

Material Termítico Activo Descubierto en el Polvo Originado en la Catástrofe del World Trade Center el 11 de Septiembre

Niels H. Harrit* (1), Jeffrey Farrer (2), Steven E. Jones*,(3), Kevin R. Ryan (4), Frank M. Legge (5), Daniel Farnsworth (2), Gregg Roberts (6), James R. Gourley (7) and Bradley R. Larsen (3).

Traducido al español por Manuel F. Delgado.

(1) Department of Chemistry, University of Copenhagen, Denmark

(2) Department of Physics and Astronomy, Brigham Young University, Provo, UT 84602, USA

(3) S&J Scientific Co., Provo, UT, 84606, USA

(4) 9/11 Working Group of Bloomington, Bloomington, IN 47401, USA

(5) Logical Systems Consulting, Perth, Western Australia

(6) Architects & Engineers for 9/11 Truth, Berkeley, CA 94704, USA

(7) International Center for 9/11 Studies, Dallas, TX 75231, USA

Abstracto: En todas las muestras que hemos estudiado del polvo generado en la destrucción del World Trade Center, hemos descubierto peculiares esquiras rojo/gris. Esta ponencia presenta el examen de cuatro de las muestras recogidas de cuatro lugares distintos. Estas esquiras rojo/gris muestran una profunda similitud en las cuatro muestras analizadas. Una muestra fue recogida por un residente de Manhattan unos diez minutos después del colapso de la segunda torre, dos muestras al día siguiente y la cuarta muestra una semana más tarde. Las propiedades de esas esquiras fueron analizadas utilizando microscopía óptica, escaneado por microscopía electrónica (SEM), espectroscopía de Rayos-X de energía dispersiva (XEDS) y escaneado por calorimetría diferencial (DSC). El material rojo contiene gránulos de aproximadamente 100 nm de ancho, principalmente óxido de hierro, mientras que el aluminio aparece en pequeñas estructuras como placas. La separación de los componentes utilizando metil-etil-ketona puso de manifiesto la presencia de aluminio elemental. El óxido de hierro y el aluminio están íntimamente mezclados en el material rojo. Cuando se les prende fuego en un dispositivo DSC, las esquiras muestran una amplia pero confinada reacción exotérmica que tiene lugar cuando alcanza los 430° aproximadamente, muy por debajo de la temperatura normal de ignición de la termita convencional. Tras la ignición de esas peculiares esquiras rojo/gris, se puede observar en los residuos numerosas esferas ricas en hierro. La porción roja de esas esquiras resulta ser material termítico sin reaccionar y altamente energético.

Palabras Clave: Escaneo por electrón microscopía, Espectroscopía de Rayos-X de energía dispersiva, Escaneo por calorimetría diferencial, Análisis DSC, World Trade Center, polvo WTC, 11-S, microsferas ricas en hierro, Termita, Super-termita, Nanocompuestos energéticos, Nano-termita.

INTRODUCCIÓN

La destrucción de los tres rascacielos (WTC1, 2 & 7) el 11 de Septiembre de 2001 fue una inmensa catástrofe que no solo impactó directamente a miles de personas y familias por la pérdida de vidas, sino que también fue el factor que desencadenó muy costosos y radicales cambios en las políticas exterior y doméstica. Por esa y otras razones, el conocer lo que realmente ocurrió ese fatídico día es de suma importancia.

El gran esfuerzo puesto en diversas investigaciones patrocinadas y financiadas por el gobierno, contribuyeron, en gran medida, a los informes editados por FEMA [1] y NIST [2]. Aunque hay otros estudios sobre la destrucción (*) que han recibido menor publicidad, no por ello dejan de ser menos importantes – por la obligación contraída con las víctimas de aquella tragedia - para determinar toda la verdad sobre los eventos de aquel día [3-10]. Un número de esos estudios han centrado correctamente su atención sobre los restos de materiales físicos así como sobre fotografías y videos disponibles, como fuente de evidencias todavía de dominio público, relativas al método de destrucción de los tres rascacielos.

(+45)35321846; Fax: (+45)35320460; E-mail: harrit@nano.ku.dk, (SEJ) at S&J Scientific Co., Provo, UT, 84606, USA; Tel: 801-735-5885; E-mail: Hardevidence@gmail.com

El colapso de las tres torres más altas del complejo WTC fue extraordinario por su grado de acabado, su casi caída libre [11], su sorprendente simetría radial [1, 12] y el sorprendente volumen de fino polvo tóxico [13] que el colapso generó. Para una mejor comprensión de estas características de la destrucción, los autores iniciaron un examen de este polvo. En Junio 2007, el Dr. Steven Jones observó inconfundibles esquiras bi-capa - con una capa roja y una gris - en unas muestras del polvo. Al principio, se sospechó que se pudiese tratar de esquiras de pintura seca, pero tras una inspección más concienzuda seguida de ensayos, se pudo demostrar que este no era el caso. Con objeto de determinar la composición y las propiedades de las esquiras rojo/gris se llevaron a cabo ensayos adicionales. Los autores también pudieron examinar muestras adicionales de polvo que fueron recogidas por observadores independientes el mismo 11-S o muy poco después. Todas las muestras analizadas contenían estas pequeñas y peculiares esquiras rojo/gris. Estudios previos en los que se discuten las observaciones del polvo generado en el colapso de las torres, incluyen informes realizados por la RJ Lee Company [14], el Instituto Geológico USA (USGS) [15], McGee y otros [13] y Lioy y otros [16]. Algunos de los estudios confirman el descubrimiento de las micro esferas ricas en hierro, que también son peculiares [5, 8, 11, 15], pero, al parecer, las esquiras rojo/gris analizadas en este estudio,

(*) Dirija la correspondencia a sus autores (NH) Departamento de Química, Universidad de Copenhague DK-2100, Dinamarca. Tel:

no fueron discutidos en informes publicados con anterioridad. Vale la pena destacar que una muestra fue recogida unos diez minutos después del colapso de la segunda torre, por lo que no es posible que fuera contaminada por las operaciones de limpieza [17].

MATERIALES Y METODOS

1. Procedencia de las muestras analizadas para el Informe

En una ponencia presentada por primera vez on-line en otoño 2006 referente a las anomalías observadas en la destrucción del WTC [6], se hizo una petición general de muestras de polvo generado en el colapso. Por aquel entonces, se tenían expectativas de que un examen cuidadoso de dicho polvo podría aportar evidencias que apoyasen la hipótesis de que otros explosivos distintos al fuel de aviación causaron la extraordinariamente rápida destrucción de los edificios del complejo WTC.

Se sabía que un número de personas habían recogido y guardado muestras del copioso y denso polvo que se dispersó y luego se decantó a lo ancho y largo de Manhattan. Algunas de esas personas enviaron muestras de ese polvo a miembros del equipo de investigación. Esta ponencia estudia cuatro muestras diferentes recogidas el mismo 11-S o pocos días después. Se descubrió que cada una de las muestras contenía

esquirlas rojo/gris. Todas las muestras analizadas fueron recogidas por ciudadanos privados que vivían en New York en el momento de la tragedia. Por el interés público, esos ciudadanos dieron un paso al frente poniendo a disposición de los investigadores las muestras para ser analizadas. La Fig (1) muestra un mapa que muestra los lugares donde fueron recogidas las cuatro muestras.

Las primeras muestras recogidas procedían del señor Franklin Delessio quien, de acuerdo con su testimonio recogido en video [17], estaba en el extremo Manhattan del Puente de Brooklyn en el momento en que la segunda torre, la Torre Norte, se desplomó. El vio la torre caer y fue envuelto por el espeso polvo que se produjo y que se depositó sobre toda la zona. El recogió un puñado de polvo del pasamanos de la pasarela peatonal cerca del final del puente unos diez minutos después del colapso de la Torre Norte y entonces fue a visitar a su amigo, el señor Tom Breidenbach, llevando en sus manos el polvo recogido; ambos discutieron sobre el particular y decidieron guardar el polvo en bolsas de plástico. El día 15 de Noviembre de 2007, el señor Breidenbach envió una parte de ese polvo al Dr. Jones para que fuera analizado. El señor Breidenbach también grabó en video su testimonio de la manipulación de esa muestra [17]. Así pues, la muestra Delessio/Breidenbach fue recogida unos diez minutos después del colapso de la segunda torre por lo que, definitivamente, no pudo estar contaminada por las

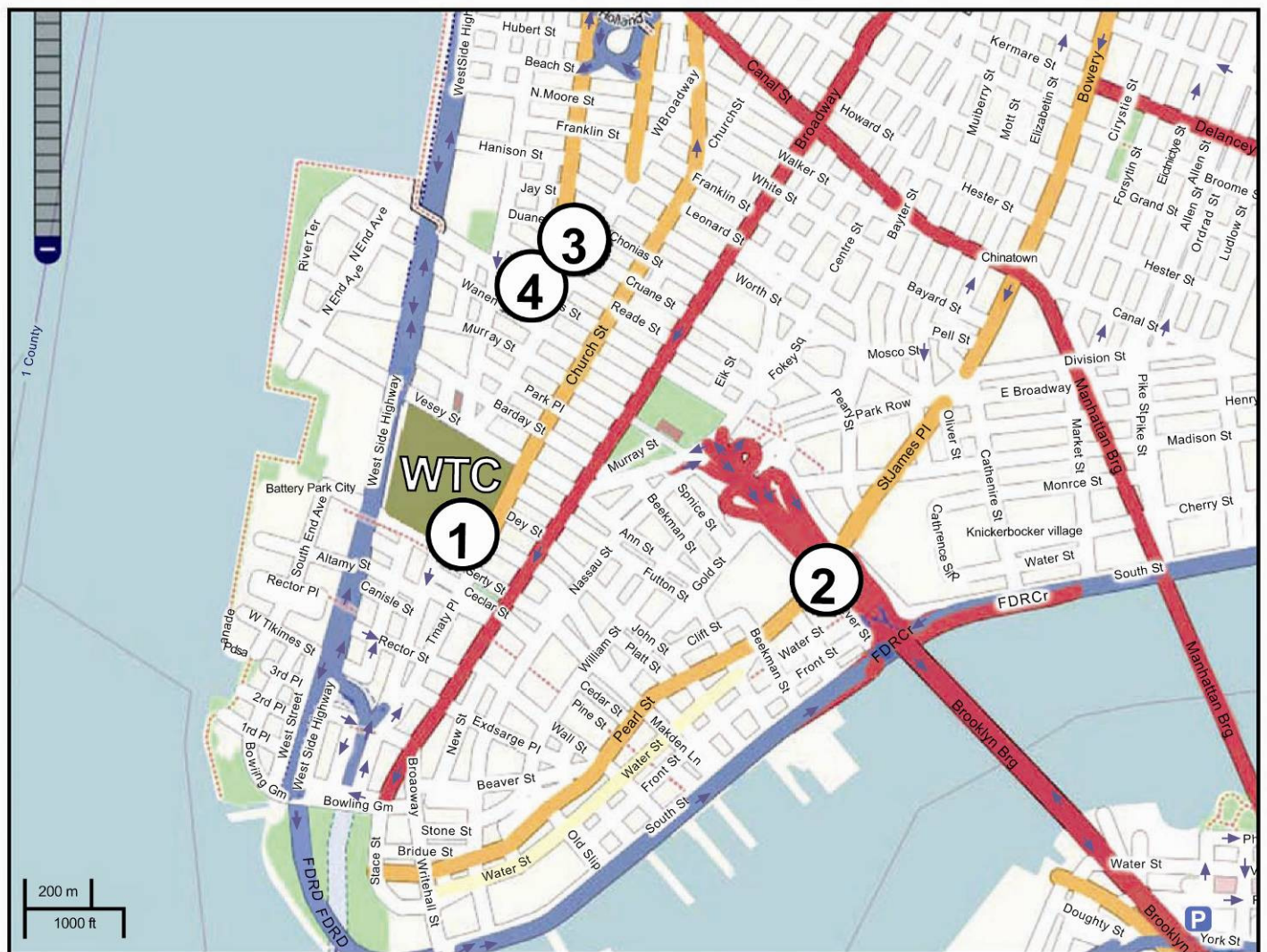


Fig. (1). Mapa que muestra los lugares donde se recogieron las muestras analizadas en este estudio respecto a la situación del complejo WTC, (área marcada cerca del lugar (1). 1: MacKinlay (calle Cedar 113 esquina al 110 de la calle Liberty). 2: Delessio/Breidenbach (Puente de Brooklyn). 3: Intermont (calle Hudson 16). 4: White (calle Hudson 1). (El mapa base es cortesía de <http://www.openstreetmap.org>; Términos del copyright en <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>).

operaciones de desguace o limpieza de la Zona Cero que se iniciaron después. Además, tampoco estaba contaminada por el polvo de la Torre 7 del WTC que colapsó horas después.

En la mañana del 12 de Septiembre del 2001, el señor Stephen White de la ciudad de Nueva York entraba en una de las habitaciones de su apartamento en el piso 8° del número 1 de la calle Hudson, situado a unas cinco manzanas del WTC. Sobre una pila de ropa lavada y plegada, colocada cerca de una ventana de guillotina que estaba abierta unos 10 centímetros, el señor White encontró una capa de polvo de un espesor aproximado de 2,5 centímetros. Evidentemente, la ventana abierta permitió que una significativa cantidad de polvo penetrara en la habitación y cubriera la ropa plegada. El guardó parte del polvo y el 2 de Febrero de 2008 lo envió directamente al Dr. Jones para su análisis.

Otra muestra fue recogida sobre las 2 de la tarde del día 12 de Septiembre del 2001 en el edificio de apartamentos del número 16 de la calle Hudson por el señor Jody Intermont. Dos pequeñas muestras de este polvo fueron enviadas simultáneamente para ser analizadas al Dr. Jones y a Kevin Ryan el 2 de Febrero de 2008. El señor Intermont envió una declaración jurada con cada una de las muestras certificando que él, personalmente, recogió las muestras, ahora separadas; la declaración decía:

“Este polvo, que procede de las colapsadas torres del WTC, fue recogido en mi apartamento en la esquina de la calle Reade y Hudson el 12 de Septiembre de 2001. Yo doy mi permiso para que mi nombre sea utilizado en conexión con esta evidencia”. [Firmado el 31 de Enero del 2008 en presencia de un testigo que también firma con su nombre].

En la mañana del 11-Septiembre, la Sra. Janette MacKinlay estaba en su apartamento en el piso 4° del número 113 de Cedar St esquina al 110 de Liberty St en New Cork, al otro lado de la calle del WTC Plaza. Cuando se derrumbaba la Torre Sur, la nube de polvo y escombros hizo reventar hacia el interior la ventana de su apartamento y el polvo lo llenó todo. Ella pudo escapar liándose una toalla mojada alrededor de la cabeza y saliendo del edificio. El edificio estuvo cerrado por espacio de una semana. Tan pronto como a la señora MacKinlay le fue permitido entrar en su apartamento, ella empezó con la tarea de limpieza. Una espesa capa de polvo cubría todo el suelo. Ella recogió algo de polvo en una bolsa de plástico con cierre para su posible utilización en una obra de arte. La Sra. MacKinlay respondió al llamamiento que el Dr. Jones hizo en su ponencia de 2006 y le envió una muestra de polvo. En Noviembre de 2006, el Dr. Jones viajó a California para visitar a la señora MacKinlay en su nuevo domicilio y en compañía de varios testigos recogió una segunda muestra de polvo procedente del WTC directamente de la bolsa de plástico donde ella guardaba dicho polvo. Ella también envió muestras de polvo directamente a los doctores Jeffrey Farrer y Kevin Ryan. Los resultados del estudio de estas muestras forman parte de este informe.

Otra muestra de polvo fue recogida por un individuo del alféizar de una ventana en un edificio de la calle Potter en Nueva York. El no dio permiso para que su nombre fuera revelado por lo que el análisis de su muestra no está incluido en este estudio. No obstante, la muestra fue analizada encontrándose que contenía esquirlas rojo/gris de la misma composición que las muestras descritas aquí.

2. Tamaño de las esquirlas, aislamiento y examen

Como aclaración, las muestras de polvo recogidas y enviadas a los autores por MacKinlay las llamaremos “muestra 1”; las muestras recogidas por el señor Frank Delassio, o las muestras Delassio/Briednbach las llamaremos “muestra 2”; las recogidas por Jody Intermont las llamaremos “muestra 3” y las recogidas por Stephen White las llamaremos “muestra 4”. Las esquirlas rojo/gris son atraídas por un imán, lo que facilita su recogida y separación del resto del polvo. Un pequeño imán permanente en su propio saquito de plástico fue empleado para atraer y recoger las esquirlas de las muestras de polvo. Las esquirlas son típicamente pequeñas pero fácilmente identificables a simple vista debido a su color inconfundible. Son de tamaño variable con dimensiones principales que oscilan entre 0,2 y 3 mm. El espesor varía entre 10 y 100 micras para cada una de las capas (rojo y gris). Muestras del polvo procedente del WTC de estos y otros coleccionistas fueron enviadas directamente por estos a diversos científicos (incluyendo algunos ajenos a este equipo de investigación) quienes también han encontrado dichas esquirlas rojo/gris en el polvo originado en la destrucción del WTC.

La toma de imagen por electrón secundario (SE) y la toma de imagen por electrón retro reflejado (BSE) fue realizada mediante el escaneo con microscopio electrónico FEI XL30-SFEG. Esta toma de imagen (SE) se empleó para observar la topografía superficial y la porosidad de las esquirlas rojo/gris, mientras que la toma BSE fue empleada para distinguir variaciones en el peso atómico Z. El microscopio estaba asimismo equipado con un sistema de rayos X EDAX con espectrómetro de dispersión de energía. El sistema XEDS utiliza un detector de silicio (SiLi) con una resolución superior a 135 eV. La resolución del espectro fue establecida en 10 eV por canal. Las condiciones operativas para el espectro XEDS obtenido fueron de 20 keV de energía de haz (a menos que se especificase otra cosa) y 40-120 segundos de tiempo de obtención (tiempo vivo). Los mapas XEDS fueron obtenidos utilizando el mismo sistema con una energía de haz de 10 keV.

Para un análisis general de la superficie en el SEM, las muestras de polvo fueron montadas sobre lengüetas de carbono conductivo. Las muestras fueron dejadas sin lavar y sin revestir, a menos que se especificase lo contrario. Con objeto de observar más de cerca las características de las capas rojas y gris, así como para eliminar las posibilidades de contaminación de la superficie con otras partículas de polvo, algunas esquirlas rojo/gris de cada una de las cuatro muestras de polvo WTC fueron fracturadas. Seguidamente, las superficies transversales limpias fueron estudiadas con tomas de imagen BSE y XEDS.

Algunas muestras fueron también analizadas en un calorímetro de escaneo diferencial (Netzsch DCS 404C) con objeto de medir el flujo calorífico hacia y desde las esquirlas rojo/gris. Los ensayos DCS fueron llevados a cabo con un índice lineal de calentamiento de 10 °C por minuto hasta alcanzar la temperatura de 700 °C. Durante el calentamiento, las muestras estuvieron contenidas en bandejas de aluminio y fueron sometidas a un caudal de aire de 55 mililitros por minuto. Las curvas fueron generadas mediante la obtención de datos a razón de 20 puntos por °C o 200 puntos por minuto. El equipo fue calibrado para mostrar los datos en vatios por gramo. Las curvas se trazaron para mostrar un caudal de calor positivo emanando de las muestras de forma que el comportamiento exotérmico de la muestra

proporcionase un comportamiento endotérmico con picos y valles.

Las muestras de polvo fueron asimismo analizadas mediante microscopia de luz visible (VLM) a través de un estereomicroscopio Nikon Epiphot 200, un estereomicroscopio Olympus BX60 y un microscopio Nikon Epiphot equipado con cámara.

RESULTADOS

1. Caracterización de las esquirlas rojo/gris

En todas las muestras de polvos recogidas se encontraron esquirlas rojo/gris. Con objeto de evaluar la similitud entre las esquirlas y determinar su composición química y los materiales que la componen, se llevaron a cabo una serie de análisis. La Fig (2) muestra fotomicrogramas de las esquirlas rojo/gris contenidas en cada una de las cuatro muestras de polvo del WTC. Obsérvese la escala inserta en cada una de las imágenes ya que estas fueron obtenidas a diversos grados de ampliación. Con una longitud aproximada de 2,5 mm, la esquirla en la Fig. (2a) era una de las de mayor tamaño de las recogidas. La masa de la esquirla era de unos 0,7 mg. Todas las esquirlas utilizadas en el estudio tenían una capa roja y una gris y todas eran atraídas por el imán. La imagen inserta en Fig (2d) muestra la sección transversal de una esquirla, lo que revela la existencia de la capa gris. La capa gris es también parcialmente visible en la Fig (2b). La similitud entre estas muestras se hace evidente de la observación de estas fotos.

La Fig (3) muestra tres imágenes por comparación de vistas del mismo juego de esquirlas utilizando métodos diferentes. La Fig (3a) es una fotomicrograma VLM de un grupo de partículas, las cuales muestran el material rojo y, en algunos casos, el material gris adherido. La Fig (3b & c) son, respectivamente, una toma de imagen de electrón secundario (SE) y otra de electrón retro reflejado (SME) sin revestimiento conductivo sobre la muestra. En la toma de imagen SE se observa que la capa roja de las esquirlas tiene regiones muy brillantes causadas por la ligera acumulación de cargas bajo el haz de electrones, debido a la relativamente pobre conductividad de la capa roja (Ver la Sección “discusión”). La toma de imagen BSE muestra que la capa roja es mas oscura que la capa gris, lo que indica que la capa roja está compuesta de materiales que tienen un número atómico relativamente mas bajo que el de la capa gris.

Una mayor ampliación de la imagen BSE de la esquina de una de las esquirlas, mostrada en la Fig (4), permite un examen mas a fondo de la diferencia en intensidad de la escala de grises de las dos capas y confirma el mayor número atómico de la capa gris. El material rojo también muestra manchas y otras heterogeneidades en claro contraste con lo suave de la capa gris.

En la Fig (5) se muestran secciones transversales recién fracturadas de las esquirlas rojo/gris procedente de las cuatro muestras diferentes de polvo. Estas cuatro secciones transversales son representativas de todas las esquirlas rojo/gris de las muestras de polvo estudiadas. Las imágenes

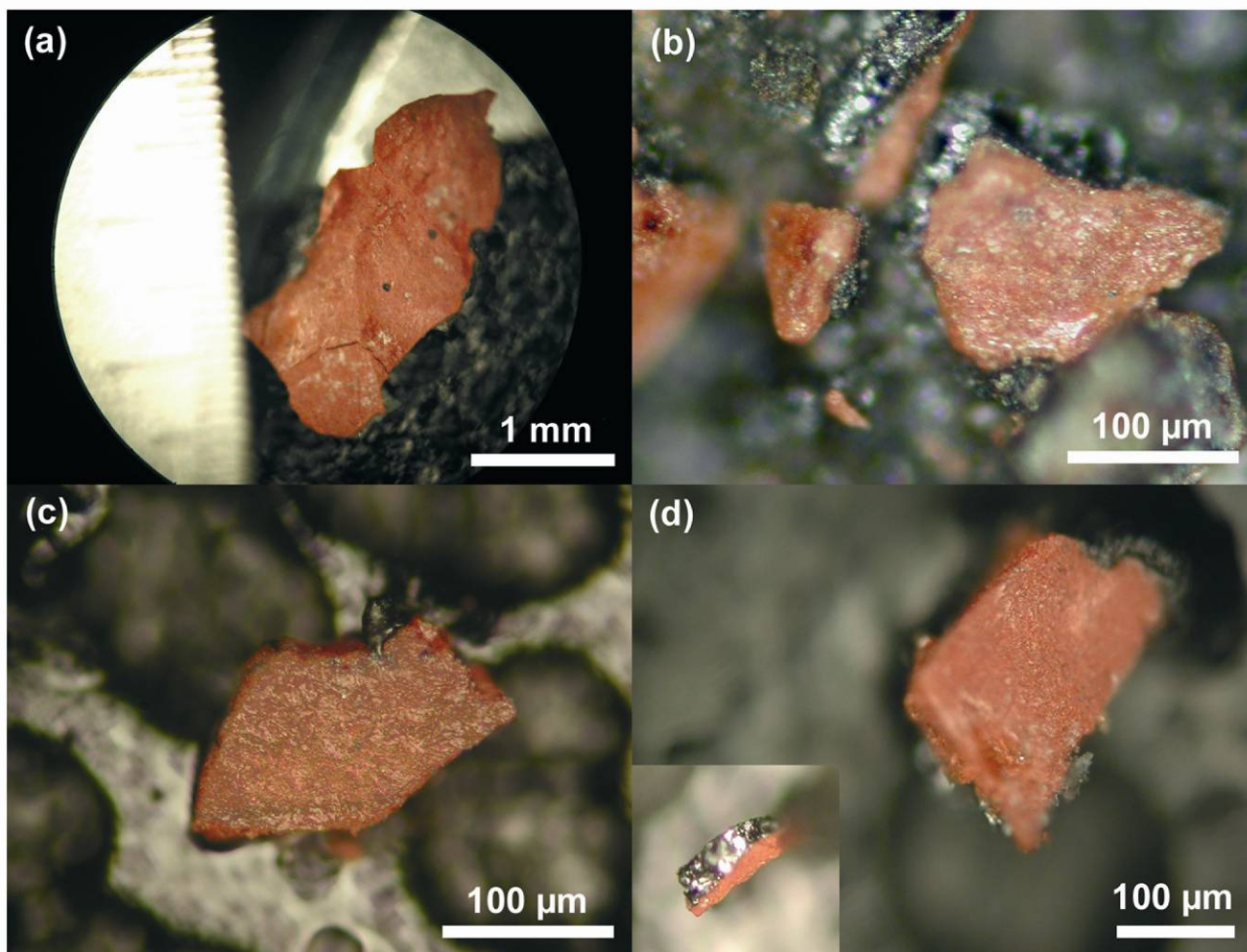


Fig. (2). En (a) y (d) respectivamente, se muestra un fotomicrograma de esquirlas rojo/gris procedentes de las muestras 1-4 de polvo del WTC. El inserto en (d) muestra el borde de la esquirla, lo que revela la capa gris. Las esquirlas rojo/gris están montadas sobre la bandeja de aluminio utilizando una pestaña de carbono conductivo, para su posterior observación en el escaneo con microscopio electrónico (SEM).

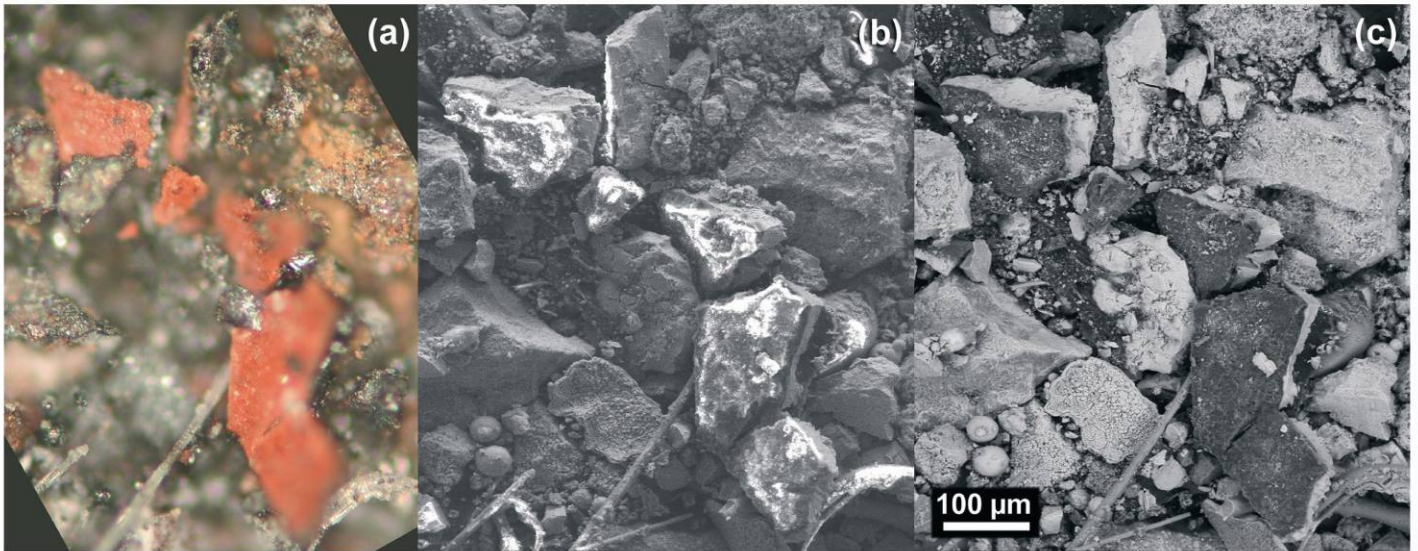


Fig. (3). Esta foto muestra una serie de imágenes del mismo grupo de partículas extraídas de la muestra 2 mediante un imán. El fotomicrograma en color en (a), obtenida por VLM, localiza e identifica las partículas rojo/gris. Una imagen SE (b) obtenida por SEM da una mejor idea del tamaño y forma de las partículas y una imagen BSE (c) muestra, por la intensidad de la escala de grises, la diferencia entre números atómicos medios entre las capas roja, gris y otras partículas de polvo.

BSE ilustran el descubrimiento de que todas las esquirlas rojo/gris estudiadas contienen pequeñas partículas brillantes de granulos caracterizados por su elevado número atómico. Se puso de manifiesto que el tamaño y la presencia de partículas es consistente a través de las capas, pero también se descubrió que la concentración de las partículas variaba localmente, tal y como se puede observar en las imágenes.

Análisis espectroscópicos de rayos X con energía dispersiva (XEDS) fueron llevados a cabo de ambas capas roja y gris a

cantidades de carbono. La identidad química encontrada en las capas rojas son también muy consistentes (Fig 7), cada una de las cuales muestran la presencia de aluminio (Al), sílice (Si), hierro (Fe) y oxígeno (O) y también un significativo pico de carbono (C).

A ampliaciones aún mayores, la toma de imágenes BSE de la capa roja ilustra la similitud entre las diferentes muestras de polvo. La Fig (8) muestra las imágenes BSE de pequeñas pero representativas porciones de cada una de las secciones

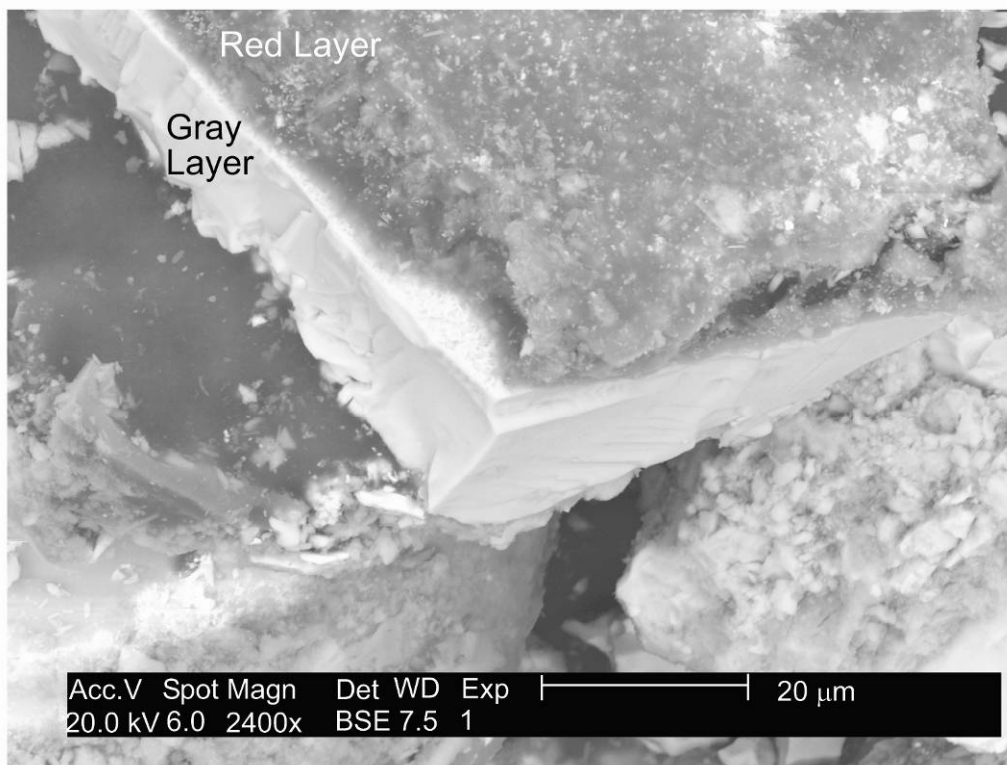


Fig. (4). Esta foto muestra una mayor ampliación de la imagen BSE de una de las esquirlas de la foto anterior. La capa roja aparece más oscura y situada encima de la capa gris.

partir de las secciones transversales preparadas de las cuatro muestras de polvo y los espectros representativos se muestran en la Fig (6,7). Los cuatro espectros en la Fig (6) indican que las capas grises son consistentemente caracterizadas por su elevado contenido en hierro y oxígeno incluyendo pequeñas

transversales de capas rojas. Los resultados indican que las partículas pequeñas con una elevada intensidad BSE (brillo) son consistentemente 100 nm en tamaño y tienen una apariencia facetada. Estas partículas brillantes son vistas entremezcladas con partículas con aspecto de placas que

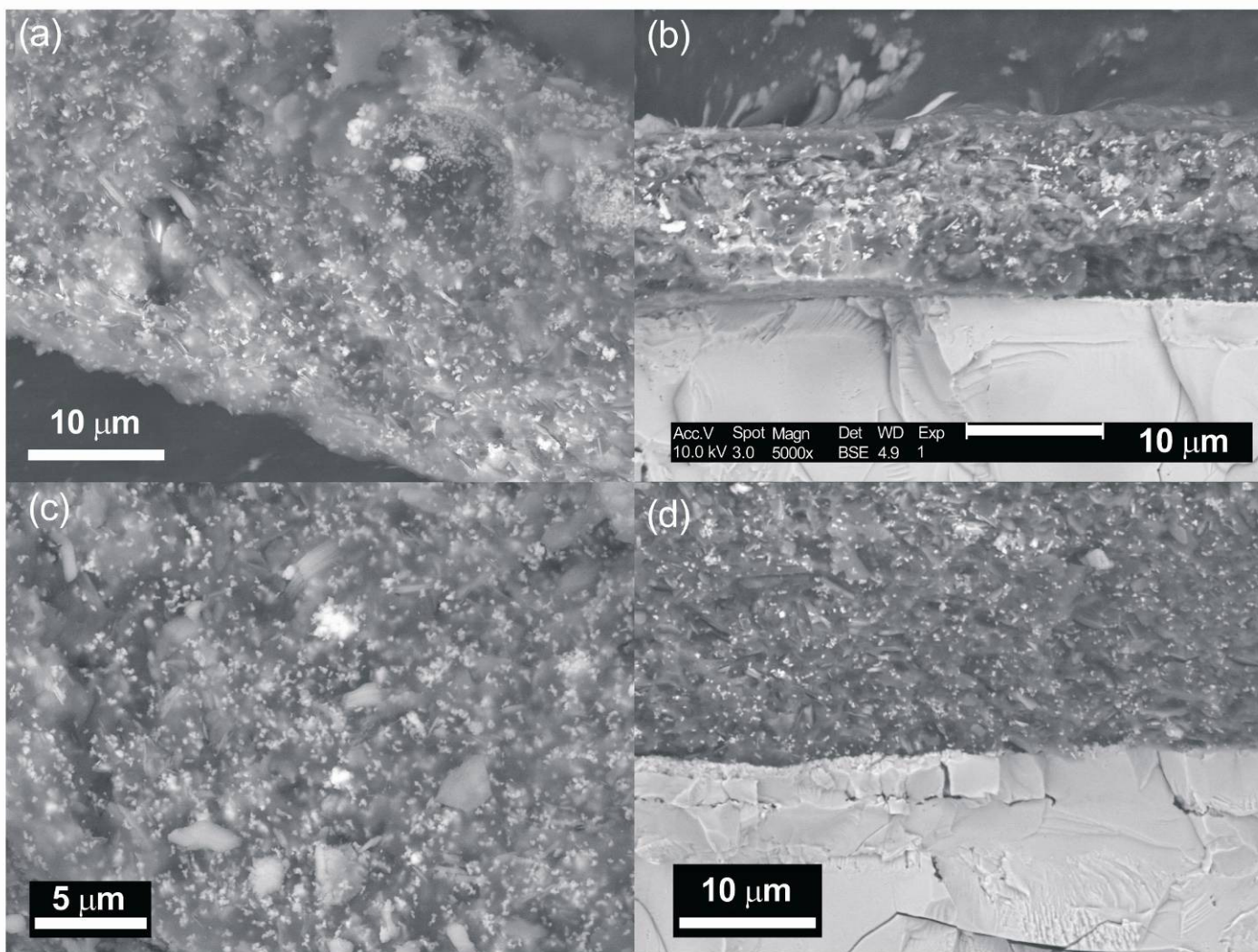


Fig. (5). Esta foto muestra las imágenes BSE de la sección transversal de las esquirlas rojo/gris procedentes de las muestras 1-4 mostradas en (a) – (d) respectivamente. La sección transversal de las muestras 2 (b) y 4 (d) también muestran la capa gris adherente.

tenían intensidad intermedia BSE con un espesor aproximado de 40 nm y aproximadamente 1 micra de ancho. Además, comparando la imagen BSE en Fig (8a) con la imagen SE en Fig (9), puede verse que todas las partículas están embebidas en una matriz desestructurada que emite una intensidad BSE oscura.

Los mapas XEDS de la superficie de las secciones transversales fueron obtenidos con una energía de haz de 10 kV. En la Fig (10a) se muestran las áreas del mapa obtenidas en la toma de imágenes BSE. Los mapas XEDS, varios de los cuales se muestran en la Fig (10b-f), indican por su color, el grado en el cual, el particular elemento está presente, en o cerca de la superficie, de punto a punto a través del área. Los resultados indican que las partículas más pequeñas, con una muy brillante intensidad BSE, están asociadas con las regiones de alto contenido en Fe y O. Las partículas en forma de placas con intensidad BSE intermedia parecen estar asociadas con las regiones de alto contenido de Al y Si. El mapa O (d) también indica la presencia de oxígeno, en un menor grado, en la región de Al y Si. No obstante, no es concluyente, basándose en estos datos, si el O está asociado con el Si, con el Al o con ambos. El mapa del carbono parece menos definitivo, es decir, no parece estar asociado con un particular grupo de partículas, sino con el material matriz. Con objeto de aprender más de estos descubrimientos, se dirigió un haz de electrones enfocado directamente sobre diferentes partículas y se recopiló datos XEDS. Dirigiendo

el haz sobre un racimo de partículas con forma de placa, se generó el espectro que se muestra en la Fig (11a). El espectro de la Fig (11b) fue obtenido de un racimo de brillantes gránulos facetados de menor tamaño. Una vez más se pudo observar que las partículas con forma de hoja delgada eran ricas en Al y Si mientras que las de los brillantes granos poliédricos eran ricas en Fe. Ambos espectros muestran un significativo contenido de carbono y oxígeno, que puede ser parcialmente debido a la dispersión del haz y a la recepción de señales superpuestas de rayos-X procedentes del material matriz así como de partículas bajo la superficie. La energía del haz (20 keV) es tal que el volumen de material del cual se genera la señal de rayo s-X, es más grande que las propias partículas. Por consiguiente, algo de Al y Si aparece en la Fig (11b) lo cual puede que no sea inherente de los gránulos facetados y algo de Fe aparece en la Fig (11a), lo cual puede que no sea inherente de las partículas en forma de placa

La consistente apariencia facetada de forma romboide de los gránulos ricos en Fe, sugieren con fuerza que los mismos son de estructura cristalina. De estos datos se desprende que las esquirlas rojo/gris procedente de las diferentes muestras de polvo del WTC son extremadamente similares en su composición química y estructural. También se observa que dentro de la capa roja existe un mezcla intensa de gránulos ricos en Fe y partículas de Al/Si en forma de placas y que estas partículas están embebidas en la matriz rica en carbono.

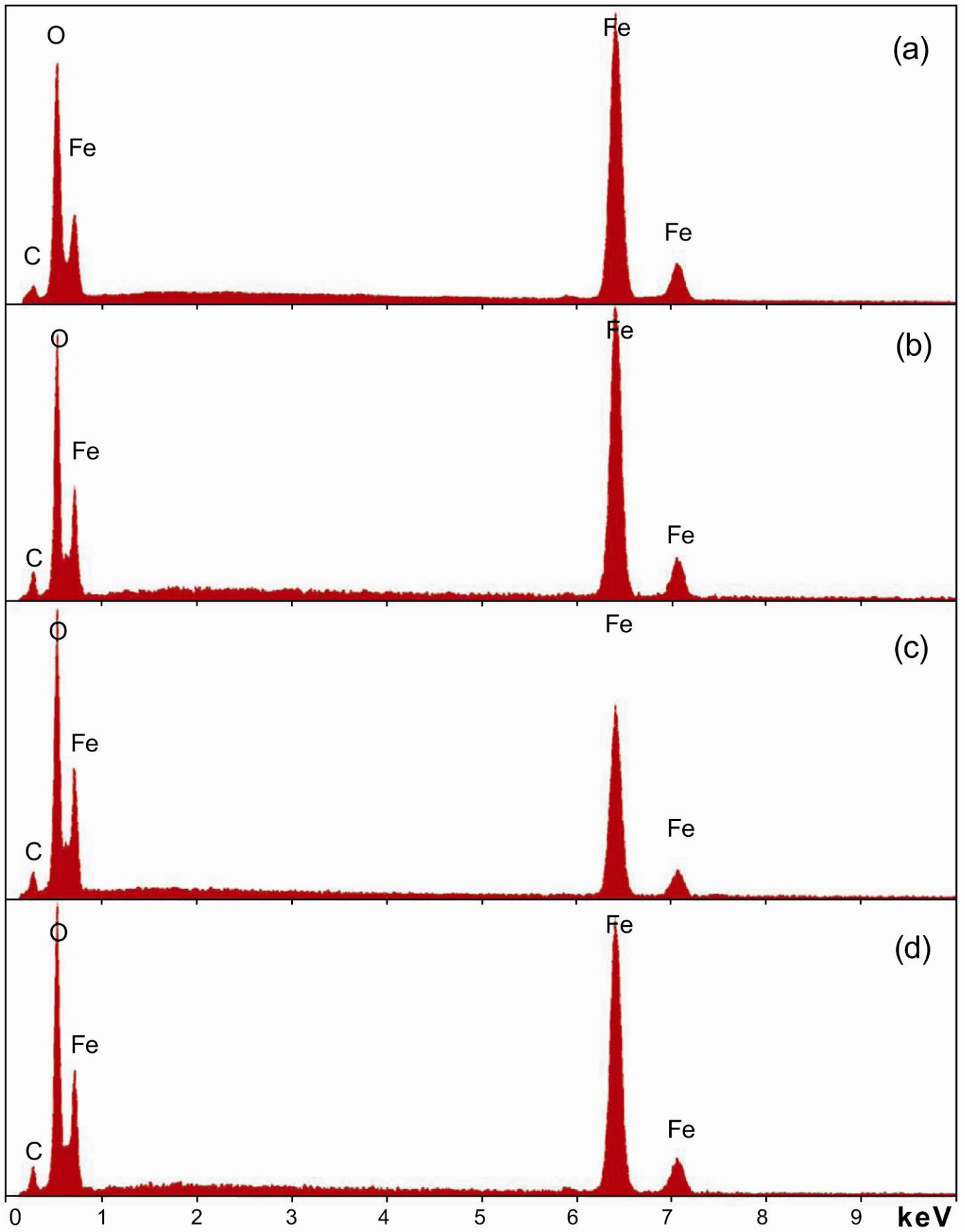


Fig. (6). Espectro XEDS obtenido de las capas grises de cada una de las cuatro muestras de polvo del WTC, son (a) correspondiente a la muestra 1 y así sucesivamente (b - d).

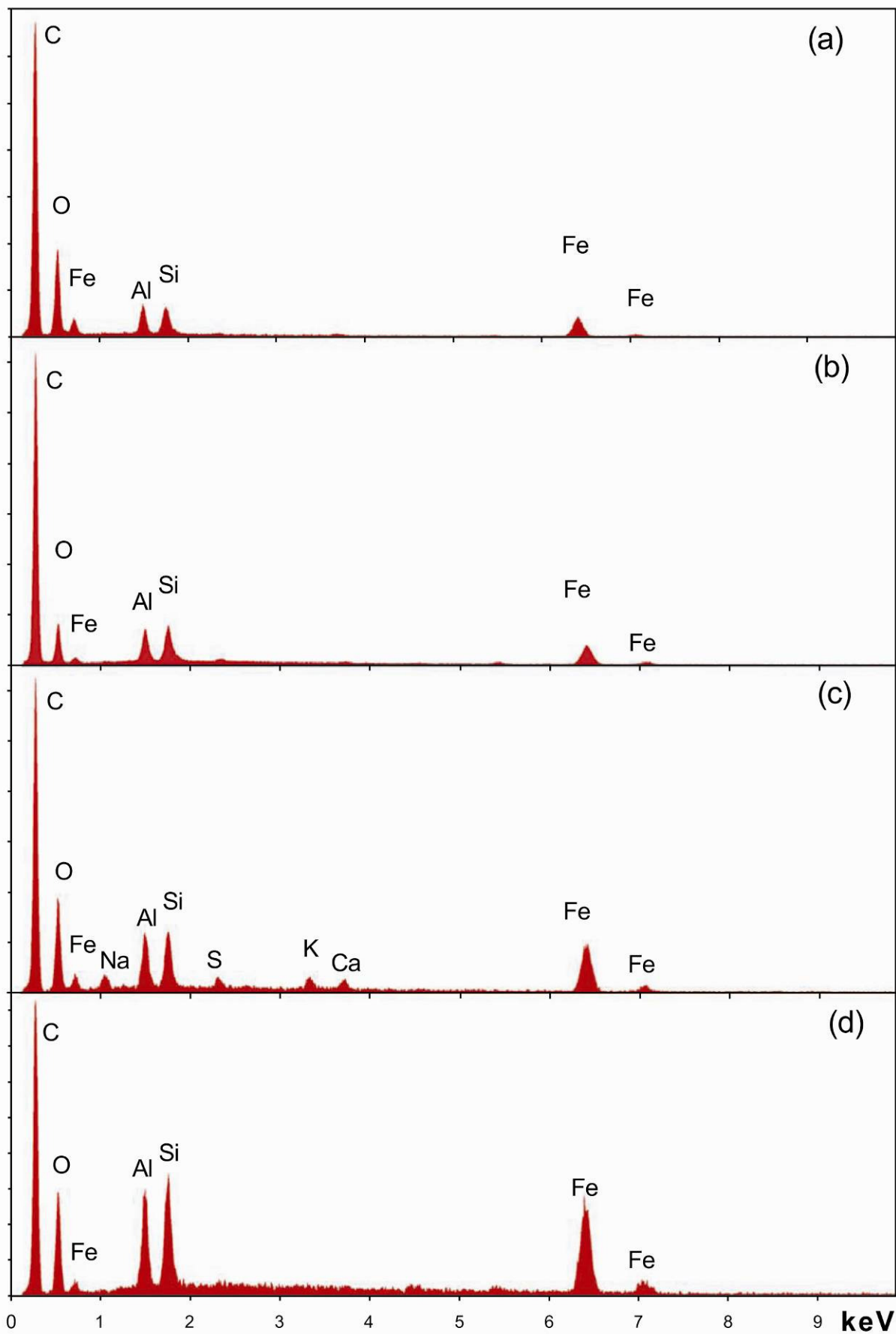


Fig. (7). Espectro XEDS obtenido de las capas rojas de cada una de las cuatro muestras de polvo del WTC, son (a) correspondiente a la muestra 1 y así sucesivamente (b - d).

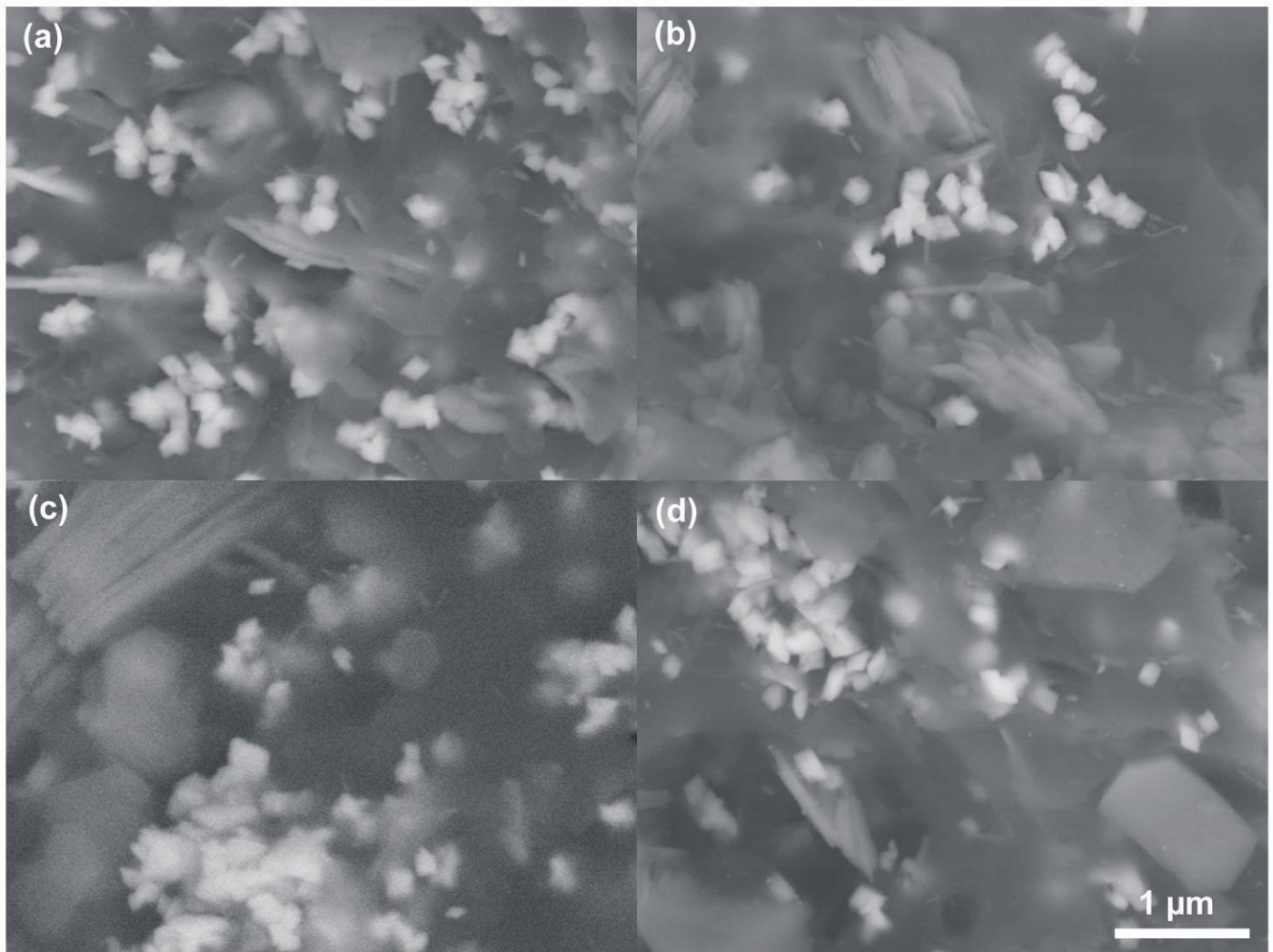


Fig. (8). Las imágenes BSE de las secciones transversales de las capas rojas de cada una de las muestras 1 - 4, se muestran en (a) – (d) respectivamente.

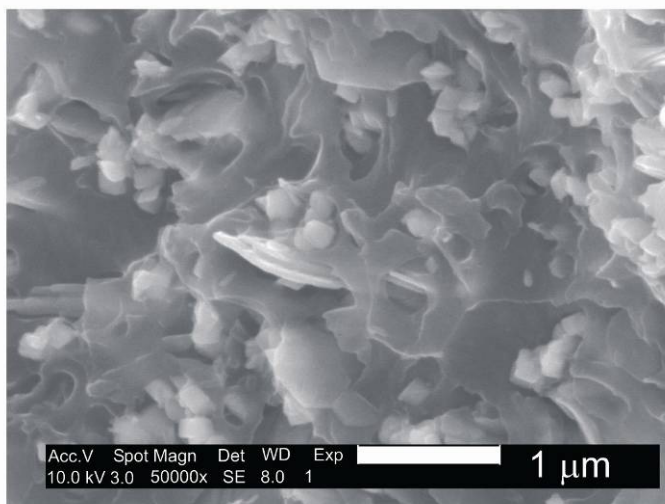


Fig. (9). Imagen SE de la sección transversal mostrada en la Fig (8a)

2. Ensayos utilizando solvente Metil Etil Ketone

Mediante el uso de diferentes medios para separar los diferentes componentes del material, se pudo determinar con mayor precisión la composición química de las diferentes partículas contenidas en la capa roja. El objetivo inicial fue el de comparar el comportamiento de la capa roja con pintura cuando aquella era empapada en un fuerte solvente orgánico conocido por su capacidad para ablandar y disolver pinturas.

Las esquirlas rojo/gris fueron empapadas con metil etil ketona (MEK) con agitación frecuente durante 55 horas y subsecuentemente secada al aire durante varios días. Las esquirlas mostraron una hinchazón significativa de la capa roja pero sin disolución aparente. En marcado contraste, las esquirlas de pintura se ablandaron y fueron parcialmente disueltas cuando, al igual que se hizo con las esquirlas, fueron empapadas en MEK. En este proceso se descubrió que en el material rojo de las esquirlas tuvo lugar una significativa migración y segregación de aluminio. Esto nos permitió evaluar si algo de aluminio se encontraba en forma elemental.

La esquirla utilizada en este experimento fue extraída de la muestra 2 de polvo y la misma se muestra en la imagen abajo. La Fig (12a) muestra una imagen SE de la esquirla antes de ser sometida al tratamiento con MEK. La esquirla esta posicionada con la interfase entre las capas roja y gris casi paralela al plano de la imagen. La Fig (12b) muestra una imagen BSE de la esquirla tras ser empapada en MEK. Obsérvese que la esquirla se fracturó durante la manipulación y el tratamiento con MEK. En esta imagen, las capas roja y gris aparecen una junto a otra de forma que la interfase entre ambas es marginal (perpendicular al plano de la imagen) con la capa gris a la derecha. Mediante una inspección visual, se detectó que la capa roja de la esquirla se había hinchado desprendiéndose de la capa gris por un factor de 5 veces su espesor original. El fotomicrograma que aparece en la Fig (13) muestra también la esquirla tras ser empapada en MEK,

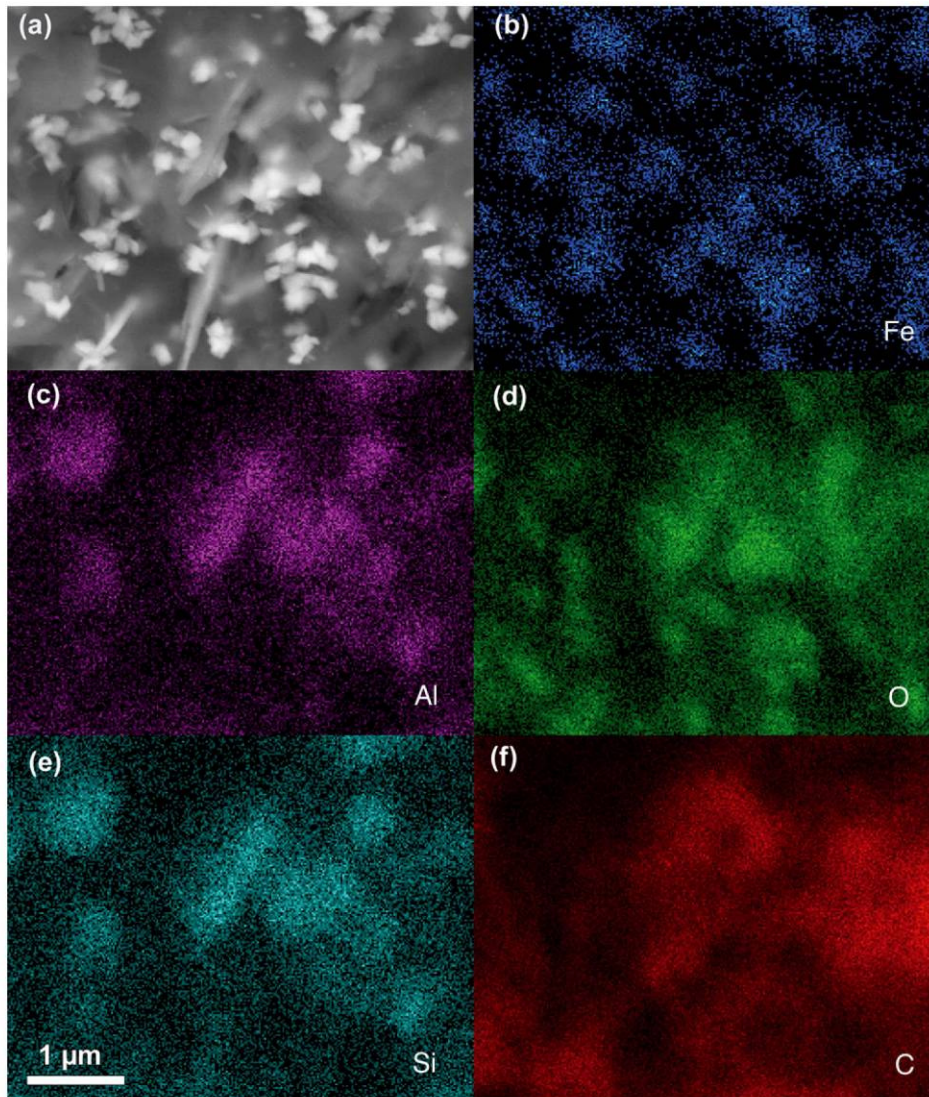


Fig. (10). Aquí se muestra una imagen BSE (a) y un mapa XEDS (b-f) de la sección transversal de la capa roja de la esquila rojo/gris de la muestra de polvo 1. Los elementos expuestos son: (b) Fe, (c) Al, (d) O, (e) Si, y (f) C.

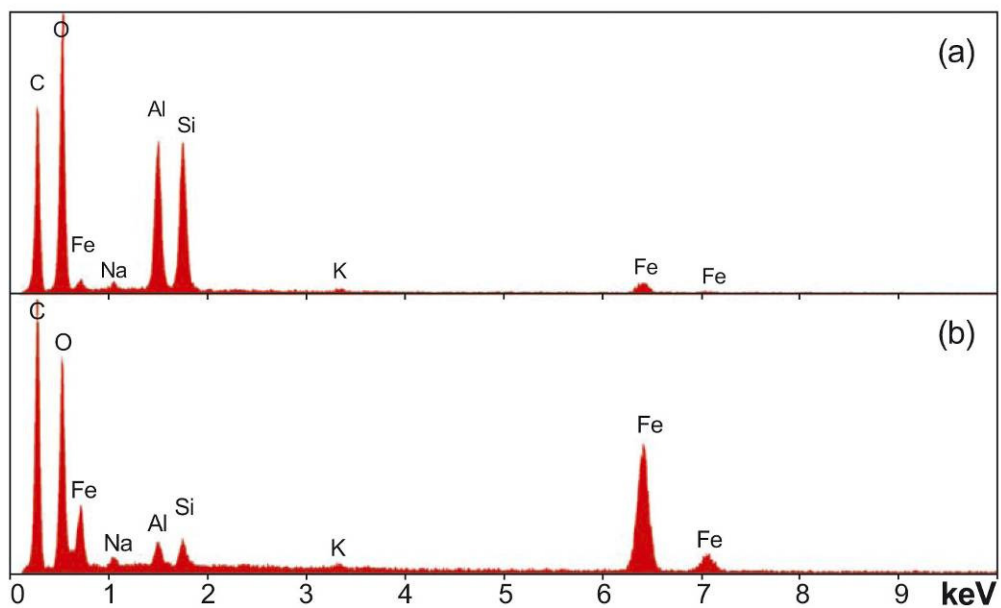


Fig. (11). Espectro XEDS mostrando la composición elemental de un grupo de placas delgadas (a) y un grupo de partículas blancuzcas (b) tal y como se ven en la imagen de alto aumento de la capas rojas (Ver Fig. (8)).

pudiéndose observar como la capa roja sobresale de la capa gris.

Antes de empapar la esqirila en MEK se obtuvo un espectro XEDS de una zona de la superficie de la capa roja. El espectro resultante, mostrado en la Fig (14) produce los picos esperados para el Fe, Si, Al, O y C. Otros picos incluyen calcio, azufre, cromo y potasio. La incidencia de estos elementos podría ser atribuida a la contaminación de la superficie debido al hecho de que el análisis fue realizado en la superficie de la capa roja tal y como fue recogida. Los elevados picos de Ca y S pueden ser debidos a la contaminación con talco procedente de los tableros de yeso para paredes empleados en el edificio.

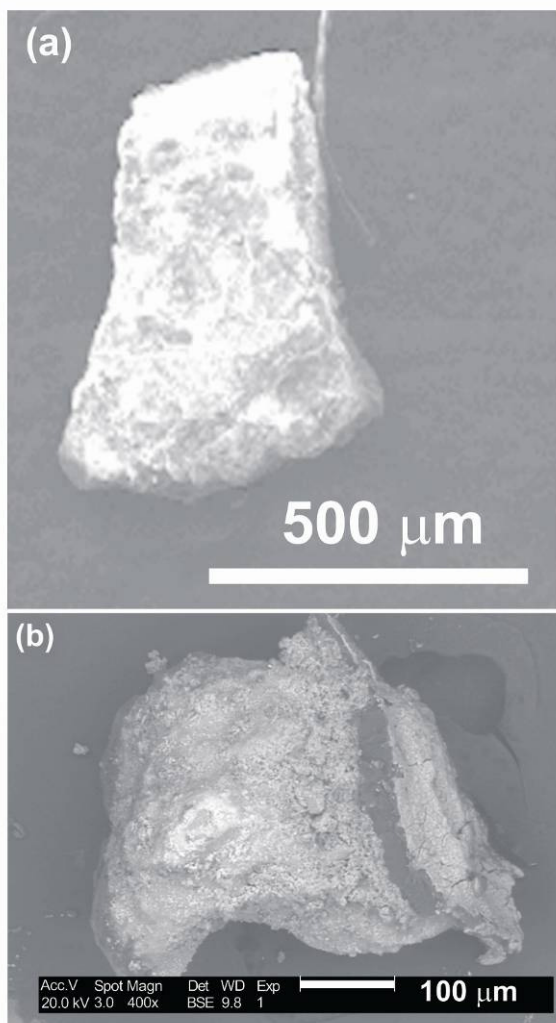


Fig. (12). Imágenes SE de una esqirila rojo/gris que fue empapada en meti-etil-ketona durante 55 horas, (a) antes y (b) después de empaparla en MEK

Los gráficos XEDS fueron obtenidos del material rojo hinchado con una energía de haz de 10 kV con objeto de determinar la situación de los diversos elementos tras el tratamiento con MEK. Los datos que se muestran en la Fig (15) ilustran la región donde el hierro, aluminio y sílice están concentrados. Además, los datos indican que allí donde el sílice o el hierro están concentrados, el oxígeno también lo está. Por otro lado, también existen regiones donde el aluminio está concentrado pero donde el oxígeno puede que no le acompañe en gran medida. Para confirmar y para cuantificar estas observaciones se obtuvieron espectros XEDS (curvas subsiguientes) de regiones específicas con alta concentración de Si, Al y Fe.

Enfocando el haz de electrones sobre una región rica en sílice, situada en Fig (15e), encontramos sílice y oxígeno y muy poco más Fig. (16). Evidentemente, el solvente ha interrumpido la capacidad de la matriz de aglutinar las diversas partículas, permitiendo la migración y separación de sus componentes. Esto supone un resultado significativo por cuanto el aluminio y la sílice no están químicamente ligados.

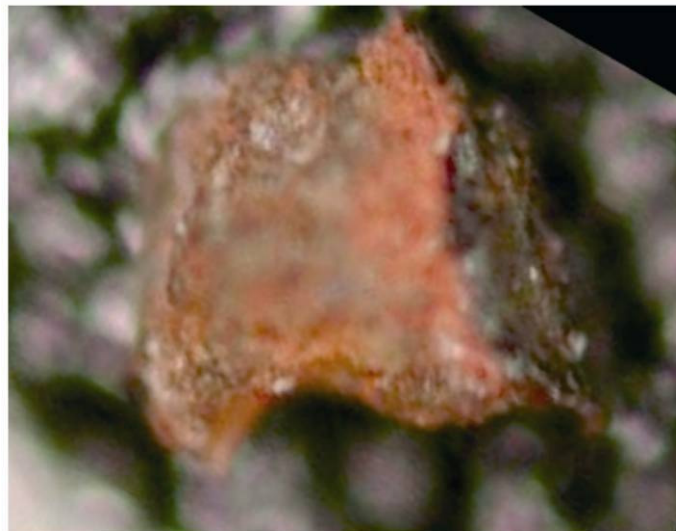


Fig. (13). Fotomicrograma de la esqirila tratada con MEK.

El espectro XEDS siguiente Fig. (17) fue obtenido de una región que mostraba una elevada concentración de aluminio. Utilizando un método convencional de cuantificación rutinaria, se encontró que el aluminio excede significativamente al oxígeno presente en una proporción aproximada de 3 a 1. En consecuencia, mientras que algo de aluminio pueda estar oxidado, no hay el suficiente oxígeno presente para oxidar todo el aluminio, lo que evidencia que algo de aluminio debe estar presente en el material en forma de aluminio elemental. Esto es un resultado importante. Las partículas de aluminio están cubiertas con una capa de oxido de aluminio, independiente del tamaño, por lo que es razonable encontrar un contenido significativo de oxígeno con el aluminio, dado la alta relación superficie – volumen de estas finísimas partículas.

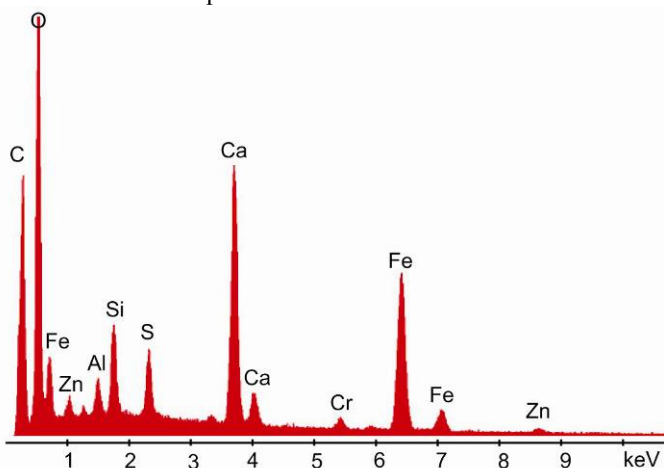


Fig. (14). Espectros XEDS de capa roja antes de empaparla en MEK. Observe la presencia de zinc y cromo que a veces se puede ver en las capas rojas. Los elevados picos de Ca y S pueden ser debidos a la contaminación con talco procedente de los tableros de yeso para paredes

El oxígeno se encuentra muy constantemente en altas concentraciones con hierro en el material rojo, incluso después de empapar en solvente MKE (Fig 15); en la Fig (18) se encuentra oxígeno en abundancia relativo al hierro.

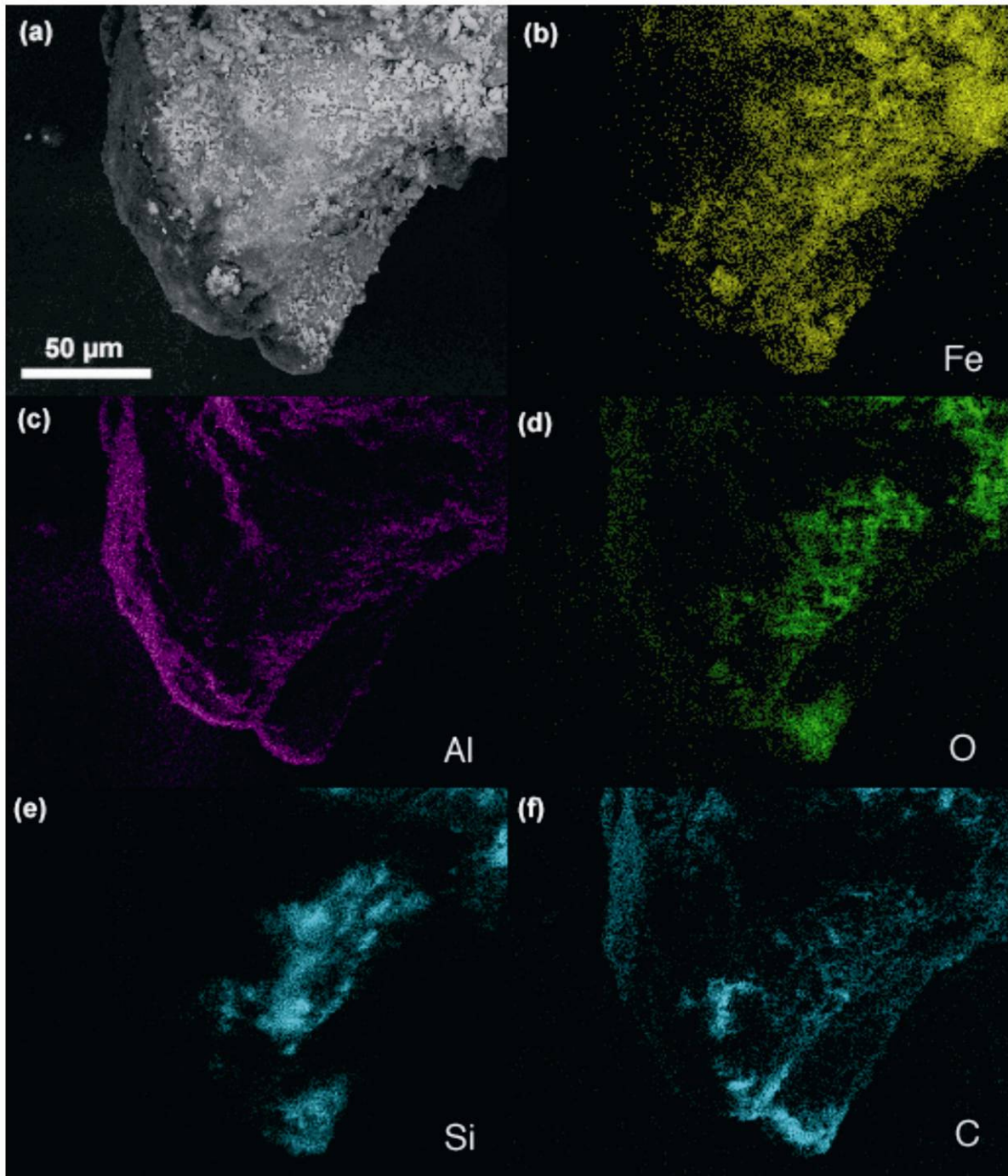


Fig. (15). (a) Imagen BSE y mapas XEDS asociados (b) - (f) de la capa roja de las esqirlas que fue empapada en MEK durante 55 horas. Se muestran los mapas para (b) Fe, (c) Al, (d) O, (e) Si, y (f) C.

Basándonos en cuantificaciones del espectro XEDS, y después de contabilizar las fracciones oxígeno para rastrear elementos, hemos encontrado que la proporción hierro-oxígeno para el espectro en Fig (18), es aproximadamente de 2:3. Esto indica que el hierro es oxidado y aparentemente en el estado III de oxidación, lo que indica la presencia de dióxido de hierro, o quizás un polímero oxo-punteado de hierro (III).

Para comprobar el método de cuantificar, se realizaron ensayos con el conocido producto químico óxido de hierro (III), encontrándose que la cuantificación elemental producía resultados consistentes y repetitivos para hierro y oxígeno. En particular, hicimos mediciones de 50 segundos sobre muestras de óxido de hierro y encontramos consistencia para el hierro ($\pm 6.2\%$, 1 sigma) y para oxígeno ($\pm 3.4\%$, 1 sigma) con la proporción O/Fe consistentemente cerca de 1,5, como era de esperar.

La existencia de aluminio elemental y óxido de hierro nos conduce a la hipótesis obvia de que el material puede contener termita. No obstante, antes de llegar a la conclusión de que el material rojo encontrado en el polvo del WTC es termitico, sería necesario efectuar ensayos adicionales. Por ejemplo, ¿Cómo se comporta el material cuando se calienta en un calorímetro sensible?. Si el material no reacciona vigorosamente, se podría argumentar que, aunque están presentes los *ingredientes* de termita, el material puede que no sea realmente termitico.

3. Análisis Térmicos usando Calorimetría por Escaneo Diferencial

Las esqirlas rojo/gris fueron sometidas a calentamiento utilizando un calorímetro de escaneo diferencial (DSC). Los datos que se muestran en la Fig (19) demuestran que todas las

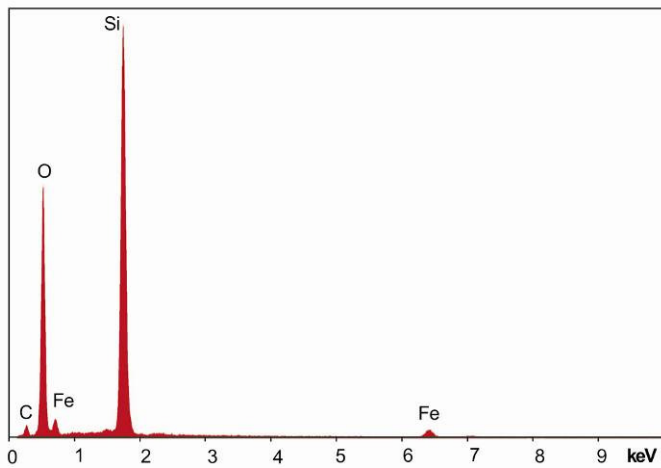


Fig. (16). Espectro XEDS de una región rica en sílice en la matriz porosa del material rojo tratado con MEK

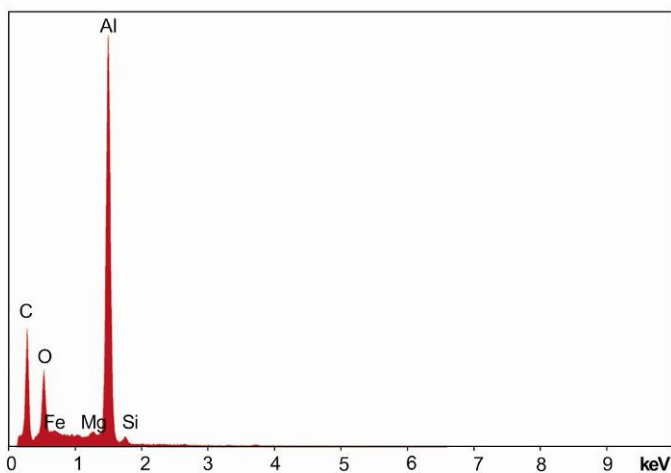


Fig. (17). Espectro XEDS obtenido a 10 kV de una sonda de la región de alta concentración de aluminio de la esquirla roja empapada en MEK.

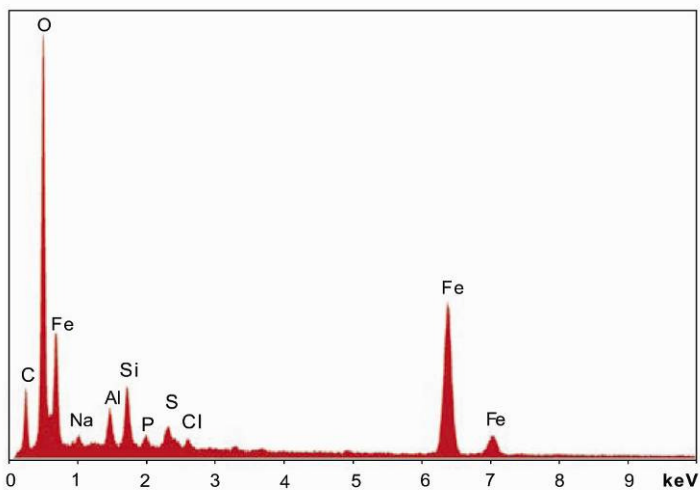


Fig. (18). Espectro XEDS obtenido de una sonda de la región de alta concentración de hierro de la esquirla roja empapada en MEK obtenida con un haz de 15 kV.

esquirlas rojo/gris de las diferentes muestras de polvo del WTC arden en el rango de 415-435 °C. La energía liberada en cada reacción exotérmica puede ser estimada por integración con respecto al tiempo bajo un pico estrecho. Procediendo desde el pico mas pequeño hasta el mas largo, los rendimientos se estiman aproximadamente en 1,5, 3,6, y 7,5 kJ/g respectivamente. Las variaciones en altura de pico

así como en el rendimiento no deben sorprender ya que la masa utilizada para determinar la escala de la señal, mostrada en los rastros DSC, incluyen la masa de la capa gris. Se encontró que la capa gris consistía mayormente de oxido de hierro por lo que, probablemente, no contribuye a lo exotérmico de la reacción y, aún así, esta capa varía mucho en masa de una esquirla a otra.

4. Observación de esferas ricas en hierro a la ignición de esquirlas en un Calorímetro de Escaneo Diferencial.

En los residuos que resultan tras el ensayo DSC, se observó material poroso carbonizado así como numerosas micro esferas y esferoides. Muchas de ellas fueron analizadas encontrándose que algunas eran ricas en hierro, apareciendo brillantes y plateadas en el microscopio óptico y otras eran ricas en sílice apareciendo transparentes o translúcidas cuando eran vistas bajo luz blanca; ver fotos tomadas con un microscopio Nikon (Fig 20).

Las abundantes esferas ricas en hierro tienen un interés particular en este estudio ya que ninguna de esas esferas fueron observadas en estas particulares esquirlas antes de su calentamiento DSC. La presencia de esferas ricas en hierro demuestran la incidencia de altas temperaturas, muy por encima de los 700 °C alcanzados en el DSC, a la vista del elevado punto de fusión del hierro y del oxido de hierro [5]. Tan elevadas temperaturas indican que ha tenido lugar una reacción química.

Usando la toma de imagen de electrón retro reflejado (BSE), se seleccionaron esferas contenidas en los residuos resultantes del calentamiento por DSC que aparecían ser ricas en hierro. Un ejemplo se muestra en la Fig (21) junto con el correspondiente espectro XEDS de esta esfera.

Para estimar el contenido de los elementos se realizó un análisis cuantitativo convencional. En el caso de este esferoide rico en hierro, el contenido de hierro excede el contenido de oxígeno en factor aproximado de dos, por lo que hierro elemental sustancial debe estar presente. Este resultado fue repetido en otros esferoides ricos en hierro en las muestras post DSC así como en marcas en el residuo del que no se formaron esferas. Se observaron esferoides con proporciones aproximadas de hierro/oxígeno de hasta 4 a 1. También se encontraron otras esferas ricas en hierro en los residuos post DSC que contenían hierro junto con aluminio y oxígeno (Ver la Sección “Discusión”).

El que hayan ocurrido reacciones termiticas de las esquirlas rojo/gris en el DSC (método de ignición mediante elevación de temperatura) queda confirmado por la observación combinada de:

- 1). Reacciones altamente energéticas que tienen lugar a 430 °C aproximadamente
- 2). Formación de esferas ricas en hierro que indican que el producto tiene que haber estado lo suficientemente caliente como para ser fundido (a mas de 1400 °C para hierro y oxido de hierro)
- 3). esferas, esferoides y residuos no-esféricos en los cuales el contenido de hierro excede al contenido de oxígeno. Como cabía esperar, cantidades significativas de hierro elemental está ahora presente como resultado de la reacción termitica de oxidación-reducción de aluminio y oxido de hierro.

La evidencia de la existencia de material termitico altamente energético en el polvo del WTC es convincente.

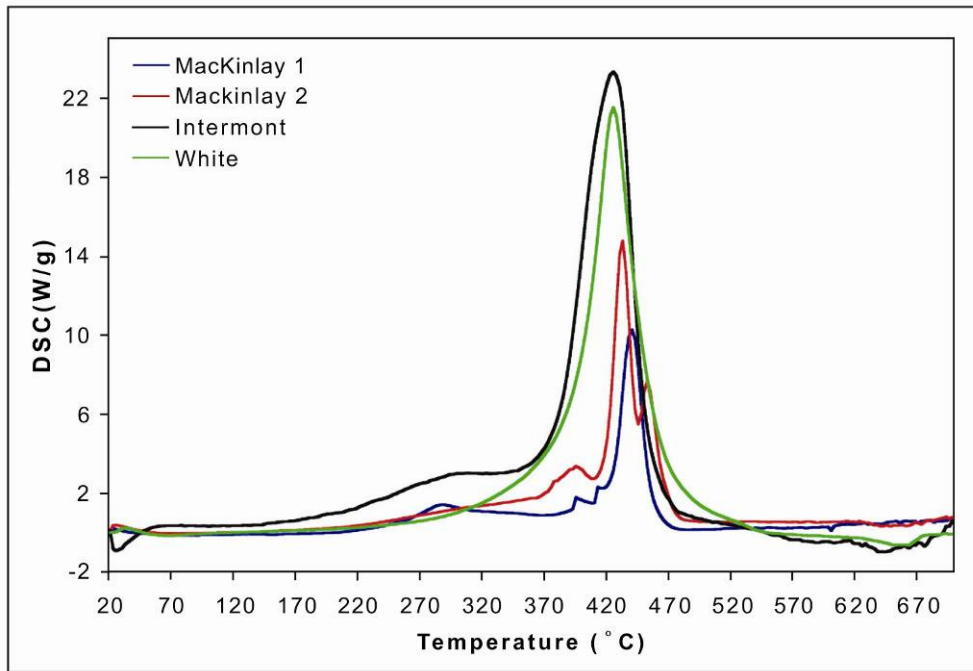


Fig. (19). Rastros de muestras de cuatro esquirlas rojo/gris encontradas en el polvo WTC analizadas con calorimetro de escaneo diferencial (DSC).

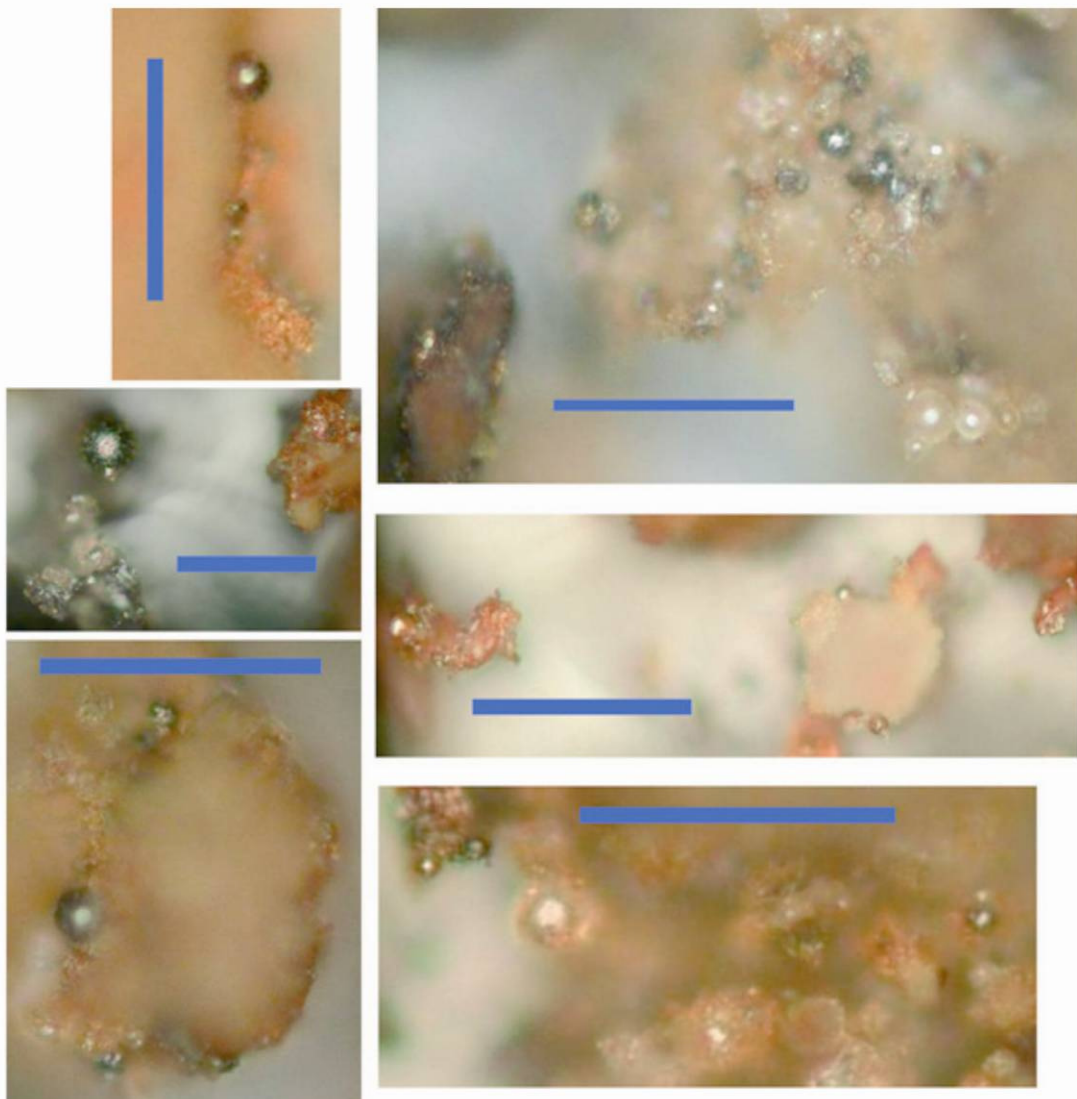


Fig. (20). Fotomicrograma de residuos de una esquirla rojo/gris encendida en el DSC. Observe las esferas con brillo metálico así como las esferas translúcidas. Cada una de las marcas azules en el escalimetro representa 50 micras.

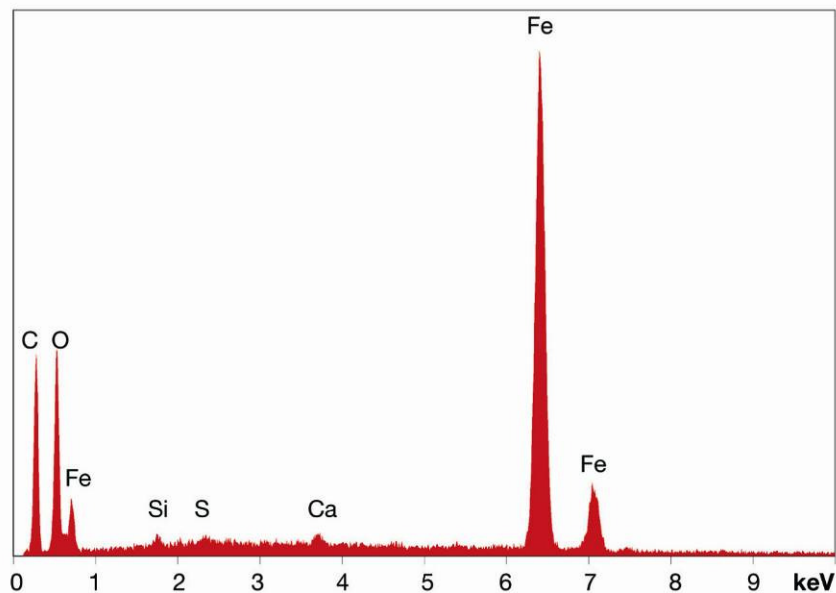
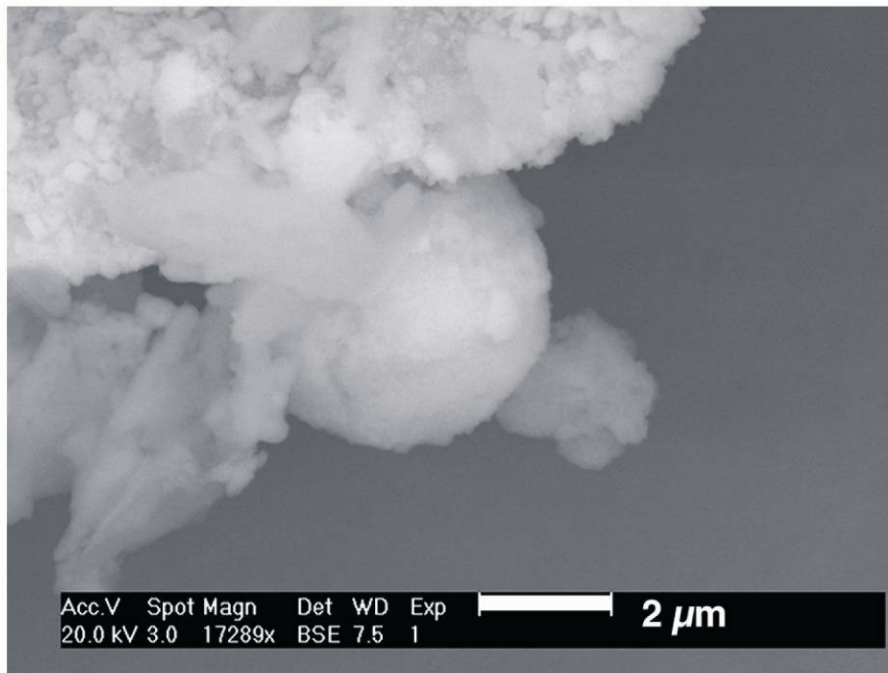


Fig. (21). Esferoides encontrados en los residuos post DSC mostrando esferas ricas en hierro y el correspondiente espectro XEDS. El pico de carbono debe ser considerado indeterminado ya que esta muestra fue cubierta con una delgada capa de carbono con objeto de excluir carga bajo el haz de electrones.

5.- Ensayos de ignición con llama

El DSC empleado en nuestros estudios no permiten una inspección visual de la reacción energética, por lo que también se realizaron ensayos aplicando una pequeña llama de oxiacetileno sobre las esquirlas rojo/gris. Las muestras fueron, bien calentadas sobre un bloque de grafito (Fig. 22) o sostenidas con unas pinzas sobre la llama. También se realizaron ensayos con algunas muestras de pintura y en cada caso, la muestra de pintura era inmediatamente reducida a frágiles cenizas por la llama caliente. No obstante este no fue el caso con ninguna de las esquirlas rojo/gris procedentes del polvo WTC.

La primera esquirla rojo/gris sometida a ensayo medía 1mm x 1mm. Después de unos segundos de calentamiento, se pudo observar la expulsión a alta velocidad de partículas calientes bajo la mano de la persona que sostenía el soplete (Fig. 22). La luz intensa y el color naranja brillante de la partícula es prueba de su alta temperatura.

En este caso, el intento de recuperar el diminuto producto final de la reacción no tuvo éxito. Un corto video clip del ensayo se puede obtener a través de: http://journalof911studies.com/volume/2008/oxy_redchip_slow.mov

En un posterior ensayo a la llama, se pudo recuperar el producto final y se muestra en el fotomicrograma y la imagen SEM de la Fig (23). Una vez mas, la formación de formas semiesféricas ricas en hierro demuestran que los residuos han sido fundidos, permitiendo que la tensión superficial del liquido diese lugar a las formas esféricas. No obstante, la evidencia obtenida en el análisis DSC es mas convincente de que una reacción termítica actualmente tiene lugar puesto que, en ese caso, la ignición es observada cuando el material rojo es calentado hasta no mas de 430 °C.

DISCUSIÓN

Todas las muestras de polvo analizadas contenían esquirlas rojo/gris. Las esquirlas se caracterizan por una capa roja en la cual, análisis XEDS identifican carbono, oxígeno, aluminio,



Fig. (22). Aplicando un pequeño soplete a una diminuta esquirla roja (izquierda) seguida unos segundos después de expulsión de material, produciendo una ráfaga horizontal anaranjada que corre hacia la mano del operador (derecha). (Imágenes de video de este ensayo de ignición por llama).

silicio y hierro, así como una capa gris en la cual se han encontrado principalmente hierro y oxígeno. Las proporciones de esos elementos parece ser similar, especialmente, cuando estos análisis son realizados sobre una sección transversal limpia de las capas. La toma de imágenes BSE muestran asimismo la consistencia de las capas rojas revelando el tamaño y la morfología de las partículas que están contenidas en el grueso de las capas. Los resultados muestran claramente las similitudes de las esquirlas rojo/gris en las diferentes muestras de polvos recogidas de los cuatro lugares distintos.

Nuestros resultados plantean un número de preguntas

1. ¿Cuanto del energético material rojo sobrevivió durante la destrucción del WTC?

En la muestra facilitada por el coleccionista J. MacKinlay, la fracción de esquirlas rojo/gris fue estimada a grosso modo. Quince pequeñas esquirlas con una masa total combinada de 1,74 mg fue extraída de 1,6 g de muestra del polvo del cual,

fragmentos fácilmente identificables de vidrio y hormigón fueron separados a mano. Por consiguiente, la fracción de esquirla rojo/gris era aproximadamente del 0,1% en peso del polvo seleccionado. Otro muestreo puso de manifiesto 69 pequeñas esquirlas rojo/gris en una muestra de 4,9 g de polvo seleccionado. Se están llevando a cabo análisis adicionales de muestras para refinar esta estimación. La caída de las torres del WTC produjeron enormes cantidades de polvo cuya masa total es difícil de establecer; pero, sin duda, la masa total de esquirlas rojo/gris en el polvo del WTC debe ser sustancial dado la fracción de esquirlas observada en esas muestras.

2. ¿Es el material rojo termítico por naturaleza?

Nuestras observaciones muestran que el material rojo contiene sustanciales cantidades de aluminio, hierro y oxígeno muy finamente mezclados. En la muestra empapada en MEK observamos una clara migración y agrupamiento del aluminio separándose de otros elementos lo que nos llevó a determinar que el aluminio elemental y el dióxido de hierro

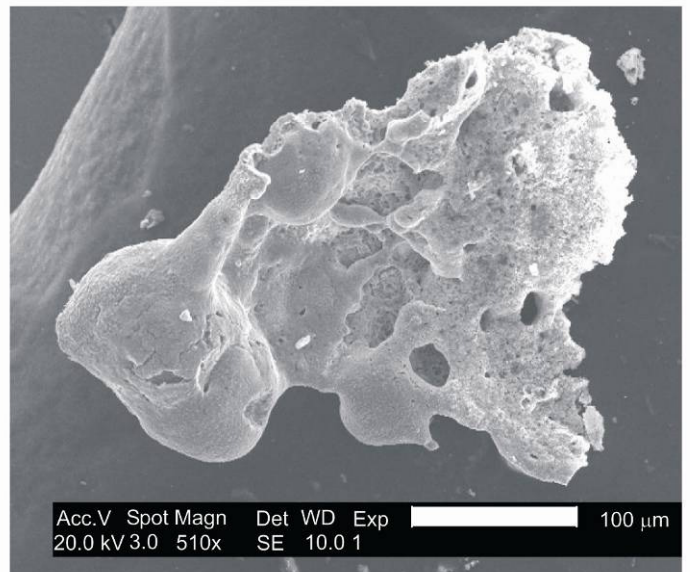
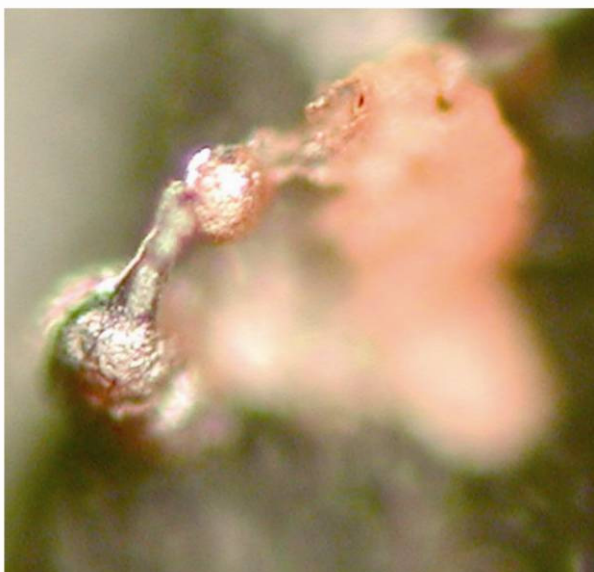
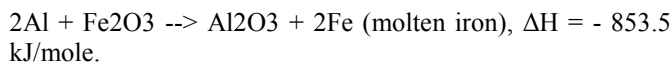


Fig. (23). Esferoides gris plateados (izquierda) son visibles tras el ensayo de ignición de una esquirla rojo/gris extraída de la muestra 1. Algo del material rojo poroso permanece; ambos pueden verse en la correspondiente imagen SEM (derecha)

deben estar presentes. En el producto recogido después de la ignición DSC, encontramos esferas que no estaban presentes inicialmente. Muchas de estas esferas eran ricas en hierro y también encontramos hierro elemental en los residuos post ignición. Además, los rastros DSC demuestran que las esquirlas rojo/gris reaccionan vigorosamente a una temperatura por debajo de la de fusión del aluminio y por debajo del punto de ignición (oxidación) de los gránulos ultra finos (UFG) de aluminio al aire.[18]. Estas observaciones nos recordaron la nano-termita fabricada, entre otros, en el Lawrence Livermore National Laboratory; Diversas ponencias publicadas describen este material como una mezcla íntima de aluminio ultrafino (UFG) y óxido de hierro en compuestos nano-termiticos para formar productos pirotécnicos o explosivos [19-21]. La reacción termitica involucra aluminio y un óxido metálico, como en esta típica reacción con óxido de hierro:

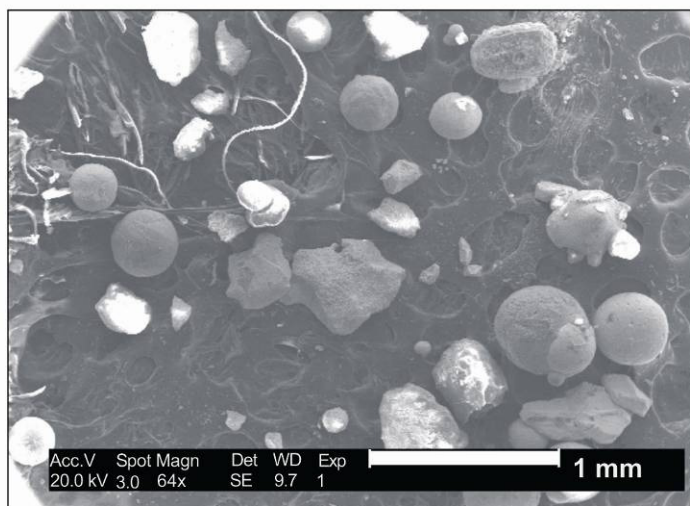


La termita disponible comercialmente se comporta como un producto incendiario cuando es encendida [6], pero cuando los ingredientes son gránulos ultra-finos (UFG) y están íntimamente mezclados, esta nano-termita reacciona muy rápidamente, incluso explosivamente por lo que a veces se la llama super-termita [20-22].

Nos gustaría hacer una comparación detallada entre las esquirlas rojas y compuestos conocidos como super-termita, junto a comparaciones de los productos que siguen a la ignición, pero existen muchas formas de esta termita de alta tecnología y esta comparación debe esperar a que se realice un futuro estudio. Mientras tanto, comparamos con productos comercialmente disponibles (macro-termita). Durante el encendido de la termita, hemos observado que se forman muchas de las esferas y esferoides puesto que el producto fundido de la reacción es vigorosamente disperso. Estas partículas tienden a hacerse esféricas debido a la tensión superficial y, siendo pequeñas, se enfrían rápidamente y se solidifican a medida que caen a través del aire por lo que conservan su forma esférica.

Para facilitar la comparación entre los productos de la ignición de las esquirlas rojo/gris y el de la termita comercial, hemos yuxtapuesto las imágenes y los espectros XEDS respectivos.

Images of spheroids



Observamos que los residuos esferoidales de la ignición de las esquirlas rojas (Fig. 25, 26) poseen una identidad química sorprendente similar al espectro XEDS típico de un esferoide generado por la termita comercial. (Fig. 24). Esta similitud respalda nuestra hipótesis de que las esquirlas rojas son, sin discusión, una forma de termita.

Además de las esquirlas rojo/gris, nuestro equipo ha encontrado muchas esferas pequeñas en el polvo del WTC. Estas esferas contienen los mismos elementos que el residuo de la termita, como hemos destacado en nuestra anterior ponencia [5]. En la (Fig 27) se muestran esferas encontradas en el polvo del WTC y espectros XEDS representativos de dichas esferas (Fig 28); desde estas líneas invitamos al lector a que compare estos resultados con aquellos encontrados en la ignición de la termita comercial y en el de las esquirlas rojo/gris (arriba).

3. ¿Podría el material rojo ser Supertermita sin reaccionar?

Nosotros hemos detectado que a termita ordinaria actúa como incendiaria cuando se la hace arder. No obstante, cuando los ingredientes son gránulos ultra finos y están íntimamente mezclados, la mezcla reacciona muy rápidamente, incluso de forma explosiva [20]. Por lo tanto, existe una forma altamente energética de termita conocida con el nombre de nanocompuesto energético o “super-termita”, compuesta de aluminio y óxido de hierro con, al menos, uno de los componentes con un tamaño de 100 nm o menos y, con frecuencia, con sílice y carbono [19-28].

“Las proporciones de reacción entre aluminio nano tamaño y óxidos metálicos puede ser significativamente mayor que las observadas con tradicionales polvos de termita de micras de tamaño. Las reacciones que tienen lugar entre metales y polvos de óxidos metálicos son acompañadas por una generación de altas temperaturas (>3000 K). Las super-termitas, formadas mezclando nano polvos de aluminio y óxidos metálicos resultan en una proporción de energía liberada dos veces mas elevadas que la liberada por mezclas similares consistente en reactivos de micras de tamaño” [22].

La capa roja de las esquirlas rojo/gris es de lo mas interesante por cuanto contiene aluminio, hierro y componentes de

XEDS spectra of spheroids

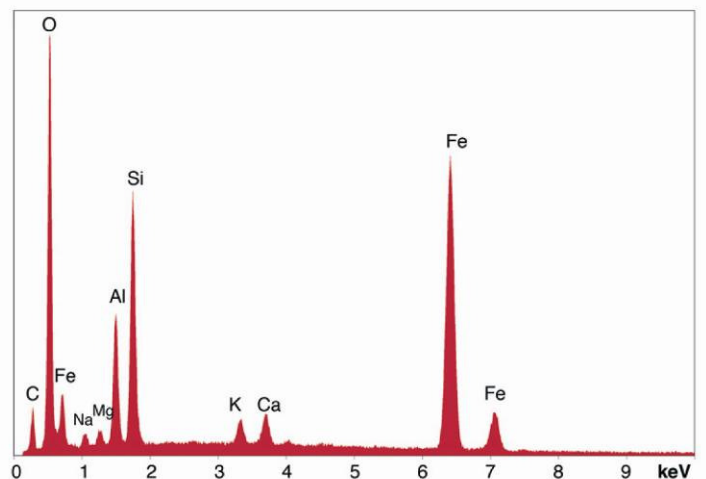


Fig. (24). Esferas formadas durante la ignición de la termita comercial con su correspondiente espectro XEDS.

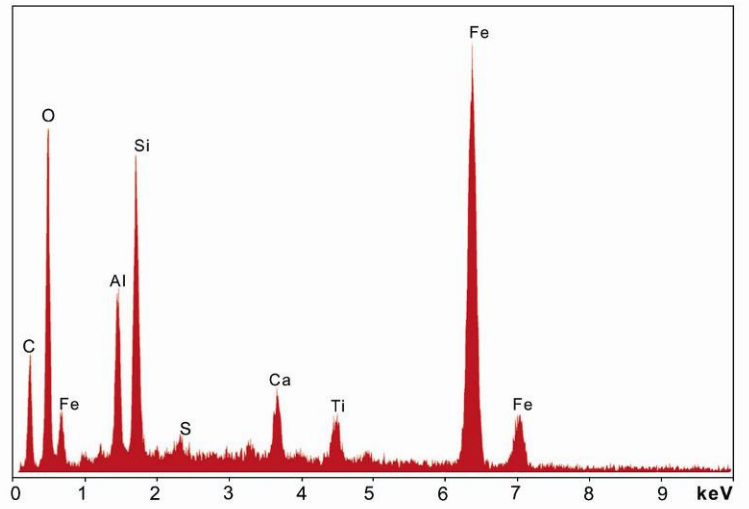
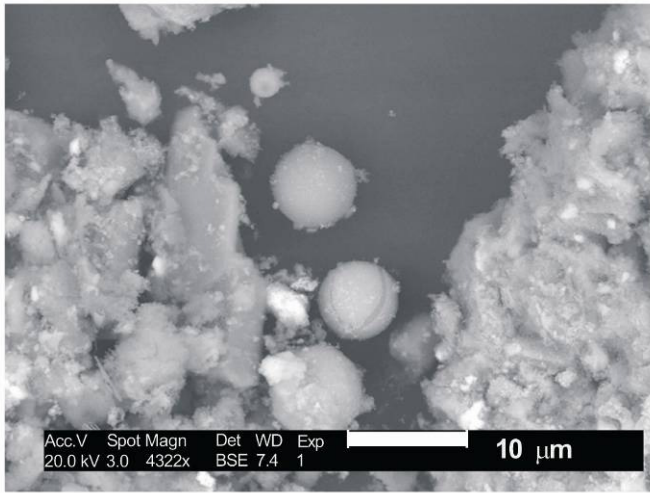


Fig. (25). Esferas formadas durante la ignición de esquilas rojo/gris en DSC, con los correspondientes espectros típicos XEDS (aunque las esferas en las que predominan el hierro y algo de oxígeno también pueden verse en los residuos post ignición).

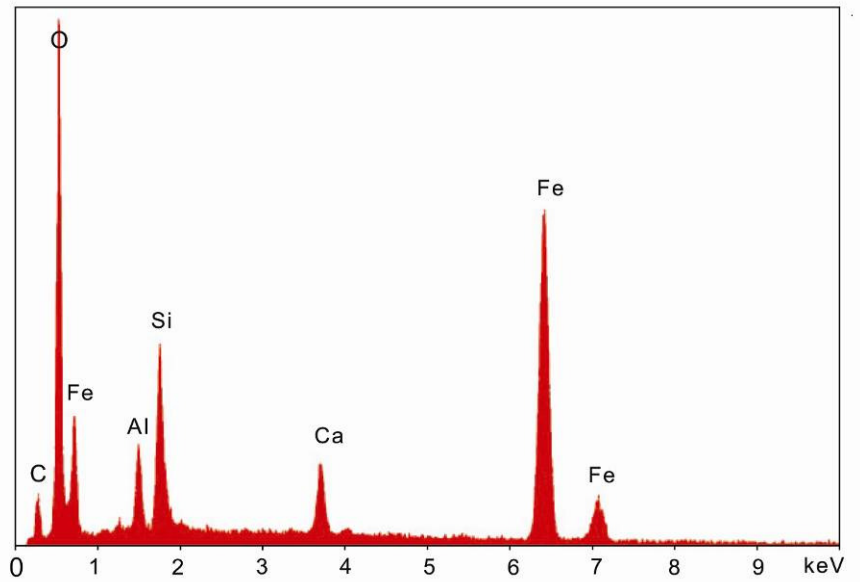
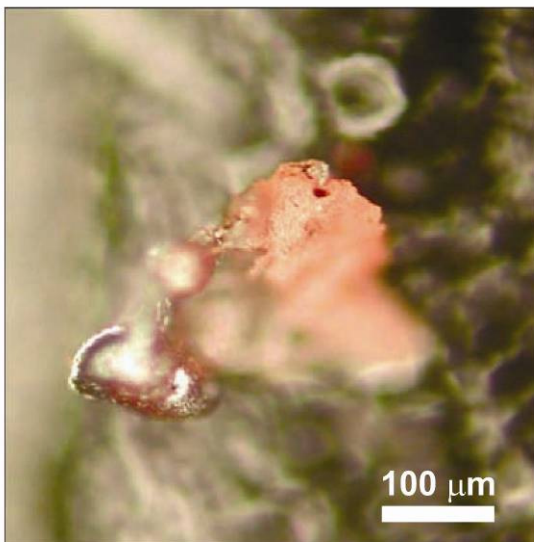


Fig. (26). Residuos de esquilas rojas sujetas a un ensayo de llama. Espectro XEDS de la micro-esfera más a la izquierda.

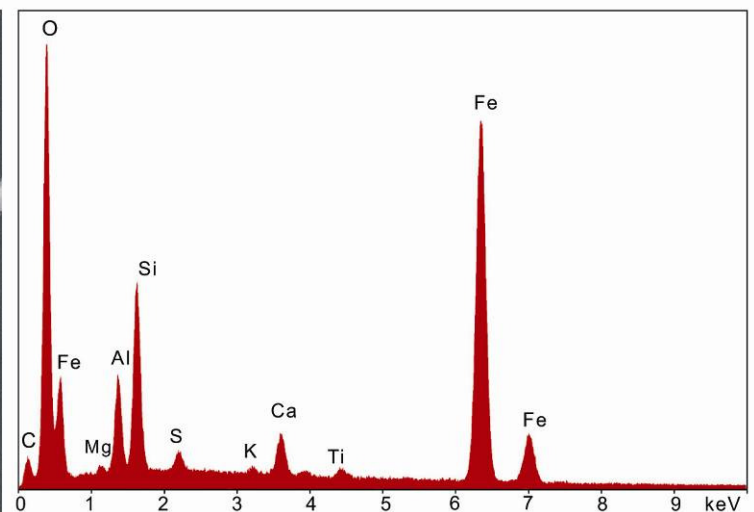
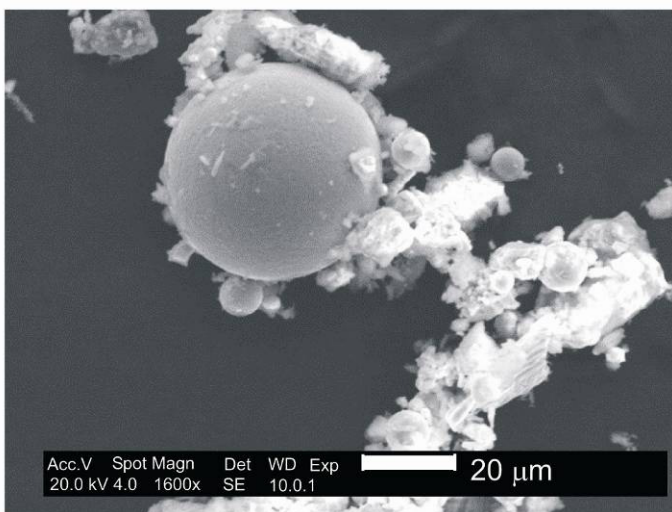


Fig. (27). Esferas extraídas del polvo del WTC.

Fig. (28). Espectro XEDS de una esfera encontrada en el polvo del WTC.

oxígeno los cuales están íntimamente mezclados a una escala de 100 nanómetros (nm) o menos. Ahora comparamos residuos DSC obtenidos de una esquirla rojo/gris del polvo WTC con un residuo obtenido de super-termitas conocidas (Ver Fig 29).

La termita ordinaria arde a mucha mas alta temperatura (unos 900°C o mayor) y rinde un rastro significativamente mas amplio que el de la super-termita [21]. Todos estos datos sugieren que el material termitico encontrado en el polvo WTC es una forma de nano-termita, y no ordinaria (macro) termita. No haremos ningún intento de especificar la forma particular de nano-termita presente en el polvo hasta que sepamos mas sobre el material rojo y, especialmente, sobre la naturaleza del material orgánico que contiene.

4. ¿Existía la tecnología para fabricar nanocompuestos altamente exotérmicos antes del 11-9-2001?

Nosotros encontramos la respuesta en un informe preparado por Gash y otros, de fecha Abril 2000, es decir, diecisiete meses antes de la tragedia:

“Los compuestos nano estructurados son materiales multi-componentes en los cuales, al menos una de las fases componentes tiene una o mas dimensiones (longitud, anchura o espesor) en el rango de tamaño del nanometro, definido como 1 a 100 nm. Los nanocompuestos energéticos son una clase de materiales que tienen dos componentes (combustible y oxidante) íntimamente mezclados y donde, al menos una de las fases componentes satisface la definición de tamaño descrita anteriormente. Un producto pirotécnico derivado de una solución coloidal es un ejemplo de un nanocompuesto energético en el cual las nanopartículas de óxidos metálicos reaccionan con metales u otros combustibles de forma muy exotérmica. El combustible reside en los poros de la matriz sólida mientras que el oxidante comprende, al menos, una porción de la

matriz primaria”. “Como ejemplo, los nanocompuestos de óxidos de hierro (FexOy) y aluminio metálico son fácilmente sintetizados. Las composiciones son estables, seguras y pueden ser fácilmente encendidas” [19].

Nosotros concluimos que la tecnología para fabricar materiales que coinciden perfectamente con las características de las esquirlas rojas era disponible en Abril del año 2000. En el mismo informe, los científicos apuntan a que los “polímeros” pueden ser añadidos a los nanocompuestos:

“Este método de gel coloidal permite la adición de materiales insolubles (ej. metales o polímeros) al coloide viscoso, justo antes de la gelificación, para producir un nanocompuesto energético y uniformemente distribuido una vez alcanzada la gelificación. Justo antes de la gelificación se añadió aluminio metal (en forma de polvo fino de ~6µm de diámetro) a algo de gel de síntesis de FexOy para producir compuestos pirotécnicos del tipo FexOy /Al. Estos nanocompuestos fueron subsecuentemente procesados para fabricar xerogel y aerogel de este material. Los nanocompuestos pirotécnicos pueden ser encendidos utilizando un soplete de propano” [19].

Por supuesto, las esquirlas rojas pueden ser encendidas utilizando un soplete y las mismas tienen las propiedades de un nanocompuesto pirotécnico. Todos los ingredientes requeridos están presentes – aluminio, hierro, oxígeno, sílice y carbono – y están incorporados de tal forma que las esquirlas dan lugar a formas (y algunas veces despiden) materiales muy calientes cuando son encendidos. El informe Gash describe espectros FTIR que caracterizan este energético material. Nosotros hemos llevado a cabo estos mismos ensayos y publicaremos los resultados en otra publicación. Hemos detectado que los polímeros en la matriz puede que sean responsables de la absorción del MEK y el

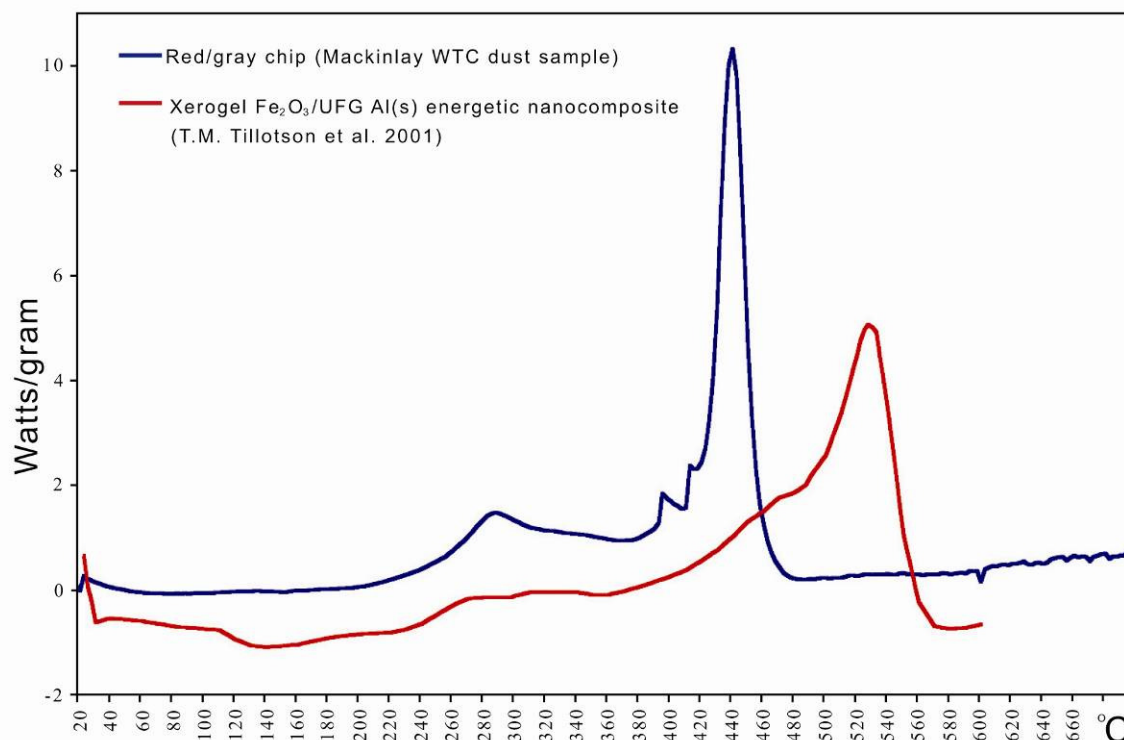


Fig. (29). Rastro DSC de la muestra 1 (línea azul) comparada con un nanocompuesto de xerogel Fe₂O₃/UFG Al (de Tillotson y otros. [28]). Ambos rastros DSC muestran una reacción completa a temperaturas por debajo de 560° C.

consiguiente hinchado que pudimos observar [29].

Un informe de una conferencia dada en Abril 2001 desvelaba quien trabajaba con esos explosivos por aquel entonces:

La 221 Reunión Nacional de la Sociedad Americana de Química celebrada en San Diego en Abril 2001 incluía un simposio sobre Aplicaciones Militares de los Nanomateriales. Una de las 4 sesiones se titulaba “nanoenergética”... Esta sesión dio una buena idea del alcance de los trabajos que se llevaban a cabo en este campo en los últimos 10 años... En aquel entonces, todos los servicios militares y algunos DOE y laboratorios universitarios tenían programas activos de I+D dirigidos a explotar **las propiedades únicas de nanomateriales con potencial para ser usados en formulaciones energéticas para la fabricación de explosivos avanzados..... Los productos nanoenergéticos prometen mucho como ingredientes útiles en la fabricación de termobáricos (TBX) y armas termobáricas (TBX)**, particularmente debido a su alto grado de capacidad de adaptación en lo referente al manejo del impulso y energía liberada [20].

La característica de “manejo del impulso” puede ser significativa. Es posible elegir formulaciones que tengan la suficiente repercusión para alcanzar la fragmentación deseada a la vez que minimiza el nivel de ruido.

5. ¿Puede manipularse la Super-Termita con seguridad?

En el Informe de Gasy y otros, de Abril 2000, se afirma:

“La naturaleza de los nanocompuestos húmedos también permiten un grado de adicional de seguridad. En nuestras manos, la ignición de nanocompuestos pirotécnicos húmedos no es posible hasta que el proceso de secado se ha completado. Esta propiedad debería permitir la producción de grandes cantidades de productos pirotécnicos para su almacenamiento seguro durante algún tiempo antes de su utilización” [19].

La manipulación segura de materiales coloidales maleables permite el fácil recubrimiento de superficies (como el acero), como el mismo grupo dice haber conseguido en un informe posterior.

“El proceso de gel coloidal es muy adaptable en tecnologías de revestimiento por pulverización para el revestimiento de superficies. Nosotros hemos hecho uso de esta propiedad para revestir por inmersión varios substratos para fabricar revestimientos de Fe₂O₃/Al/Viton. El revestimiento energético seca hasta dejar una agradable película adherente. “Nosotros hemos preparado polvos finos, palets prensados, moldes monolíticos y películas delgadas de nanocompuestos energéticos orgánicos & inorgánicos híbridos” [25].

Por consiguiente, los nanocompuestos energéticos pueden ser pulverizados e incluso “pintados” sobre superficies, formando con efectividad una pintura energética e incluso explosiva. Las esquirlas rojas que encontramos en el polvo del WTC conforma con esta descripción de “película delgada” de nanocompuestos energéticos orgánicos & inorgánicos híbridos”. De hecho, el descriptivo término de

“revestimiento energético” y el de “agradable película adherente” encajan muy bien con nuestras observaciones de las esquirlas rojas que sobrevivieron la destrucción del WTC. No obstante, por ahora no podemos determinar si la delgadez de las esquirlas fueron el resultado del método de aplicación o de la forma de reaccionar. Mientras que la aplicación de una película delgada podría haber satisfecho unos resultados específicos deseados, es también posible que el efecto de enfriamiento del acero con el que el material estuvo en contacto, pudo haber evitado que reaccionase una película delgada de una mayor masa. El hecho de que la mayor parte de las esquirlas tienen una destacada capa gris sugiere que el material sin reaccionar estuvo en contacto íntimo con algo más, ya fuere su objetivo, un contenedor o un adhesivo.

Clapsaddle y otros, destacan adicionalmente en su informe:

“Estos resultados indican que bajo condiciones ambiente, el nanocompuesto energético orgánico & inorgánico híbrido es muy estable para impactar, es insensible a la chispa y solamente muy poco sensible a la fricción. Como se destacó en la sección experimental de este informe, en nuestras manos, los nanocompuestos húmedos híbridos son seguros de manipular y difíciles a la ignición térmica. No obstante, una vez seco, el material quema muy rápida y vigorosamente con la evolución de cantidades significantes de especies gaseosas” [24].

Los componentes orgánicos contribuyen a la rápida evolución gaseosa y naturaleza explosiva de estas supertermitas energéticas cuando secan.[24].

El Laboratorio Nacional de Los Álamos ha desarrollado cerillas eléctricas fabricadas con super termita cuyas aplicaciones incluyen la detonación de explosivos... para demolición [30]. Por supuesto, es posible que tales cerillas, que están diseñadas para ser encendidas con un simple impulso eléctrico, pudiesen contener material similar al encontrado en el material rojo que hemos encontrado en el polvo del WTC. En relación con las cerillas de super termita, el comunicado de Los Álamos destaca:

“Desafortunadamente, las cerillas eléctricas convencionales utilizan componentes que contienen plomo que son extremadamente sensitivos al impacto, a la fricción, a las cargas estáticas y al estímulo del calor, lo que las hace peligrosas de manipular. Además, estos compuestos generan humos tóxicos. Las cerillas eléctricas de super termita no producen humos tóxicos de plomo y son más seguras de manipular porque son resistentes al impacto, a la fricción, al calor y a las descargas estáticas debido a su composición, por lo que minimizan una ignición accidental. Estas cerillas pueden ser diseñadas para crear diversas condiciones térmicas de inicio – simples chispas, escoria caliente, pequeñas gotas o llamas – dependiendo de las necesidades de las diferentes aplicaciones [30].

6. ¿Cual es la energía liberada por la Super Termita en comparación con la liberada por explosivos convencionales?

Un gráfico en un artículo sobre materiales energéticos nanoestructurados [21] muestra que el rendimiento energía/volumen del material compuesto Al/Fe₂O₃ excede al de los explosivos TNT, HMX y TATB comúnmente utilizados en demoliciones (Ver Fig. (30)).

Es sorprendente que algunas de las esquiras rojo/gris liberen mas energía en kJ/g que la de la termita ordinaria, como ilustra el gráfico de barras azul que se muestra en la Fig 30. El máximo teórico para la termita es 3,9 kJ/g [27]. Nosotros sugerimos que el material orgánico evidente en las esquiras rojo/gris es asimismo altamente energético, muy probablemente, produciendo gas para proporcionar la presión explosiva. Una vez mas, la termita convencional es vista como un producto incendiario mientras que la super termita, la cual puede incluir ingredientes orgánicos para una rápida generación de gas, es considerada un producto pirotécnico o explosivo [6.24]. Puesto que este ensayo fue realizado al aire, es posible que algunos de los aumentos de energía producida pudieran ser producto de la oxidación al aire de los componentes orgánicos.

7. ¿Podría el material rojo de las esquiras tratarse de pintura ordinaria?

Nosotros medimos la resistividad del material rojo (con muy poco material gris adherido a un lado) utilizando el multimetro Fluke 8842^a con objeto de compararla con la de pinturas ordinarias, mediante la fórmula:

$$\text{Resistividad específica} = RA / L,$$

Siendo R = resistencia en Ohms; A = sección transversal en m²; L = Espesor en mm.

Dado el diminuto tamaño de la esquirra roja, de unos 0,5 mm x 0,5 mm, utilizamos dos sondas, obteniendo un valor aproximado de 10 ohm-m. Esto es varias veces menor en orden de magnitud que las capas de pintura que encontramos tabuladas y que típicamente son por encima de 1010 ohm-m [31].

Otro ensayo, descrito arriba, incluye el someter las esquiras rojas a la acción del solvente metil-etil-ketona con agitación durante 10 horas. El material rojo se hinchó pero no se disolvió, quedando una matriz endurecida rica en sílice tras este proceso. Por otro lado, las muestras de pintura con la

misma exposición a la acción del solvente MEK quedaron limpias y mostraron una disolución significativa, como era de esperar ya que el MEK es un disolvente de pinturas.

Adicionalmente, hemos demostrado que el material rojo contiene aluminio elemental y óxido de hierro, en interesante configuración e íntimo mezclado en las esquiras supervivientes (Ver Resultados Sección 1). Las especies son pequeñas (ej. Los gránulos de óxido de hierro son aproximadamente 100 nm de ancho) en una matriz que incluye sílice y carbono, lo que sugiere que sean compuestos de super termita. Cuando las esquiras rojas arden, producen muy altas temperaturas, incluso hoy, varios años después de la tragedia del 11-S, como demuestra el brillante destello observado en la producción de esferas fundidas ricas en hierro (Ver fotomicrogramas en la Fig 20). Correspondientemente, los ensayos DSC demuestran la liberación de elevada entalpía, actualmente, excediendo a la de la termita pura. Además, la energía es liberada en un corto espacio de tiempo, como demuestra la estrechez de los picos en la Fig (29). Los residuos posteriores al ensayo DSC contienen microesferas en las cuales, el hierro excede al contenido de oxígeno, lo que implica que, al menos, algo de óxido de hierro ha sido reducido en la reacción. Si se fabricasen unas pinturas que incorporasen estos materiales tan energéticos, serian muy peligrosas en estado seco y muy probablemente exigirían aprobación oficial para su uso en la construcción de edificios. Para merecer consideración, cualquier afirmación de que una sustancia prosaica como la pintura pudiera igualar las características que hemos descrito aquí, debería venir acompañada por una demostración empírica utilizando una muestra del material propuesto, incluyendo análisis SEM / XEDS y DSC.

8. ¿Qué futuros estudios se contemplan?

Hemos observado que la energía total liberada de algunas de las esquiras rojas superan el límite teórico de la termita aislada (3,9 kJ/g). Una posibilidad es que el material orgánico en la capa roja sea energético en si mismo. La determinación de los elementos químicos que forman parte de los componentes orgánicos del material rojo ayudaría a

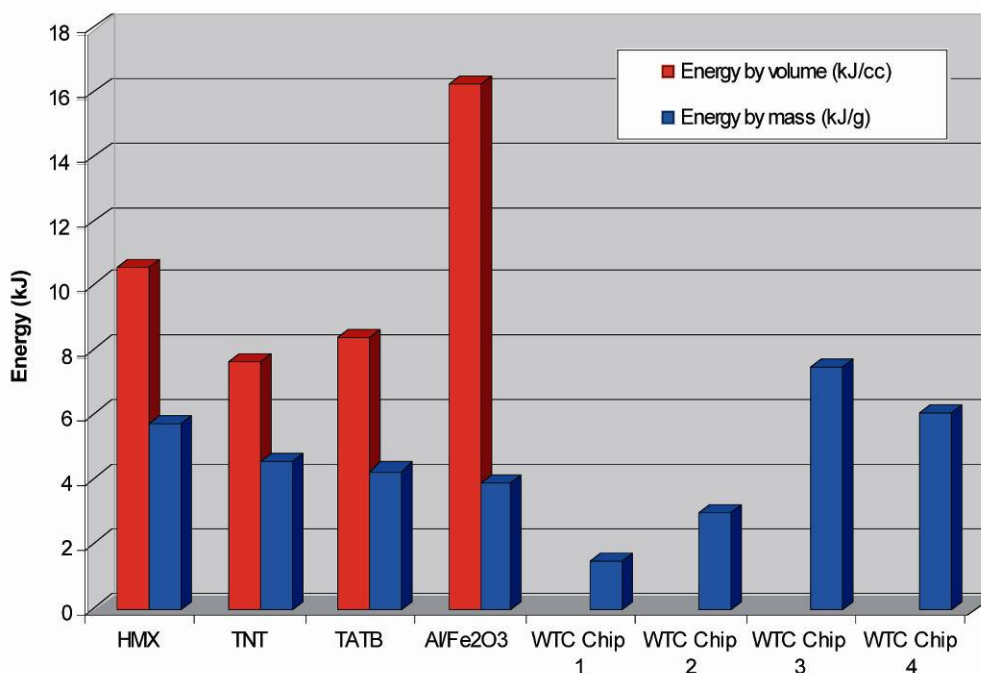


Fig. (30). Energía liberada por explosivos monomoleculares HMX, TNT y TATB para el compuesto energético Al/Fe₂O₃, [21] y energía liberada por masa para cuatro esquiras rojo/gris extraídas del polvo WTC tal y como fue medido en un calorímetro de escaneo diferencial.

comprender. También sería apropiado llevar a cabo estudios adicionales del material rojo (separado del material gris) comparado con las variantes conocidas de la super-termita, utilizando análisis DSC, TGA, FTIR, etc. En particular, urge realizar una espectroscopia de masa (NMR y GC) con objeto de identificar el material orgánico.

Hemos observado, asimismo, que algunas esquirlas tienen elementos adicionales como potasio, plomo, bario y cobre. ¿es esto significativo? y ¿por qué tales elementos aparecen en unas esquirlas rojas y no en otras?. Un ejemplo se muestra en Fig (31) la cual muestra un contenido significativo de Pb junto con C, O, Fe y Al a la par que expone múltiples capas rojas y grises.

Adicionalmente, el material de las capas grises exigen estudios adicionales. ¿Cuál es el propósito?. A veces, el material gris aparece en capas múltiples, como se muestra en la Fig (32).

El material rojo mesoporoso aparece a la izquierda, en contacto con la capa de gris oscuro próxima y un material gris mas claro a la derecha tal y como se ve en la foto de la misma esquirla (imagen a la derecha en Fig (32)). La capa gris en contacto con la capa roja tiene el espectro XEDS que se muestra en la Fig.(33) en la cual no aparece el hierro, mientras que el material gris mas hacia el exterior tiene un espectro XEDS justo como los que se muestran en la Fig (6).

En consecuencia, el material de la capa gris media contiene carbono y oxígeno y, presumiblemente, también contiene hidrógeno, aunque demasiado ligero como para ser visto utilizando este método. Puesto que la capa gris interior aparece entre otras dos capas, puede que se trate de un tipo de adhesivo, ligando un material termitico rojo poroso a otro material rico en hierro. Uno podría especular con el hecho de que el material termitico rojo haya podido ser adherido al hierro oxidado mediante un adhesivo. El efecto de enfriamiento del hierro con tal proximidad, actuando como absorbente de calor, podría enfriar la reacción y explicar el hecho de que material termitico rojo sin reaccionar, que siempre hemos encontrado en finas capas, permanece en el polvo. Estas hipótesis invitan a llevar a cabo experimentos adicionales.

En el polvo generado en las demoliciones controladas

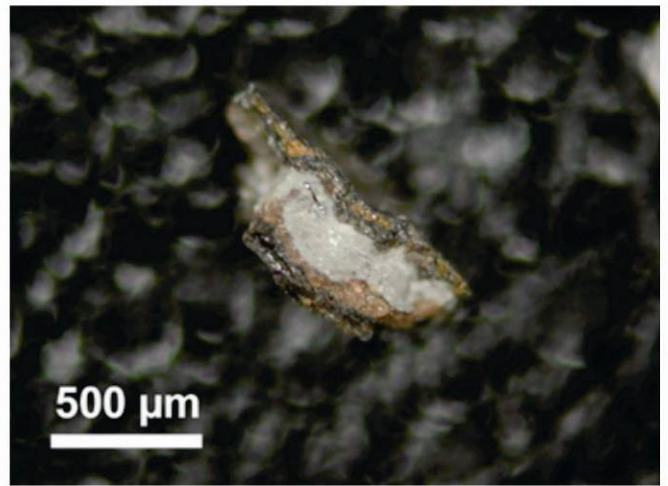


Fig. (31). Fotomicrograma de una esquirla rojo/gris encontrada en la muestra 3 mostrando múltiples capas y una poco común capa gris entre las capas rojas.

llevadas a cabo por Stardust Resort & Casino en Las Vegas (demolida el 13 Marzo 2007) y el Key Bank en Salt Lake City (demolido el 18 Agosto 2007) utilizando métodos y explosivos convencionales no se encontraron esquirlas rojo/gris de las características descritas aquí. Por supuesto, no suponemos que la destrucción de los rascacielos del WTC ocurrieron convencionalmente.

El material rojo no arde con rapidez como muestra el ensayo DSC y hemos observado un destello brillante al encenderse pero la determinación de la velocidad a la que arde el material rojo podría ayudar a clasificar este producto como un explosivo lento o rápido. Podría ocurrir que este material fuese utilizado, no como una carga en si misma, sino como un medio de ignición de explosivos de alto poder, como las cerillas de super termita. [30]. Habiendo observado material termitico sin prender en los residuos del WTC, sugerimos que se analicen otros materiales energéticos que puedan encontrarse en el polvo del WTC y que sean apropiados para su uso en cargas o explosivos. La NIST ha admitido que aún no han investigado la presencia de dichos residuos [11].

CONCLUSIONES

Nosotros hemos descubierto inconfundibles esquirlas rojo/gris en número significativo en el polvo asociado con la

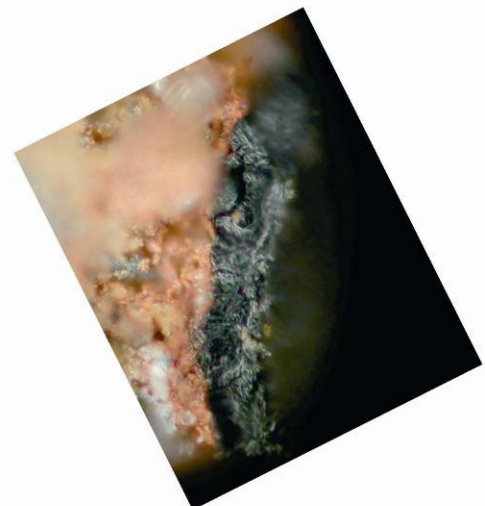
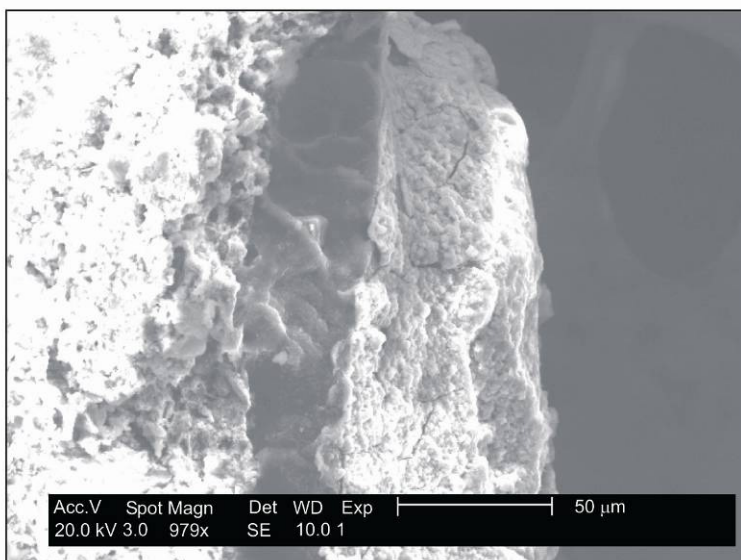


Fig. (32). Una imagen de cerca SEM de una esquirla mostrada a la derecha, la misma esquirla pero no precisamente en el mismo lugar. Las esquirlas han sido tratadas con solvente MEK de forma que la capa roja ha aumentado de tamaño y la porosidad se hace evidente.

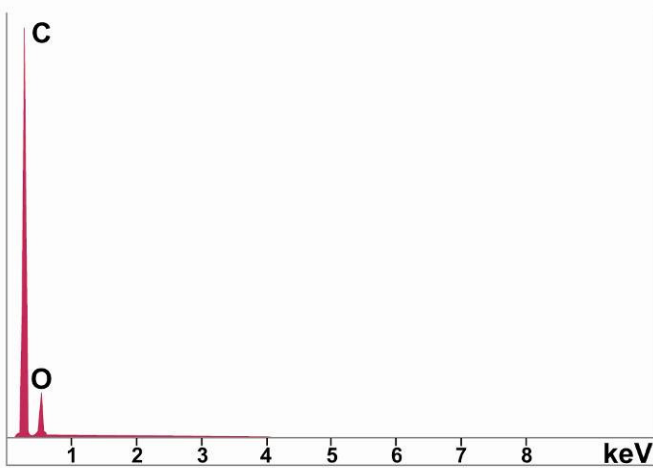


Fig. (33). Espectro XEDS para la capa gris en contacto con la capa roja de la esquirla mostrada arriba.

destrucción del WTC. Hemos aplicado el SEM/XEDS y otros métodos para caracterizar la estructura a pequeña escala y la identidad química de esas esquirlas, especialmente en lo referente a sus componentes rojos. El material rojo es el más interesante y tiene las siguientes características:

1. Está compuesto por aluminio, hierro, sílice, oxígeno y carbono aunque otros elementos potencialmente reactivos como el potasio, azufre, plomo, bario y cobre están presente en menores cantidades.
2. Los elementos primarios (Al, Fe, O, Si & C) están típicamente presentes en partículas a escala de decenas a cientos de nanómetros y una fotogrametría detallada XEDS muestra un mezclado profundo
3. Cuando se trata con solvente metil-etil-ketona se produce cierta segregación de sus componentes. El aluminio elemental se hace lo suficientemente concentrado hasta ser claramente identificable en el material previo a la ignición.
4. El óxido de hierro aparece en gránulos facetados de unos 100 nm de ancho mientras que el aluminio aparece en delgadas estructuras en forma de placas. El pequeño tamaño de las partículas de óxido de hierro permite calificar a este material como nanotermita o super-termita.
5. Los análisis demuestran que el hierro y el oxígeno están presentes en proporción constante con el dióxido de hierro (Fe_2O_3). El material rojo encontrado en las cuatro muestras de polvo del WTC era similar en la misma forma. Se encontró óxido de hierro en el material previo a la ignición mientras que no se encontró hierro elemental.
6. De la presencia de aluminio elemental y óxido de hierro en el material rojo, se extrae la conclusión de que el mismo contiene los ingredientes de la termita.
7. Como medimos utilizando DSC, el material arde y reacciona vigorosamente a una temperatura aproximada de 430 °C con una mas bien estrecha reacción exotérmica, coincidiendo bastante con la

observación independiente de una muestra de super-termita comercial. La baja temperatura de ignición y la presencia de gránulos de óxido de hierro menores de 120 nm, demuestra que el material no es termita convencional (la cual arde a temperaturas por encima de los 900 °C) sino, muy probablemente, una forma de super-termita.

8. Después de encender algunas esquirlas rojo/gris en una prueba DSC a 700 °C, encontramos en los residuos numerosos esferoides y esferas ricas en hierro, lo que indica que tuvo lugar una reacción a muy alta temperatura, puesto que el producto rico en hierro se tuvo que fundir para formar dichas esferas. En varias de las esferas se verificó el contenido de hierro elemental puesto que el contenido de hierro excedía al contenido de oxígeno. De lo anterior se sacó la conclusión que en las esquirlas calentadas se produjo una reacción de oxidación-reducción a alta temperatura, a saber, una reacción térmica.
9. Los esferoides producidos en los ensayos DSC y en los ensayos a la llama, tienen una identidad XEDS (Al, Fe, O, Si & C) la cual está agotada en carbono y aluminio en relación al material rojo original. Sorprendentemente, su identidad química coincide la identidad química de los esferoides producidos en el encendido de termita comercial y también coincide con la identidad de muchas de las micro esferas encontradas en el polvo del WTC [5].
10. El contenido de carbono en el material rojo indican la presencia de sustancias orgánicas. Esto era de esperar en las formulaciones de la super termita para que se produzcan elevadas presiones de gas tras la ignición haciéndola así explosiva. La naturaleza del material orgánico en estas esquirlas hace a estas merecedoras de investigaciones adicionales. También hemos observado que, probablemente, se trata de un material energético puesto que la energía total liberada que a veces se observa en los ensayos DSC, excede la energía máxima teórica de las clásicas reacciones termiticas.

Basándonos en estas observaciones, llegamos a la conclusión de que las capas rojas de las esquirlas rojo/gris que hemos descubierto en el polvo generado en el WTC es material termitico activo sin reaccionar que incorpora tecnología nanotermitica y se trata de un material altamente energético, pirotécnico o explosivo.

RECONOCIMIENTOS

Los autores desean dar las gracias a Tom Breidenbach, Frank Delessio, Jody Intermont, Janette MacKinlay y Steve White por las muestras de polvo obtenidas poco después de la catástrofe del WTC ocurrida el 11-S. También damos las gracias a David Griscom, Mark Basile, David Allan, Branton Campbell, Wes Lifferth, Crockett Grabbe, David Ray Griffin, Mike Berger, Frank Carmen, Richard Gage, Shane Geiger, Justin Keogh, Janice Matthews, John Parulis, Phillippe Rivera, Allan South y Jared Stocksmith por sus lúcidas discusiones y aliento. Gracias a John Parulis por recopilar muestras de residuos de termite comercial reaccionada.

REFERENCIAS

- [1] Federal Emergency Management Authority, World Trade Center Building Performance Study: Data collection, preliminary observations and recommendations, May 2002, Figure 1-7, Schematic depiction of areas of collapse debris impact, based on aerial photographs and documented damage, pp. 1-9. [Accessed February 7, 2009]. Available from partial mirrored version: http://911research.wtc7.net/mirrors/guardian2/wtc/WTC_ch1.htm
- [2] Sunder S, Grosshandler W, Lew HS, et al. Final report on the collapse of the World Trade Center towers, NIST NCSTAR. National Institute of Standards and Technology: Gaithersburg, MD 2005.
- [3] Gourley JR, McIlvaine B, Jones SE, Ryan K, Gage R. Appeal filed with NIST pursuant to earlier request for correction. J 9/11 Studies 2007; 17:1-16. [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://www.journalof911studies.com/volume/2007/AppealLetterToNISTGourleyEtAl.pdf>
- [4] Ryan KR, Gourley JR, Jones SE. Environmental anomalies at the World Trade Center: evidence for energetic materials. Environmentalist 2009; 29(1): 56-63. [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://www.springerlink.com/content/f67q6272583h86n4/>
- [5] Jones SE, Farrer J, Jenkins GS, et al. Extremely high temperatures during the World Trade Center destruction. J 9/11 Studies 2008; 19: 1-11. [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://www.journalof911studies.com/articles/WTCHighTemp2.pdf>
- [6] Jones SE. Why indeed did the WTC buildings completely collapse? J 9/11 Studies 2006; 3: 1-47. [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://www.journalof911studies.com/volume/200609/WhyIndeedDidtheWorldTradeCenterBuildingsCompletelyCollapse.pdf>
- [7] Roberts G, Jones V. Robertson: a physicist and a structural engineer debate the controlled demolition of the World Trade Center. J 9/11 Studies 2007; 10: 1-37. [Accessed February 7, 2008]. Available from: http://journalof911studies.com/volume/200704/Roberts_AnnotatedJones-RobertsonTranscript.pdf
- [8] Jones SE. Revisiting 9/11 – applying the scientific method. J 9/11 Studies 2007; 11: 55-82. [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://journalof911studies.com/volume/200704/JonesWTC911SciMethod.pdf>
- [9] Legge F, Szamboti T. 9/11 and the twin towers: sudden collapse initiation was impossible. J 9/11 Studies 2007; 18: 1-3. [Accessed February 7, 2009]. Available from: http://journalof911studies.com/volume/200703/Sudden_collapse_initiation_impossible.pdf
- [10] Gourley J. Discussion of ‘mechanics of progressive collapse: learning from World Trade Center and building demolitions’ by Bañant ZP, Mathieu V. J Eng Mech 2008; 134(10): 915-16. [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://scitation.aip.org/getabs/servlet/GetabsServlet?prog=normal&id=JENMDT000134000010000915000001&idtype=c&vips&gifs=yes>
- [11] Jones SE, Legge FM, Ryan KR, Szamboti AF, Gourley JR. Fourteen points of agreement with official government reports on the World Trade Center destruction. Open Civil Eng J 2008; 2: 35-40. [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://www.bentham-open.org/pages/content.php?TOCIEJ/2008/00000002/00000001/35TOCIEJ.SGM>
- [12] Hoffman J. The Demolition-Like symmetry of the Twin Towers’ falls. [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://911research.wtc7.net/wtc/analysis/collapses/symmetry.html>
- [13] McGee JK, Chen LC, Cohen MD, et al. Chemical analysis of world trade center fine particulate matter for use in toxicologic assessment. Environ Health Perspect 2003; 111: 972-80. [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://www.ehponline.org/members/2003/5930/5930.html>
- [14] Lee RJ Group. WTC dust signature report, composition and morphology. December 2003. [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://www.nyenvirolaw.org/WTC/130%20Liberty%20Street/Mike%20Davis%20LMDC%20130%20Liberty%20Documents/Signature%20of%20WTC%20dust/WTC%20Dust%20Signature.Composition%20and%20Morphology.Final.pdf>
- [15] Lowers HA, Meeker GP. Particle atlas of World Trade Center dust. September 2005; [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://pubs.usgs.gov/of/2005/1165/508OF05-1165.html>
- [16] Lioy PJ, Weisel CP, Millette JR, et al. Characterization of the dust/smoke aerosol that settled east of the World Trade Center (WTC) in lower manhattan after the collapse of the WTC 11. September 2001. Environ Health Perspect 2002; 110(7): 703-14. [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://www.ehponline.org/members/2002/110p703-714lioy/lioy-full.html>
- [17] Delessio F, Breidenbach T. Videotaped testimonies at Faneuil Hall, Boston, MA, December 2007. [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://video.google.com/videoplay?docid=1957490867030316250> , start at timestamp 34:54.
- [18] Sun J, Pantoya ML, Simon SL. Dependence of size and size distribution on reactivity of aluminum nanoparticles in reactions with oxygen and MoO₃. Thermochem Acta 2006; 444(2): 117-27. [Accessed February 7, 2009]. Available from: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6THV-4JRVFRD2&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=cb52f0f9dbc4aa13bc6fc39e223afa2f
- [19] Gash AE, Simpson RL, Tillotson TM, Satcher JH, Hrubesh LW. Making nanostructured pyrotechnics in a beaker. pre-print UCRL-JC-137593, Lawrence Livermore National Laboratory: Livermore, Ca; April 10, 2000. [Accessed February 7, 2009]. Available from: http://www.osti.gov/energycitations/product.biblio.jsp?osti_id=15007525
- [20] Miziolek AW. Nanoenergetics: an emerging technology area of national importance. Amptiac Q 2002; 6(1): 43-48. [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://www.p2pays.org/ref/34/33115.pdf>
- [21] Gash AE, Satcher JH, Simpson RL, Clapsaddle BJ. Nanostructured energetic materials with sol-gel methods. Mater Res Soc Symp Proc 2004; 800: 55-66. [Accessed February 7, 2009]. Available from: http://www.mrs.org/s_mrs/sec_subscribe.asp?CID=2642&DID=115856&action=detail
- [22] Puszyński JA. Reactivity of nanosized Aluminum with metal oxides and water vapor. Mater Res Soc Symp Proc 2004; 800: AA6.4.1. [Accessed February 7, 2009]. Available from: http://www.mrs.org/s_mrs/sec_subscribe.asp?CID=2642&DID=115976&action=detail

- [23] Puszynski JA, Swiatkiewicz JJ. Research Topic: Investigation of Ignition Characteristics of Heterogeneous Strongly Exothermic Reactions. Department of Chemical and Biological Engineering, South Dakota School of Mines and Technology, Current Projects. [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://ret.sdsmt.edu/projectdescr.htm>
- [24] Clapsaddle BJ, Zhao L, Gash AE, et al. Synthesis and characterization of mixed metal oxide nanocomposite energetic materials. UCRL-PROC-204118, Lawrence Livermore National Laboratory: Livermore, Ca; 12 May 2004. [Accessed February 7, 2009]. Available from: http://www.mrs.org/s_mrs/sec_subscribe.asp?CID=2642&DID=115879&action=detail
- [25] Gash AE, Simpson RL, Satcher JH. Energetic nanocomposites with sol-gel chemistry: Synthesis, safety, and characterization. LLNL UCRL-JC-146739, Lawrence Livermore National Laboratory: Livermore, Ca; 2002. [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://e-reports-ext.llnl.gov/pdf/244137.pdf> Active Thermite Material Found in WTC Dust The Open Chemical Physics Journal, 2009, Volume 2 31
- [26] Zhao L, Clapsaddle BJ, Satcher JH, Jr, Schaefer DW, Shea KJ. Integrated chemical systems: the simultaneous formation of hybrid nanocomposites of iron oxide and organo silsesquioxanes. Chem Mater 2005; 17(6): 1358-66. [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://pubs.acs.org/cgi-bin/abstract.cgi/cmatex/2005/17/i06/abs/cm048231i.html>
- [27] Clapsaddle BJ, Zhao L, Prentice D, et al. Formulation and performance of novel energetic nanocomposites and gas generators prepared by sol-gel methods. LLNL UCRL-PROC-210871, Lawrence Livermore National Laboratory: Livermore, Ca; March 2005; [Accessed February 7, 2009]. Available from: <http://e-reports-ext.llnl.gov/pdf/318263.pdf>
- [28] Tillotson TM, Gash AE, Simpson RL, Hrubesh LW, Satcher JH, Jr, Poco JF. Nanostructured energetic materials using sol-gel methodologies. J NonCryst Sol 2001; 285: 338-345. [Accessed February 7, 2009]. Available from: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TXM-435KKJV-2G&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=96168ef14a007c2cc1dee1667b0d1b2f
- [29] Bandyopadhyay A, de Sarkar M, Bhowmick AK. Polymer-filler interactions in sol-gel derived polymer/silica hybrid nanocomposites. J Polym Sci Part B. Polym Phys 2005; 43(17): 2399-412. [Accessed August 4, 2008]. Available from: <http://www3.interscience.wiley.com/journal/110572549/abstract>
- [30] R&D Awards. super-thermite electric matches. [Accessed February 7, 2009]. Available from: http://awards.lanl.gov/PDFfiles/Super-Thermite_Electric_Matches_2003.pdf
- [31] Abu Ayana YM, El-Sawy SM, Salah SH. Zinc-ferrite pigment for corrosion protection. Anti-Corros Methods Mater 1997; 44(6): 381-8. Available from: <http://www.emeraldinsight.com/Insight/ViewContentServlet?Filename=Published/EmeraldFullTextArticle/Articles/1280440604.html>