

**Análisis de los Aspectos relacionados al fuego  
en la investigación de los presuntos eventos  
del 27 de septiembre, 2014  
en el Basurero Municipal de Cocula,  
Municipio de Cocula,  
Provincia de Guerrero, México**



José L. Torero, BSc, MSc, PhD, CEng, FSFPE,  
FBRE, FRSE, FEng, FTSE  
School of Civil Engineering  
The University of Queensland  
Australia

## Preámbulo

Este informe describe un análisis de los aspectos relacionados al fuego en la investigación de los eventos que según algunos inculpados ocurrieron el 27 de septiembre del 2014 en el basurero municipal de Cocula, Municipio de Cocula, provincia de Guerrero, Méjico.

Para este análisis se han utilizado estudios disponibles en la bibliografía técnica, información proporcionada por el Grupo Interdisciplinario nombrado por la Comisión Interamericana de Derechos Humanos, el Equipo Argentino de Antropología Forense, la Procuraduría General de la República (Méjico), una inspección del Basurero Municipal de Cocula (12 de julio, 2015), observación de evidencia proporcionada por la Procuraduría General de la República, Méjico (13 y 14 de julio, 2015) y los conocimientos, experiencia y educación de quien redacta este informe. Todo documento utilizado en la elaboración de este informe será citado en la sección Referencias.

Para elaborar este informe se han hecho algunos ensayos de laboratorio, estos ensayos no tienen como intención reproducir los presuntos eventos del 27 de septiembre del 2014, más bien, su único objetivo es el de ilustrar posibles comportamientos de rocas y vegetación en las cercanías de un incendio.

Los objetivos de este informe son:

1. La evaluación del proceso de investigación desde el 27 de septiembre hasta a la fecha y únicamente en aspectos relacionados al fuego
2. La evaluación de la viabilidad de las hipótesis existentes en función a información relacionada al fuego y
3. El establecimiento de información suplementaria asociada al fuego que permita apoyar los esfuerzos de investigación.

Dado que los objetivos de este informe están limitados a fenómenos asociados al fuego, no es el objetivo del presente análisis el presentar conclusiones generales sobre la evolución de los eventos que según algunos inculpados ocurrieron el 27 de septiembre del 2014. Por ende este informe solo podrá ser utilizado en el contexto de una investigación integral de los hechos.

## 1. La Investigación de una Escena de un Incendio

El fuego es un fenómeno físico-químico de gran complejidad que ha sido estudiado por cientos de años y que en términos técnicos se conoce como la dinámica del fuego. Un resumen del estado del arte en materia de dinámica del fuego ha sido presentado por Dlysdale



Figura 24. Imágenes comparativas de las cuadrículas 08 y G12

La investigación de incendios [REDACTED] (Folios 80002, 83278, 88350) indica zonas de intensos daños "denotándose principalmente con la deformación de plásticos y materiales sintéticos" (página 7/32 y fotografías 18 y 19). Como fue discutido en secciones precedentes de este informe, las deformaciones de materiales plásticos pueden ocurrir bajo condiciones de calentamiento muy leves. **Ninguna de la evidencia material disponible permite inferir la magnitud o duración del incendio.**

En la página 8/32 [REDACTED] (Folios 80002, 83278, 88350) se indica lo siguiente:

"...se localizaron varias rocas con impacto térmico, denotándose con fracturas de manera irregular, por lo que se procedió a retirar los fragmentos fracturados a fin de observar su interior, encontrándose que en los intersticios que se encuentran entre las fracturas se observa intensa acumulación de hollín derivado principalmente de la combustión de los neumáticos o llantas (Ver fotografías 22, 23, 24, 25 y 26), este indicio en particular indica que las rocas sufrieron un importante aumento de su temperatura interna, causada principalmente por la energía calorífica liberada por la combustión de los neumáticos o llantas hasta una temperatura ligeramente abajo o igual a la temperatura de combustión de los neumáticos, lo que provocó (sic) que se fracturaran y posteriormente, permitieran la impregnación de hollín en los intersticios de las fracturas en las rocas."

Este párrafo establece una serie de conclusiones que no tienen base alguna en la física o en la evidencia material. La fractura de rocas es un proceso complejo que puede ser relacionado a los gradientes térmicos producidos cuando una roca entra en contacto con un fuego. Si bien, en algunos casos es posible inferir, en función de las características de las fracturas y del color de las rocas, la intensidad del incendio: este es un proceso altamente complejo. Las fracturas observadas en las fotografías pueden ser ocasionadas tanto por ruegos intensos como por fuegos leves. Por lo general, grandes fracturas tienden a producirse cuando la roca ha quedado expuesta a un fuego localizado donde un lado

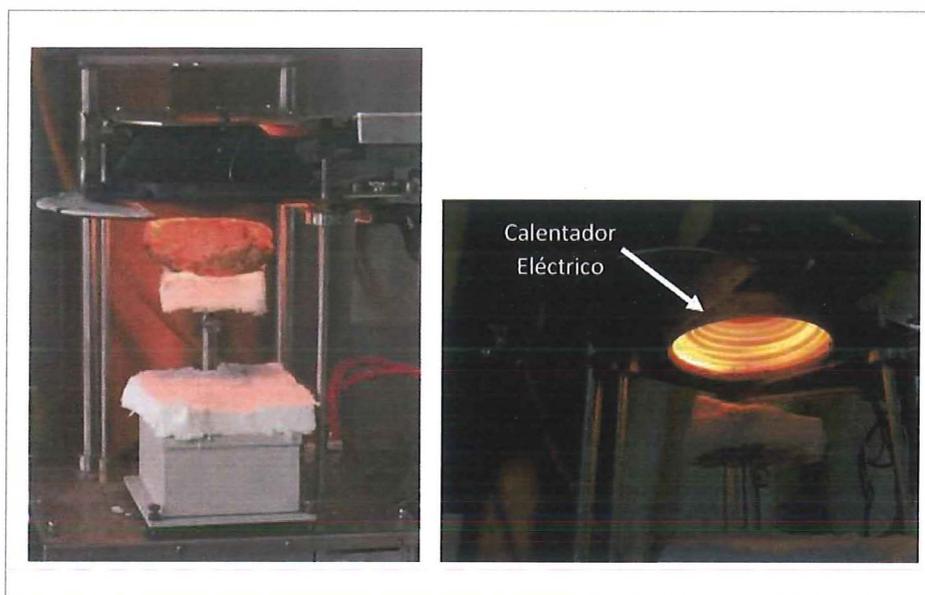
de la roca se calienta y el otro no. En este caso, el lado caliente se expande y el lado frío no, generando fuerzas internas que muchas veces resultan en grandes fracturas que separan la zona caliente de la zona fría. Por el contrario, cuando las llamas envuelven a las rocas completamente, los gradientes térmicos no se forman en zonas de la roca sino hacia el interior, más caliente en la superficie, más frío en el interior, las fuerzas endógenas generadas resultan mayoritariamente en grietas superficiales. Si bien estos fenómenos físicos pueden ser utilizados para inferir algunas características de un fuego, esto no siempre es posible puesto que muchas veces los dos tipos de fractura pueden ocurrir simultáneamente.



Figura 25. Rocas ensayadas antes de ser calentadas (22 de julio, 2015). Nótese el color amarillento de las rocas y el aislante térmico en la parte inferior de las rocas denominadas 'Insulated'.

Para ilustrar este punto, una serie de ensayos se hicieron en la Universidad de Queensland, donde rocas fueron expuestas a flujos de calor típicos de una llama convencional. El proceso de calentamiento durante los ensayos fue localizado y en un caso se calentó la roca completa y en el otro se calentó solamente la mitad de la roca ensayada. En el segundo caso, la otra mitad fue protegida por medio de un aislante térmico. La Figura 25 muestra las rocas antes de ser ensayadas y la Figura 26 el ensayo que utiliza un calentador eléctrico. Tres flujos de calor fueron ensayados pero sólo el flujo de calor de  $100 \text{ kW/m}^2$  va a ser utilizado en este informe. Este es un valor típico para una llama en contacto con la roca y muestra claramente las potenciales fracturas. Los demás ensayos dieron

resultados similares. La roca se calentó por un periodo de 30 minutos. Es importante recalcar que estos ensayos no han sido hechos para reproducir las rocas fracturadas del basurero municipal de CoCLila sino para ilustrar los tipos de fractura posibles.



**Figura 26.** Ensayo de calentamiento de una roca (22 de julio, 2015). La roca queda expuesta a un calentador eléctrico que proporciona  $100 \text{ kW/m}^2$  por un periodo de 30 minutos.

Las Figuras 27 y 28 muestran las rocas después de 30 minutos de calentamiento a  $100 \text{ kW/m}^2$ . La Figura 27 muestra el caso donde la roca fue aislada en la parte inferior y calentada sólo en la parte superior y la Figura 28 muestra una roca calentada homogéneamente. Como se puede ver en las Figuras 26, 27 y 28 las rocas han cambiado de color. En la Figura 27 se puede observar que cuando el calentamiento es parcial predominan grandes fracturas generadas por los gradientes térmicos a lo largo de la roca. Como se puede ver también existen fracturas superficiales en algunas partes de la roca en zonas de exposición térmica más directa. En la Figura 28, que muestra la roca calentada completamente, se ve una sola fractura mayor y diferentes zonas de fracturas superficiales.

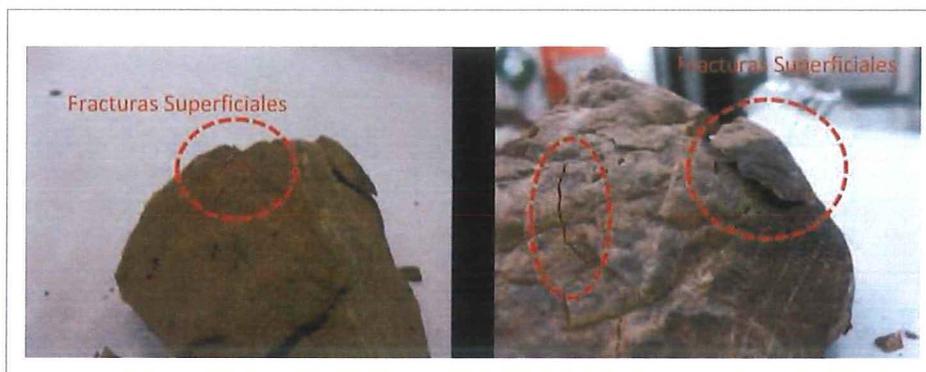


Figura 28. Roca expuesta a 100 kW/11F por 30 minutos de manera homogénea (22 de julio, 2015).

La Figura 29 muestra hollín impregnado en numerosas partes de la roca, incluidas las fracturas. El hollín es el producto de la combustión incompleta. La combustión incompleta es el resultado inevitable de llamas típicas de fuegos. El combustible por lo general es un líquido o un sólido que debe ser gasificado antes de participar en la combustión, por ende el suministro de combustible está definido por la gasificación. En fuegos el oxígeno necesario para la combustión viene acalTeado por los flujos de aire generados por la gravedad (gases calientes suben y gases fríos los reemplazan). El resultado es un muy mal control del suministro de combustible y de oxígeno que resulta en temperaturas de llama relativamente bajas y combustión incompleta que produce altos contenidos de hollín (Dlysdale, 2011). Si bien diferentes combustibles producen diferentes cantidades de hollín, por lo general la producción de hollín no es inusual y sólo se puede inferir que la roca estuvo en contacto con un fuego típico. **No es posible inferir que las temperaturas fueron elevadas, que el combustible fueron los neumáticos, ni que la duración de la exposición al fuego fue prolongada.**



Figura 29. Imagen de una roca dañada en el basurero municipal de Cocula tomada el día 12 de julio del 2015.