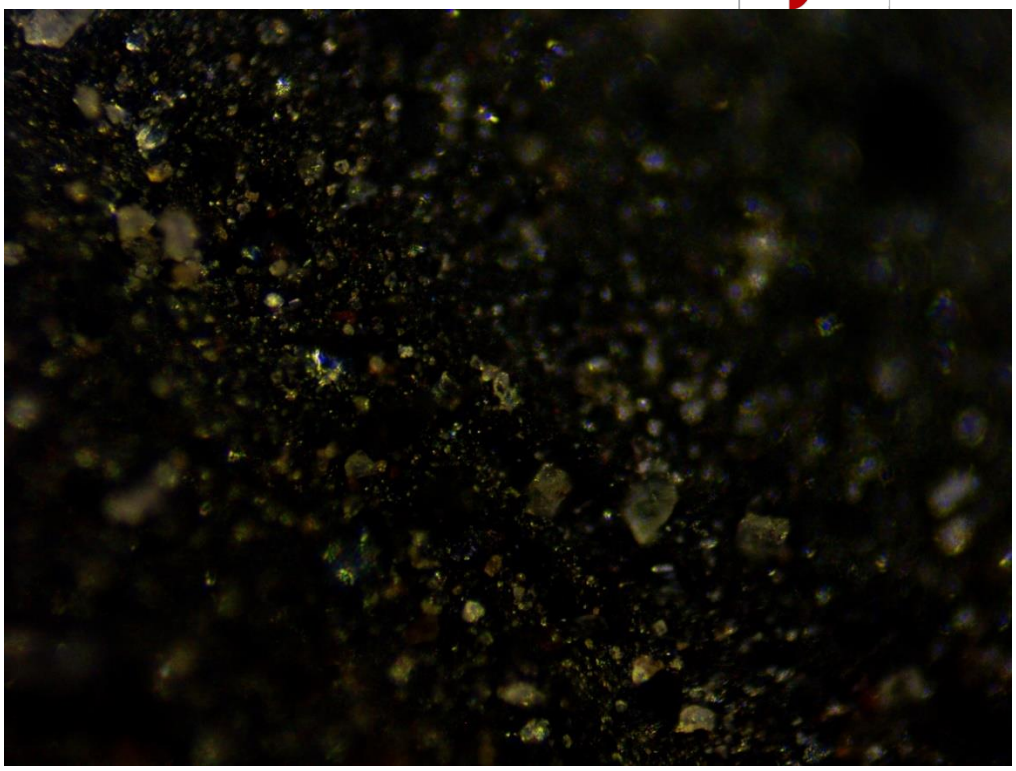


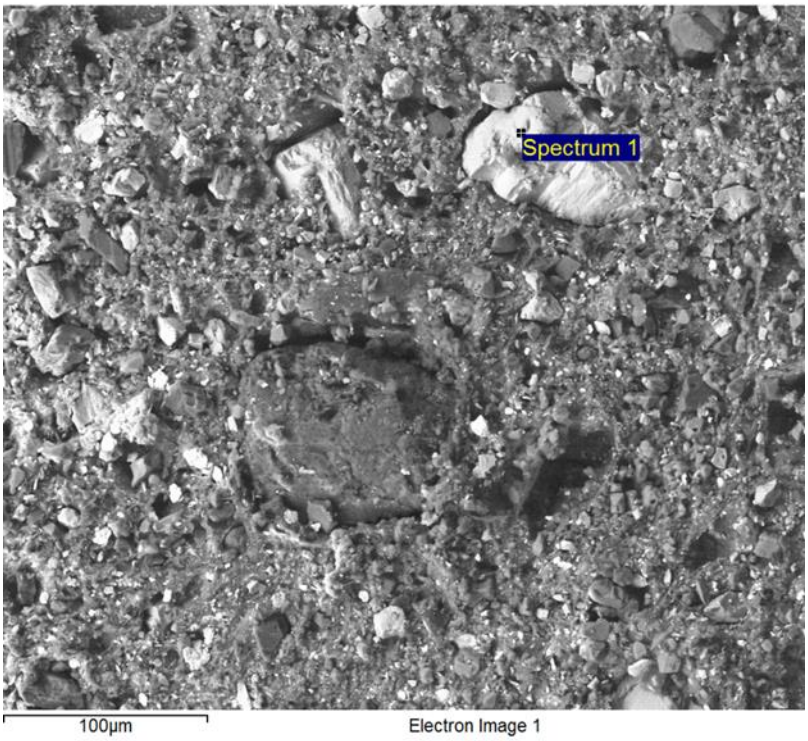
Figura 8. Muestra calcinada, a 10x de aumento

En este caso, también se observa gran cantidad de partículas, de diferentes tamaños, formas y brillos.

Mediante SEM se podrá determinar los elementos y compuestos principales de dichas partículas.

5.2.7 SEM

Se utilizó un microscopio electrónico SEM, a aumento de 12000 x. Se realizaron varias microscopías, analizando algunos de los compuestos que presenta la muestra.



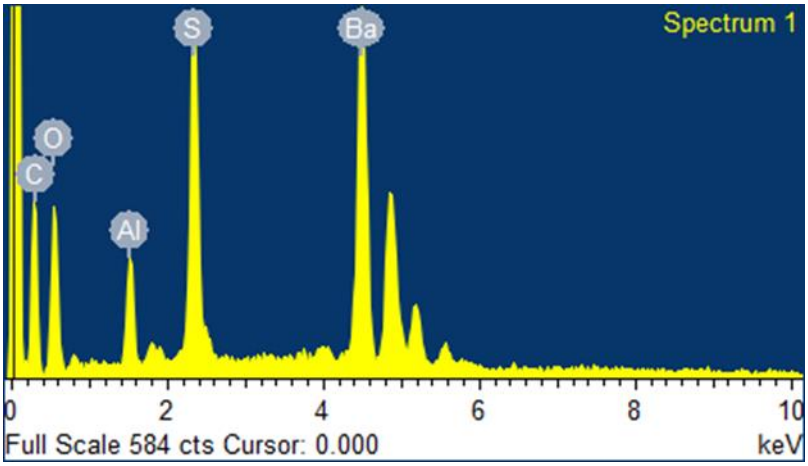
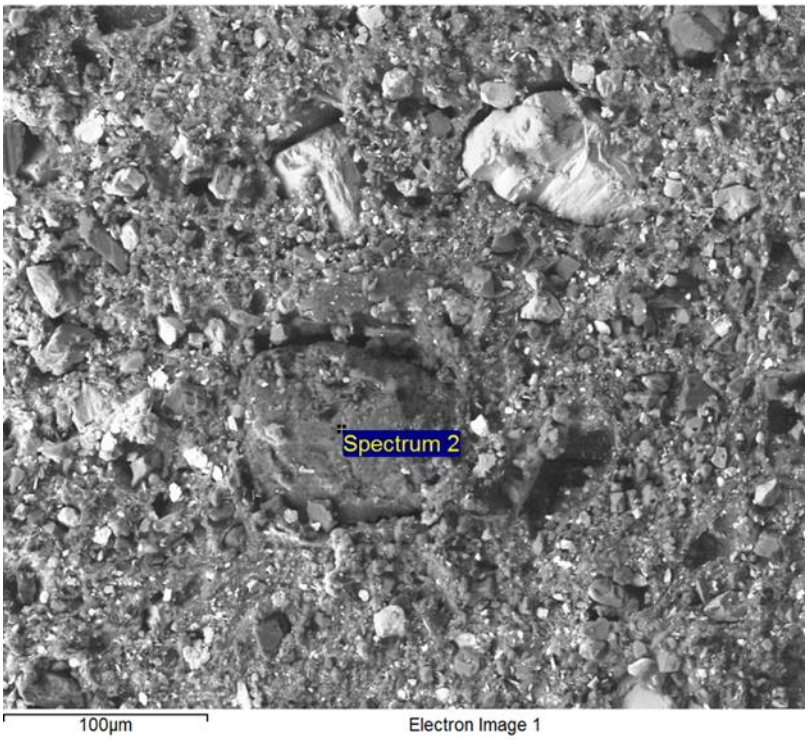


Figura 9. SEM de muestra

La partícula analizada (spectrum1, en la parte superior de la figura) muestra presencia de Ba, S, Al, C, O. Muy probablemente se trata de sulfato de bario ($BaSO_4$).



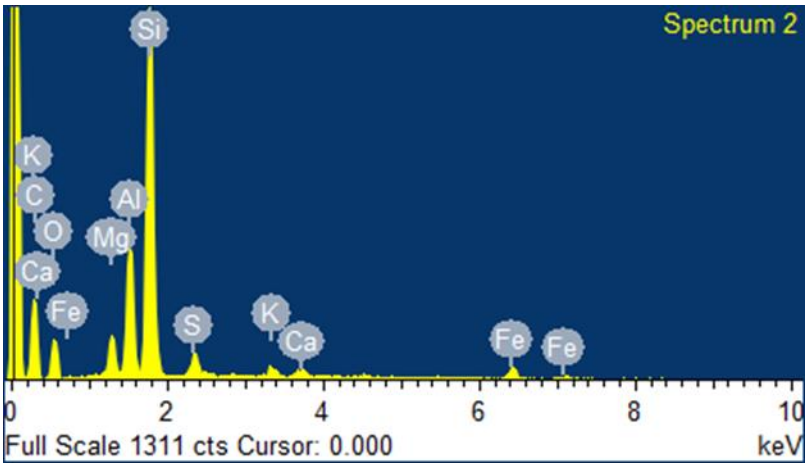
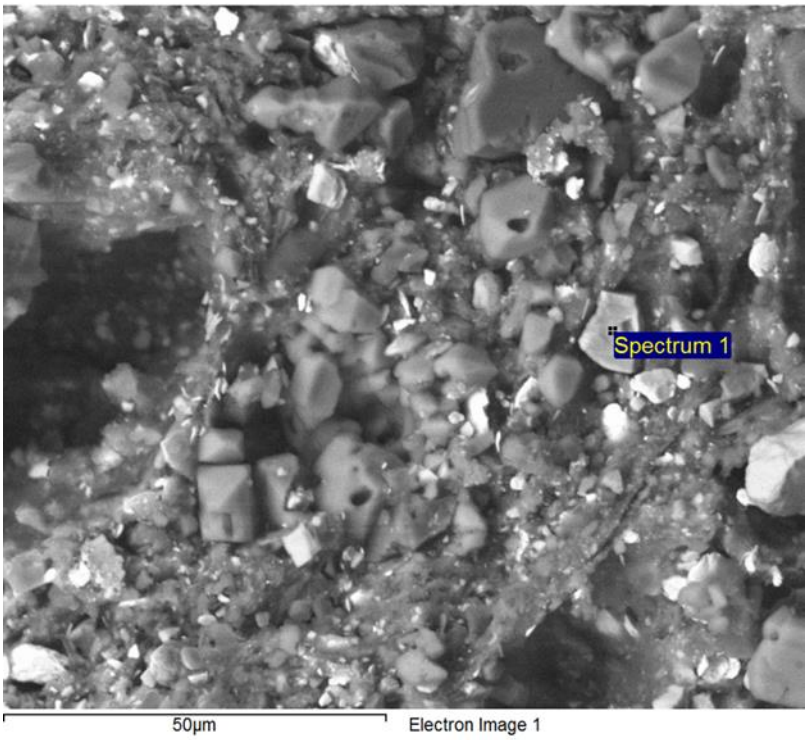


Figura 10. SEM de muestra

La partícula analizada (spectrum2, en la parte superior de la figura 10) muestra presencia principal de Si, K, Al, Mg, O. Corresponde principalmente a sílice (SiO_2).

Las impurezas de Fe, Ca, Mg, pueden provenir del tipo de sílice.



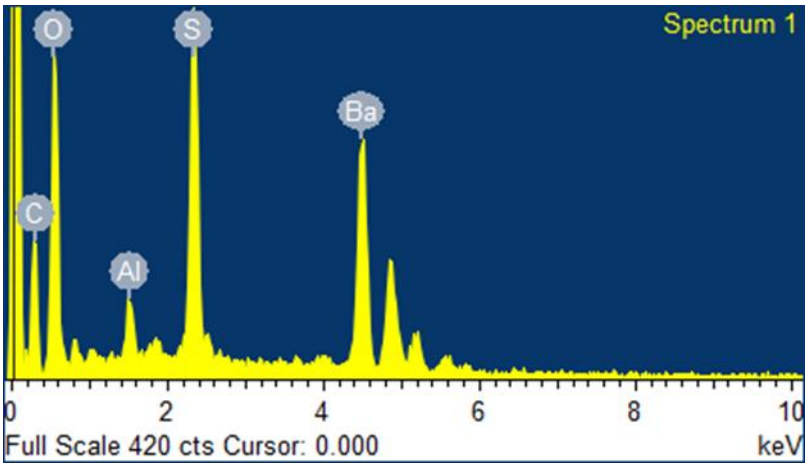
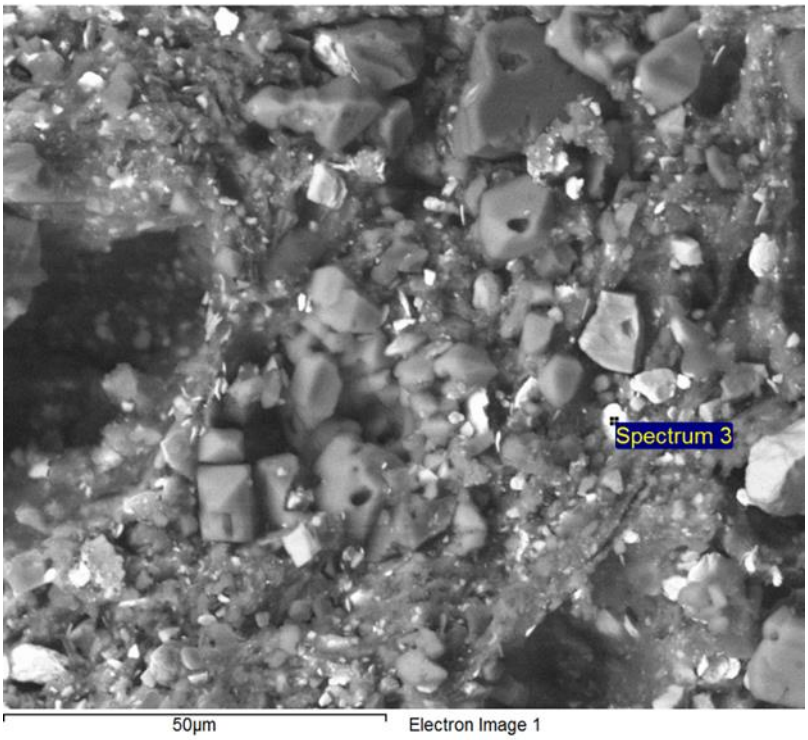


Figura 11. SEM de muestra

La partícula analizada (spectrum1, en la parte superior de la figura) muestra presencia de Ba, S, Al, C, O. La partícula analizada corresponde a sulfato de bario ($BaSO_4$).



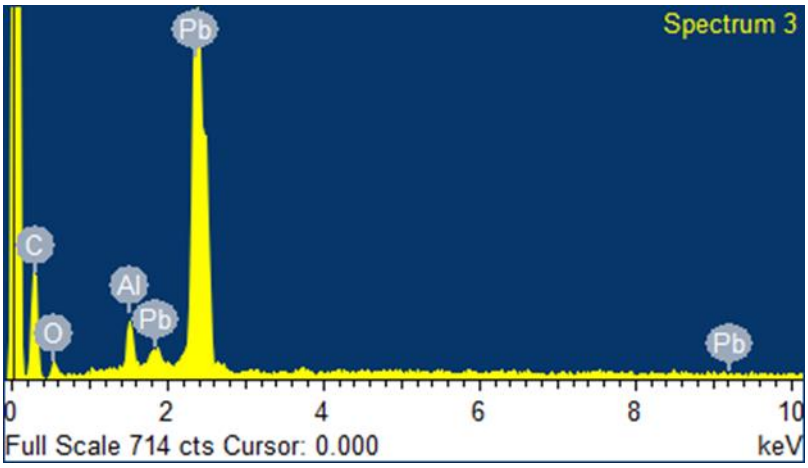
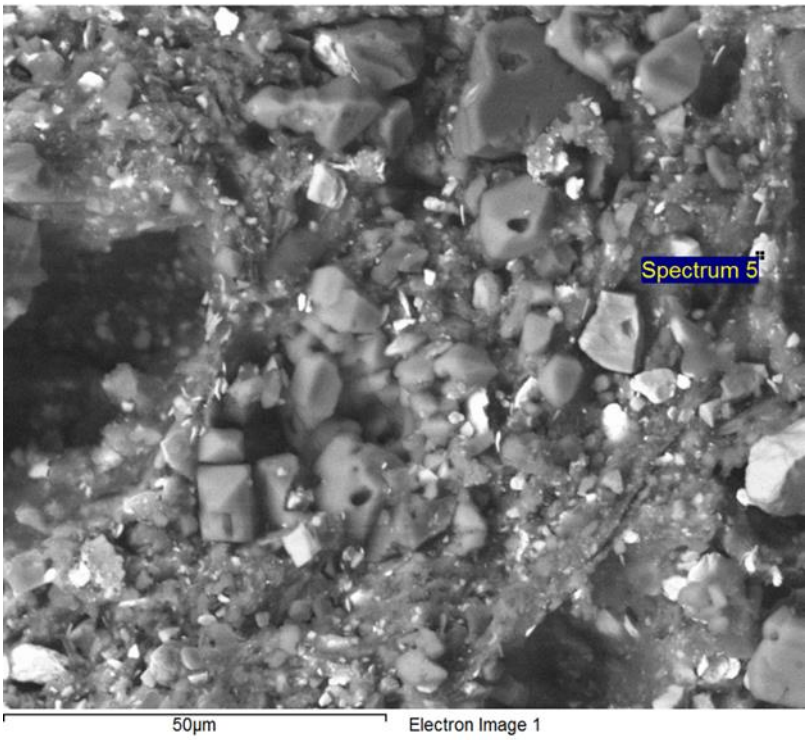


Figura 12. SEM de muestra

La partícula analizada (spectrum3, en la parte superior de la figura) muestra presencia importante de plomo, Pb.



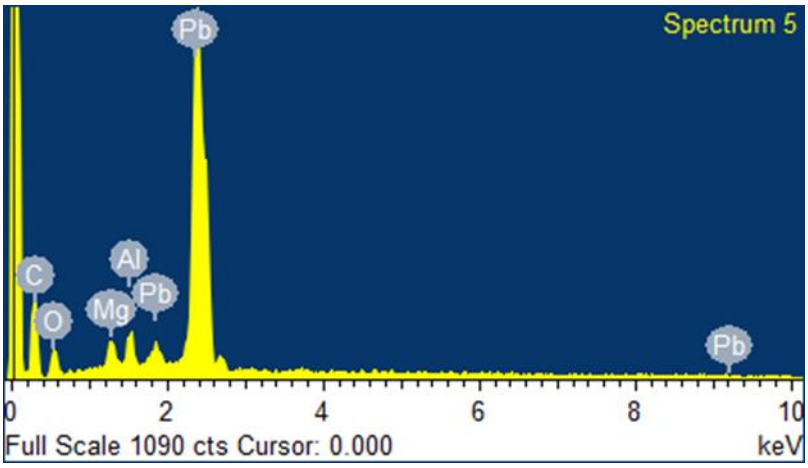


Figura 13. SEM de muestra

La partícula analizada (spectrum5, en la parte superior de la figura) muestra presencia importante de plomo, Pb.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los ensayos realizados se concluye lo siguiente:

6.1 Las muestras analizadas son perdigones

6.2 Los perdigones analizados contienen un 20 % de caucho y el 80% restante corresponde a otros compuestos

6.3 Los otros compuestos son sílice (SiO_2), sulfato de bario ($BaSO_4$) y plomo (Pb)

6.4 La dureza del perdigón es de 96.5 Shore A.